

Experimentar, razonar y comprender las fuerzas

Retos y actividades para Primaria

Fernando Flores Camacho

Eduardo José Vega Murguía

Leticia Gallegos Cázares

Reyna Elena Calderón Canales



2026

Experimental, razonar y comprender las fuerzas

Retos y actividades para Primaria

Fernando Flores Camacho

Eduardo José Vega Murguía

Leticia Gallegos Cázares

Reyna Elena Calderón Canales



Directorio

Dr. Leonardo Lomelí Vanegas

Rector

Dra. Patricia Dolores Dávila Aranda

Secretaria General

Mtro. Hugo Alejandro Concha Cantú

Abogado General

Mtro. Tomás Humberto Rubio Pérez

Secretario Administrativo

Dra. Diana Tamara Martínez Ruíz

Secretaria de Desarrollo Institucional

Dra. María Soledad Funes Argüello

Coordinadora de la Investigación Científica

Dra. María Herlinda Montiel Sánchez

Directora del ICAT

EXPERIMENTAR, RAZONAR Y COMPRENDER LAS FUERZAS Retos y actividades para Primaria

Primera edición: febrero 2026

D.R.© 2026 Universidad Nacional Autónoma de México
Ciudad Universitaria, Coyoacán, 04510, Ciudad de México
Instituto de Ciencias Aplicadas y Tecnología

Autores

Fernando Flores Camacho
Eduardo José Vega Murguía
Leticia Gallegos Cázares
Reyna Elena Calderón Canales

Diseño editorial

Beatriz Eugenia García Rivera
Mariana García Gracia Violeta
Covarrubias Acosta

Imagen gráfica

Violeta Covarrubias Acosta

Diseño industrial del equipo didáctico

Humberto Ángel Alborno Delgado
Lenin Ramsés Martínez Rodríguez
Ricardo Escalante González

ISBN: 978-607-642-545-9

El libro *Experimentar, razonar y comprender las fuerzas. Retos y actividades para Primaria* es parte del proyecto:

“Implicaciones de los recursos virtuales y experimentales en las representaciones e inferencias de los estudiantes de educación básica sobre los conceptos y procesos de la ciencia escolar”

Clave del proyecto: CF-2023-G-96

Convocatoria Ciencia de Frontera de la SECIHTI

Queda prohibida su reproducción parcial o total sin previa autorización escrita de los autores.

Esta edición y sus características son propiedad de la Universidad Nacional Autónoma de México.

Impreso y hecho en México

Experimentar, razonar y comprender las fuerzas

Retos y actividades para Primaria

Resumen

El presente libro presenta una propuesta didáctica para el abordar el tema de la fuerza con el estudiantado de nivel primaria. Se muestran distintas actividades que tienen como objetivo principal apoyar los procesos de razonamiento en las niñas y los niños, a la vez que se van construyendo una representación de la noción de fuerza mediante distintas acciones y con distintos materiales.

ÍNDICE

Introducción.....	10
Fuerza: un concepto para comprender acciones cotidianas.....	12
¿Cuándo decimos que hay fuerza?	12
Efecto de la fuerza sobre un cuerpo en reposo.....	14
Movimiento cuando ya no hay fuerza.....	15
Deteniendo el objeto en movimiento.....	16
Lo que dijo Issac Newton.....	16
Fuerzas aplicadas a objetos diferentes.....	17
La fuerza se mide en Newtons.....	18
Suma y resta de fuerzas.....	18
Fuerza de fricción.....	21
La fuerza de fricción depende de los materiales.....	23
Fricción en la rampa.....	23
Deformación de un objeto por una fuerza.....	24
El peso; la fuerza de gravedad actúa sobre todos los objetos.....	26
Movimiento sobre una rampa.....	28
La balanza.....	29
La polea.....	30
Dos poleas.....	31
Tres y cuatro poleas.....	32
Estructura de las actividades.....	33
Descripción del proceso didáctico.....	33
Diseño de las actividades.....	34

Los materiales.....	36
Plano inclinado.....	36
Soporte.....	37
Balanza.....	39
Dinamómetros.....	39
Poleas	41
Actividades.....	42
Bloque 1: Pendientes en los que resbalan distintos materiales.....	42
Materiales y montaje.....	42
Reto 1.1 De arriba a abajo.....	43
Reto 1.2 De abajo a arriba.....	46
Reto 1.3. No baja ni sube.....	48
Reto 1.4. Una cara rugosa.....	50
Reto 1.5. Varias caras rugosas.....	52
Reto 1.6 Diferentes inclinaciones.....	54
Bloque 2: Balanza en condiciones variantes de peso y punto de equilibrio.....	57
Materiales y montaje.....	57
Reto 2.1 Todos iguales.....	58
Reto 2.2 Equilibrio y desequilibrio.....	60
Reto 2.3 Una balanza dispareja.....	62
Reto 2.4 Brazos desiguales y pesos desiguales.....	65
Bloque 3 Dinamómetros con resortes distintos.....	67
Materiales y montaje.....	67
Reto 3.1 Estirando resortes.....	68

Reto 3.2 Hasta la misma marca.....	70
Reto 3.3 Resortes acostados.....	72
Reto 3.4 ¿Hacia dónde se mueve el aro?	75
Reto 3.5 Todos jalan.....	78
Bloque 4 Sistema con una polea de 1 y 2 puntos en interacción.....	81
Materiales y montaje.....	81
Reto 4.1 Cambiando la dirección de una fuerza.....	82
Reto 4.2 Es lo mismo hacia abajo que hacia arriba.....	84
Reto 4.3 Dividiendo una fuerza.....	87
Hojas de registro para las actividades.....	90
Consideraciones finales.....	108
Bibliografía.....	110

Prólogo

El presente libro y material educativo está orientado al desarrollo de la noción de fuerza en el estudiantado de educación básica por medio de un proceso exploratorio-inferencial. Si bien el concepto de fuerza en el estudiantado ha sido analizado desde diversos enfoques de investigación y a partir de ello se conocen sus principales dificultades de aprendizaje y algunas aproximaciones hacia su génesis en la construcción conceptual del alumnado, en la práctica educativa, esto es, cómo se enseña en el aula, no se han logrado cambios relevantes que contribuyan a superar los problemas de conceptualización en el alumnado que son reportados y analizados en la investigación sobre la enseñanza y el aprendizaje de las ciencias.

La propuesta didáctica que aquí se presenta, tiene un enfoque que está orientado bajo la concepción educativa de que es, a través de que el alumnado lleve a cabo procesos de interacción con los procesos naturales por medio de representárselos e inferir con ellos explicaciones y predicciones —procesos ambos enmarcados en una dinámica indagatoria— desarrollará una comprensión más adecuada de este concepto y sus implicaciones en los fenómenos cotidianos.

El profesorado, con esta propuesta, contará con elementos que le permitan fortalecer en el alumnado procesos de razonamiento que, por medio de la construcción de explicaciones y predicciones, llevará a una mejor comprensión del concepto de fuerza en diversos contextos.

La propuesta y los materiales, además de su fundamento en la investigaciones y proyectos previos para la educación en ciencias, ha tenido diversas pruebas tanto de funcionamiento de los materiales para las actividades experimentales como en la consecución de procesos de razonamiento en el alumnado.

Introducción

Las fuerzas como actividad cotidiana y sus dificultades de comprensión

La noción de fuerza es común a todas las personas pues la simple interacción con los objetos al sostenerlos, empujarlos, levantarlos o modificarlos lleva implícita una acción que ejercemos en ellos, pero, al mismo tiempo, experimentamos una sensación de reacción o de oposición. Estas acciones y sensación de oposición o resistencia de los objetos a ser movidos es parte de nuestra idea de fuerza que entonces, se caracteriza como algo que existe y que radica en quienes ejercen la fuerza. Es un proceso en el que nuestra acción se incorpora a nuestra concepción, a nuestra manera de representarla y por tanto de comprenderla.

Así, es inmediato reconocer cuándo un objeto es más pesado que otro y que, por tanto, requerirá de mayor fuerza para ser levantado que el menos pesado o que lograr que un objeto al ser lanzado llegue lo más lejos posible, requerirá un gran impulso.

Estas concepciones de fuerza, si bien comunes a todos y usualmente aplicables en las situaciones diarias, *no corresponden a una comprensión adecuada que permita explicar cómo ocurren los procesos de interacción entre objetos* y, por tanto, nos dan una imagen o representación que no permitirá ir más allá de lo cotidiano, esto es, no permitirá comprender adecuadamente diversos procesos naturales e incluso el funcionamiento de diversos artefactos tecnológicos que se usan en la vida diaria.

Conocer las ideas del estudiantado de educación básica hasta media superior, ha sido uno de los problemas que más se ha investigado en el campo de la educación en ciencias. Desde los trabajos pioneros de Piaget, hasta los principios del siglo XXI, se han investigado en diversos contextos, situaciones y regiones esas concepciones que, en general se han denominado *concepciones alternativas* o *ideas previas*. Es de hacer notar que hay coincidencias importantes en todos esos estudios y que muchas de esas ideas son representativas de diversas edades y se encuentran en todo contexto, sea sociocultural o socioeconómico.

Es importante resaltar que el conocimiento de esas concepciones alternativas o ideas previas del estudiantado (generalizables a la mayoría de los adultos) ha sido una labor de muchas investigaciones y ha sido muy relevante para mejorar la enseñanza de las ciencias. El conocimiento de esas concepciones alternativas es necesario como punto de partida para toda acción educativa orientada a la enseñanza de los conocimientos científicos. Es a partir de conocer esas ideas del alumnado que la o el docente están en posibilidad de inferir qué puede estar

pensando el alumnado cuando enseña, por ejemplo, el concepto de fuerza y, por consiguiente, estar atento a qué acciones seguir en el aula para apoyarlos.

Para el desarrollo de la propuesta didáctica que sigue, de las investigaciones que se han llevado a cabo¹ se toman como referencia las siguientes ideas previas:

La fuerza se agota.

La fuerza permanece en los objetos a los que se aplica.

En equilibrio no hay fuerzas.

La acción y reacción impide el movimiento.

En las personas hay fuerza.

Estas concepciones sobre la fuerza persisten en las personas a pesar de pasar por diversos niveles escolares, encontrándose aún en los niveles universitarios. Esto implica que son concepciones “corporeizadas” muy difíciles de cambiar y surgen en diversos momentos y contextos de manera automática ante diversas situaciones. Por ello, son motivo de análisis y de propuestas que se enfocan en mejorar la comprensión conceptual de las ciencias y, en este caso, del concepto de fuerza. Todos esos esfuerzos previos ponen de manifiesto que, una de las mejores formas de abordar en clase esas concepciones difíciles de comprender por el alumnado, es llevando a cabo procesos en los cuales, éste se involucre en un proceso inmersivo, esto es, lleven a cabo acciones de interacción con los procesos naturales en las cuales se privilegie la construcción de representaciones e inferencias, es decir, que en todo momento, se lleven a cabo razonamientos orientados a predecir y explicar los comportamientos observados.

Como podrá notarse, el concepto de fuerza a pesar de su cotidianeidad es un concepto complejo de aprender por el estudiantado de Educación Básica, pero es, a la vez, un concepto fundamental para el aprendizaje de las ciencias naturales por lo que es necesario seguir explorando enfoques y propuestas que mejoren como se enseñarlo y, por consiguiente, apoyen al aprendizaje en el alumnado.

En lo que sigue se presenta un breve desarrollo del concepto de fuerza y algunos aspectos que pueden ser de utilidad para apoyar al profesorado con las actividades propuestas que constituyen el eje central de esta propuesta.

¹ En la sección de bibliografía se encuentran las referencias a los trabajos más significativos

Fuerza: un concepto para comprender acciones cotidianas

¿Cuándo decimos que hay fuerza?

Todos hemos tenido experiencias en las que identificamos que ejercemos una fuerza o que alguien ejerce una fuerza. Debido a ello, tenemos una idea de qué es una fuerza. En la figura 1 se presentan varias situaciones. ¿En cuál o cuáles de ellas se diría que hay una fuerza y cómo se identifica? Las respuestas se pueden escribir en una tabla como la que se muestra (tabla 1).

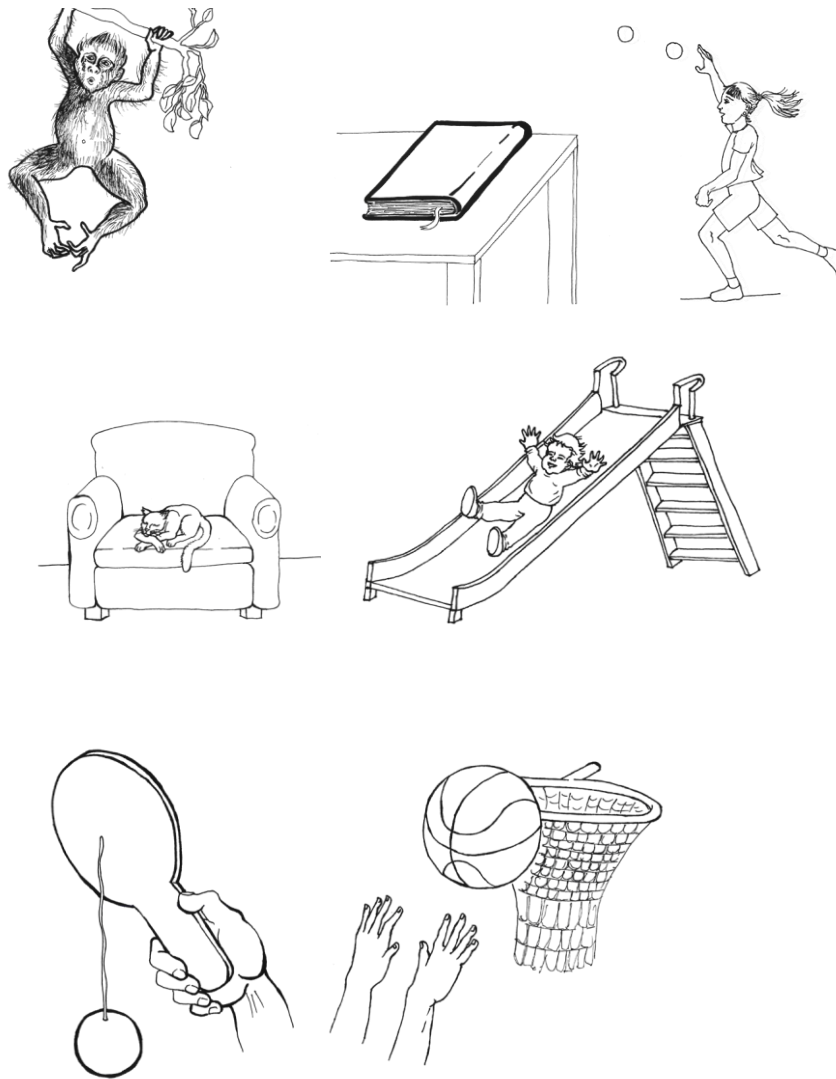


Figura 1. Situaciones donde puede haber fuerza.

Situación	¿Hay fuerza?	¿Cómo se identifica?
Un chango colgado de una rama		
Un libro sobre la mesa		
Una niña aventando una pelota		
Gato echado en un cojín		
Un niño bajando por una resbaladilla		
Una pelota en vuelo hacia arriba		
Un objeto colgado de una liga estirada		

Además de saber cuándo ocurre una fuerza, es relevante reconocer que una fuerza no es algo que exista por sí sola. En todos los casos de la figura 1, la fuerza que ocurre implica que hay interacción entre objetos. Por ejemplo, entre el chango y la rama, entre las manos de la niña y la pelota, entre el gato y el cojín. ¿Qué otras interacciones se pueden reconocer?

El resultado de esa interacción puede llevar a que los objetos se muevan, evitar que se muevan o bien deformar o romper los objetos. Lo que sigue da cuenta de cómo las fuerzas tienen efectos sobre las cosas.

Efecto de la fuerza sobre un cuerpo en reposo

Es común pensar que una fuerza ocurre cuando un objeto se pone en movimiento y que en un objeto en reposo no ocurre ninguna fuerza. Si se tiene un objeto en reposo, como una pelota en el piso o un carrito sobre la mesa “aparentemente” no hay fuerza sobre ellos.

Si se desea que se muevan hay que empujarlos o jalarlos y entonces reconocemos que se les aplica una fuerza. Lo que provoca la fuerza es que el objeto cambie de estar inmóvil a estar en movimiento así que, si antes estaba en reposo con velocidad cero, ahora se moverá con cierta velocidad diferente de cero, lo cual se percibe por que recorrerá una distancia durante un cierto tiempo (ver figura 2).



Figura 2. Un carrito en movimiento al ser empujado.

La velocidad que alcance el objeto depende de la intensidad de la fuerza que se le ha aplicado. Si la fuerza es pequeña, el objeto se moverá lento. Si la fuerza es mayor se moverá rápido. El cambio de velocidad depende proporcionalmente de la intensidad de la fuerza. Experiencia que con seguridad todos hemos tenido al mover objetos lenta o rápidamente. El cambio en la velocidad que alcanza el objeto también puede depender del tiempo que dura la fuerza que se aplica. Entre mayor sea el tiempo mayor será la velocidad que alcance. Esto también significa que el cambio de velocidad se va realizando mientras se aplica la fuerza. Así, aunque la fuerza no sea muy intensa al aplicarse durante un largo tiempo el objeto sobre la que se aplica podrá alcanzar gran velocidad. La figura 3 ilustra esta situación.



Figura 3. Conforme va siendo jalado el carrito se va moviendo más rápido.

La fuerza se representa de manera usual con una flecha cuya punta indica la dirección en la que se aplica y que es la misma en la que el objeto se moverá. Si una pelota se empuja en cierta dirección, la pelota se moverá en esa dirección lo cual se indica por una flecha. Si el carrito de la figura 2 es jalando hacia atrás, este se moverá en reversa (ver figura 4).

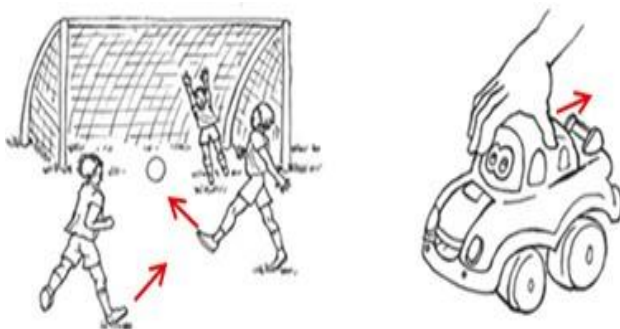


Figura 4. La pelota se patea y mueve en la dirección transversal y el carrito se jala hacia atrás y se mueve de reversa.

Movimiento cuando ya no hay fuerza

Cuando se deja de aplicar la fuerza sobre el objeto, este se mantendrá en movimiento por un tiempo, pero si no hay nada con lo cual interaccione (incluido el aire o una superficie) se moverá con la velocidad adquirida al final, de manera constante una vez que ya no se aplica ninguna fuerza manteniendo su estado de movimiento perenemente que sólo cambiará si se ejerciera otra fuerza sobre él. Esto es equivalente a cuando el objeto está en reposo, ya que no se moverá hasta que

haya una fuerza que lo impele a cambiar de posición, es decir cambie su estado de reposo con velocidad cero a un estado con velocidad diferente de cero.

Deteniendo el objeto en movimiento

Para que un objeto que se encuentra en movimiento se pare es necesario otra fuerza opuesta al movimiento que le haga cambiar de velocidad reduciéndola hasta cero. Ello equivale a que se realiza un cambio en el estado de movimiento que va, de tener cierta velocidad con la que se mueve, a que su velocidad llegue a cero (ver figura 5).

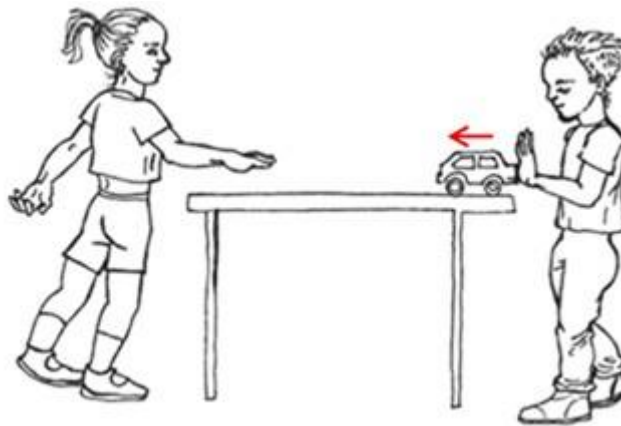


Figura 5. La fuerza que se opone al movimiento produce un cambio del estado de movimiento que provoca que el objeto se pare.

Lo que dijo Issac Newton

Lo expuesto hasta aquí se puede sintetizar en las dos primeras leyes del movimiento que estableció Issac Newton (1643 – 1727). En la tercera edición de su libro *Principios matemáticos de filosofía natural*, Newton expone estas dos leyes y la definición de fuerza de la siguiente manera:

Primera ley del movimiento de Newton:

Todos los cuerpos perseveran en su estado de reposo o de movimiento uniforme² en línea recta, salvo que se vean forzados a cambiar ese estado por fuerzas impresas (p. 41).

Segunda ley del movimiento de Newton:

² Por movimiento uniforme debe entenderse que su velocidad no cambia, el objeto se mueve con velocidad constante

El cambio de movimiento es proporcional a la fuerza motriz impresa, y se hace en la dirección en la línea recta en la que se imprime esa fuerza (p. 41).

Previamente a estas leyes, Newton expone lo que considera que es una fuerza en su Definición IV:

La fuerza impresa es una acción ejercida sobre un cuerpo para cambiar su estado, bien sea de reposo o de movimiento uniforme en línea recta (p. 28).

En esta definición de fuerza, hay que resaltar que la acción o fuerza es debida a un segundo objeto que interacciona con el primero que es afectado. Esto es si no hay interacción entre objetos no tiene sentido hablar de fuerza. La fuerza no es una entidad que existe por sí misma o que se encuentre en los objetos.

Fuerzas aplicadas a objetos diferentes

Los cambios de movimiento sobre los objetos también dependen de una propiedad de los cuerpos que corresponde a la resistencia al movimiento que tiene un cuerpo o sustancia a moverse. Por ejemplo, la cantidad de harina para hacer un pastel en un recipiente opondrá la misma resistencia a ponerlo en movimiento que una cantidad de agua en un recipiente que, en una balanza tengan el mismo valor, digamos medio kilogramo. Así, un recipiente que contenga el doble de agua o el doble de harina opondrá el doble de resistencia a moverse cuando la fuerza aplicada es la misma en todos los casos. A esta propiedad se le llama “masa” indistintamente de que tipo de materia sea (harina, tierra, agua, cobre, aire, etc.).

La masa está relacionada con el peso, y conocemos su cuantificación o su valor cuando se pesan los objetos. La unidad de la masa se denomina kilogramo (kg). Una idea de lo que significa la masa como cantidad de materia consiste en que, por ejemplo, un litro de agua cuya masa es de un kilogramo, tiene la misma cantidad de materia o masa que un kilogramo de harina, tortillas o cualquier otra cosa.

Cuando a dos objetos de masa igual, como el bote lleno de harina y el lleno de agua se les aplica la misma fuerza, ambos tendrán el mismo incremento de velocidad después del tiempo en el que la fuerza se ha aplicado.

Cuando al bote con harina o con agua se duplica su masa total, al ser empujado con la misma fuerza que al inicio, la velocidad que alcanza durante el mismo tiempo es de la mitad que el alcanzado cuando fue empujada sin duplicar la masa. Para que alcance la misma velocidad se requiere que el tiempo del empujón sea del doble o bien, que la fuerza con que se empuja sea el doble y dure lo mismo que cuando la masa no es el doble de la inicial.

La fuerza se mide en Newtons

Como todas las entidades físicas, la fuerza tiene una unidad de medida. Esta unidad es el Newton. El valor de 1 Newton significa que a un objeto de masa de 1kg se le aplica una fuerza durante 1 segundo y el objeto alcanza la velocidad de 1 metro sobre segundo (1m/s).

Suma y resta de fuerzas

Seguramente se ha tenido la experiencia de que una sola persona no puede mover un objeto y recurre a otras personas para que ayuden a desplazarlo, levantarlo o bajarlo. Esto nos indica que la fuerza que puede aplicar una sola persona es insuficiente para tal fin y se requiere sumar las fuerzas de varias personas a la vez para lograrlo.

Cuando dos o más fuerzas actúan sobre un objeto, el resultado en el movimiento es el equivalente a la suma de los resultados de todas las fuerzas aplicadas. En la figura 6 se ilustra a dos personas empujando una caja pesada.

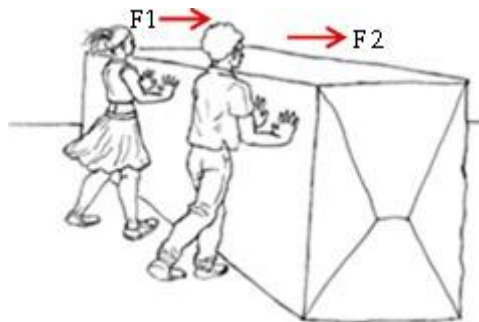


Figura 6. Cuando se aplican dos fuerzas, F_1 y F_2 , simultáneamente, el cambio de movimiento es la suma de los cambios de movimiento de cada fuerza.

El cambio de movimiento resultante, en el caso ilustrado (ver fig. 6) es de velocidad cero a una cierta velocidad, cuando actúan dos fuerzas simultáneamente es el equivalente al que se obtiene si se aplica una fuerza que es igual a la suma de las dos fuerzas. Si las dos fuerzas son aplicadas en la misma dirección esto se representa por medio dos flechas una a continuación de otra y se traza la fuerza resultante desde el principio de la primera hasta el final de la segunda como se muestra en la figura 7.

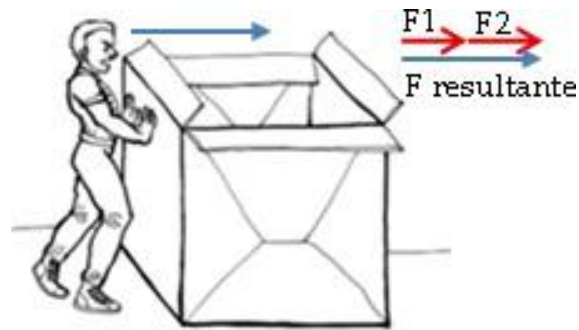


Figura 7. La fuerza resultante produce un cambio en el movimiento igual al de las dos fuerzas aplicadas.

Cuando las fuerzas van en sentidos opuestos, el efecto de una fuerza se ve disminuido por el efecto de la otra. En el juego de jalar la cuerda cada equipo aplica fuerza en sentidos opuestos sobre la cuerda, si las magnitudes de las fuerzas son iguales, entonces las fuerzas se cancelan una a otra dando como resultado un equilibrio donde la cuerda no se mueve ni los equipos que tiran tampoco; en este caso la suma de fuerzas es cero. Pero si un equipo tira con una fuerza cuya magnitud es mayor que la del otro, la resta de fuerzas da como resultado una fuerza efectiva en la dirección de la fuerza de mayor intensidad, jalando al equipo contrario hacia el primer equipo como se ilustra en la figura 8.



Figura 8. Las fuerzas opuestas se contrarrestan, la fuerza resultante es igual a la resta de sus magnitudes.

Cuando las fuerzas opuestas se aplican sobre un objeto en movimiento como el carrito que se ha ilustrado previamente, el cambio de movimiento que se produce es la disminución de la velocidad con la que éste se movía inicialmente.

Este cambio es proporcional a la fuerza que resulta de la resta de ambas fuerzas y, si la fuerza mayor es en sentido opuesto al movimiento, el resultado final será que el carrito llegará a velocidad cero, esto es, se detendrá. En el caso de que las fuerzas persistan sin cambio, llegará el momento que al detenerse el objeto cambiará su dirección de movimiento y comenzará a aumentar su velocidad, pero moviéndose en sentido contrario a la inicial. Esto lo hemos percibido cotidianamente al lanzar un objeto hacia arriba, la fuerza que lo jala (la gravedad) hace que su velocidad vaya disminuyendo y cuando alcanza su punto más alto el objeto empieza a descender bajando cada vez más rápido.

En todos los casos de suma o resta de fuerzas, la fuerza resultante se obtiene de poner las flechas que la representan una a continuación y la resultante va del inicio de la primera al final de la última. Esta fuerza resultante equivale a la fuerza que produce el mismo cambio de movimiento que las dos fuerzas opuestas (ver figura 9).

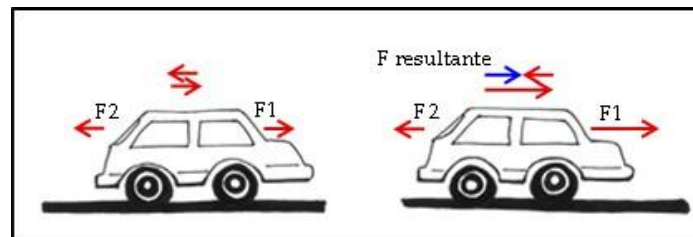


Figura 9. La fuerza resultante produce el cambio de movimiento que resulta de los cambios de movimiento debidos a cada fuerza aplicada. Si las fuerzas son de igual magnitud no hay cambio de movimiento de manera que el carrito se moverá con velocidad constante o permanecerá en reposo.

Fuerza de fricción

Una fuerza que siempre ocurre cuando un objeto está en movimiento oponiéndose a éste, es la fuerza de fricción. Esto ocurre por el rozamiento entre superficies así sea que el objeto se mueve sobre un sólido, en un líquido o en el aire. Se puede imaginar el movimiento de una pelota sobre el pasto del jardín y sobre piso del patio, en ambas superficies se empuja con la misma fuerza. ¿En qué piso la pelota recorrerá más distancia y tardará más en pararse?

¿Por qué se supone que esa distancia y tiempo será diferente dependiendo del piso?

Más lejos o menos, en ambas superficies la pelota se detendrá. Este cambio en su estado de movimiento de cierto valor de velocidad a velocidad cero, se debe a una fuerza contraria al movimiento que va frenando la pelota y que, dependiendo del piso, esa fuerza contraria será mayor o menor. A este tipo de fuerza se le denomina *fuerza de fricción*. Esta fuerza depende de varios factores. Sus principales características son: 1) se opone al movimiento y 2) que su magnitud

depende de las características de las superficies en contacto, esto es, de la superficie del objeto y la superficie sobre la que se mueve; ya sea que el objeto ruede o resbale sobre la superficie donde se mueve o bien si se mueve inmerso en un líquido o inmerso en el aire como cuando la pelota cae de cierta altura.

Para ilustrar cómo actúa esta fuerza de fricción la siguiente figura 10 muestra una caja que es empujada sobre una superficie horizontal. Al inicio se le aplica una fuerza pequeña que denominaremos *Fuerza aplicada*.

Esta fuerza no logra mover la caja. Si no se mueve entonces debemos considerar una fuerza que lo impide. Esta fuerza que se opone al movimiento es la fuerza de fricción.

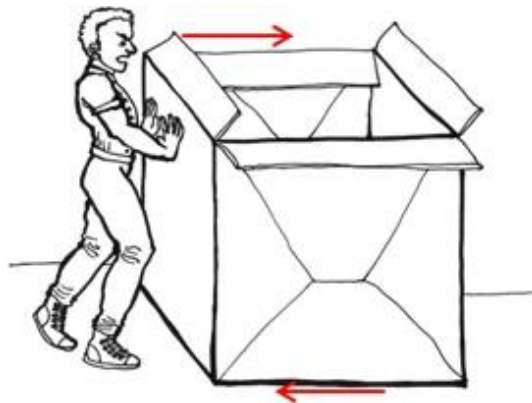


Figura 10. La caja no se mueve debido a la presencia de dos fuerzas opuestas que actúan sobre la caja.

Si la suma de la fuerza aplicada *Fuerza aplica* y la *Fuerza de fricción* sobre el objeto dan cero, entonces esas fuerzas deben ser de igual magnitud y de sentidos opuestos, de manera que no se produce un cambio en el estado de movimiento del objeto.

Para que el objeto se mueva a partir del reposo, la *Fuerza aplicada* debe ser mayor a la *Fuerza de fricción*, de manera que, sobre el objeto se tenga una fuerza efectiva que le produzca un cambio en su condición de movimiento y tenga, entonces, una velocidad diferente de cero, velocidad que se irá incrementando mientras la fuerza resultante permanezca.

Una vez que el objeto, en este caso la caja empieza a moverse, mantenerlo en movimiento es más fácil ya que la fuerza de fricción se reduce súbitamente cuando el objeto se pone en movimiento. Esto significa que la magnitud de la Fuerza de fricción depende de las condiciones de movimiento del objeto sobre la superficie sobre la que se mueve: La fuerza de fricción entre el objeto y la superficie en la que se encuentra es siempre mayor cuando el objeto está parado, que cuando se desliza sobre la superficie (Ver figura 11).

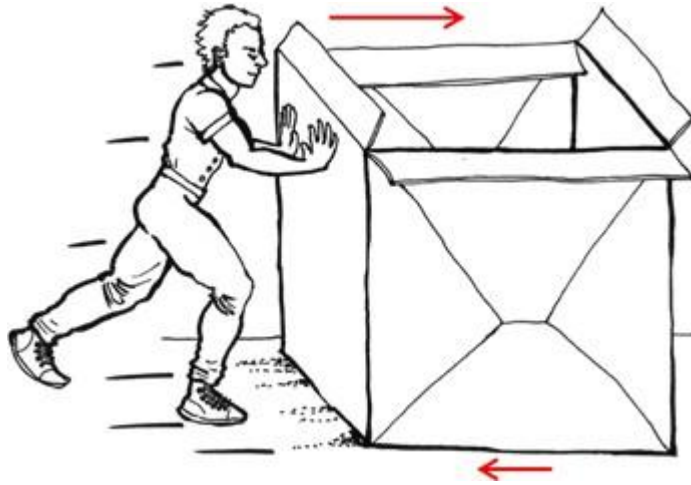


Figura 11. La fuerza de fricción es menor cuando el objeto se desplaza sobre la superficie que cuando la fuerza aplicada no logra moverlo.

La fuerza de fricción depende de los materiales

La facilidad con que un objeto se desliza sobre una superficie depende de los materiales con que está construido el objeto y la superficie sobre la que se mueve. Un ejemplo de esto se puede apreciar al empujar la caja sobre una alfombra y sobre piso de loseta lisa. ¿Sobre cuál superficie es más fácil mover la caja?

Una forma de notar cómo depende la fuerza de fricción de los materiales es con un bloque cuyas caras tienen diferentes materiales como: corcho, hule, E. V. A (fomi) y hule espuma de poliuretano como el material que se utilizará en las actividades que se describen más adelante. El bloque se coloca sobre el plano en posición horizontal y es empujado con la mano, al aplicar la fuerza para moverlo se puede sentir la resistencia a moverse que es debida a la fuerza de fricción para cada una de esas superficies.

También podrá apreciarse que, cuando al empujar el bloque ya se encuentra en movimiento, se siente menor resistencia al movimiento debido a que la fuerza de fricción ahora es menor.

Fricción en la rampa

Cuando el objeto se mueve sobre una rampa, “parecería” que no afecta la fricción porque los objetos se desplazan hacia abajo. Sin embargo, la experiencia nos dice que bajar, por ejemplo, por una resbaladilla puede ser más o menos rápido según la tela de la ropa y también según el peso de la persona pues una niña de cuatro años baja más despacio que una de diez años. Además, el niño o la niña saben que pueden modificar su movimiento apretando las manos o los pies contra las paredes o la superficie lisa de la resbaladilla; es en este momento en que la fricción se puede aumentar y así controlar la rapidez con que baja. Sin embargo, hay que notar que la fuerza de fricción no solo se aplica sobre las manos, sino también sobre el cuerpo que está en contacto sobre la resbaladilla. Si se usa el bloque con diferentes superficies sobre la rampa se podrá notar, como se hará en las actividades, que hay superficies que resbalan y otras no a menos que se empujen o bien que la rampa esté más inclinada (Ver figura 12).

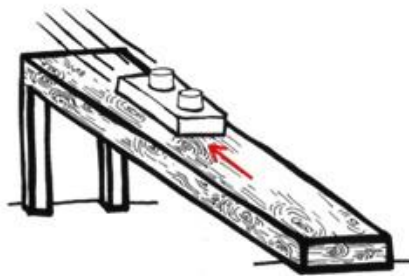


Figura 12. La rapidez con que baja el bloque por la rampa depende de la fricción que hay entre ambos siendo diferente para cada superficie del bloque.

Deformación de un objeto por una fuerza

Otro efecto de aplicar una fuerza sobre un objeto es que ésta puede deformarlo. Por ejemplo, cuando se estira una liga, se comprime una esponja o se hacen figuras de plastilina. En todos estos casos la forma del objeto se altera a veces mientras la fuerza siga aplicándose como el caso de la liga o de manera permanente como en la plastilina. Cuando el objeto deformado recupera su forma al dejar de aplicar la fuerza, como sucede con un resorte o la liga se denominan objetos o materiales elásticos. Por su parte los que no recuperan su forma se denominan inelásticos.

La magnitud de la deformación del objeto elástico depende la magnitud de la fuerza que se aplica. Por ejemplo, cuando se jala un resorte, la longitud que se estira depende de la fuerza con que se jala, entre más fuerte (el valor o magnitud de la fuerza es mayor) se jale el resorte, éste más se estira. Esto establece una relación entre la magnitud de la deformación y la magnitud de la fuerza que se le aplica, de manera que el estiramiento del resorte se puede aprovechar para saber cuál es la medida de la fuerza aplicada. Hay resortes que tienen la peculiaridad de que la magnitud de

la deformación es proporcional a la magnitud de la fuerza. Esto es, si se aplica una unidad de fuerza, se estira una distancia determinada, pero si se aplica el doble o el triple de la unidad de fuerza, el estiramiento del resorte será del doble y el triple de manera correspondiente. Sin embargo, esto tiene un límite y una vez rebasado ese límite, el resorte no volverá a su estado original (Ver figura 13).

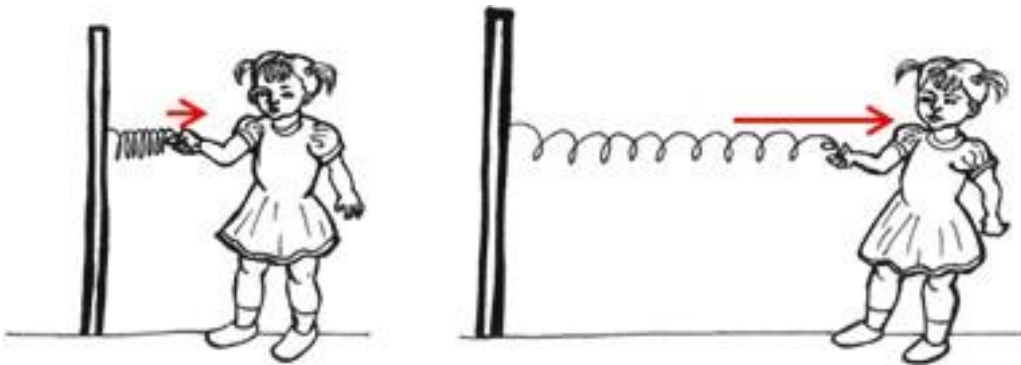


Figura 13. El estiramiento del resorte es proporcional a la magnitud de la fuerza aplicada.

El resorte también se puede emplear para jalar, por ejemplo, se puede jalar la caja sobre diferentes pisos que han servido de ejemplo. En este caso, el resorte se estirará indicándonos, según las marcas, si en un piso se ejerce mayor fuerza para moverlo que sobre el otro como se ilustra en la figura 14.

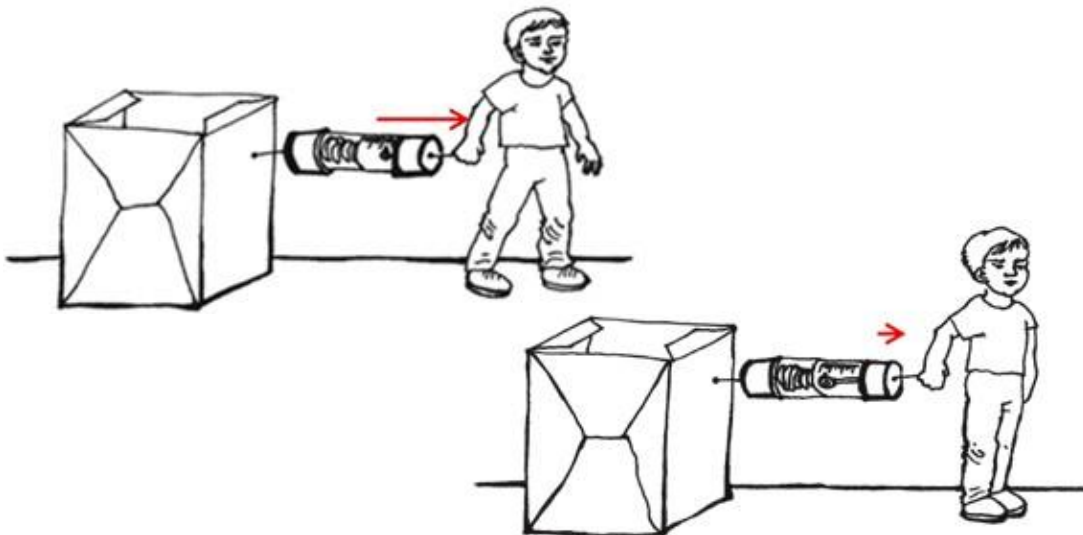


Figura 14. Al jalar la caja con el dinamómetro en superficies distintas se observa un estiramiento diferente en el resorte del dinamómetro.

Un juego común es que dos personas jalen de una cuerda en sentidos opuestos para ver quién gana. Si en lugar de una cuerda se utiliza un dinamómetro como el que se utilizará en las actividades de este libro, se podrá notar la fuerza resultante en el estiramiento del resorte. En este caso hay que hacer notar que, cuando dos personas jalen de los extremos del dinamómetro, esto es de un resorte, una de las personas (persona 1) jala del resorte con cierta fuerza, de manera que el resorte jala a la otra persona (persona 2), mientras esta procura mantenerse en su lugar, para lo cual debe de ejercer una fuerza reteniendo al resorte, y a su vez, la primera persona siente una fuerza del resorte en contra a la que ella ejerce. En este ejemplo podemos notar que hay dos pares de interacciones. Cuando la persona 1 jala al resorte, éste la jala en sentido contrario y, para la persona 2 que siente ser jalada por el resorte, ésta a su vez, jala al resorte. La figura 15 ilustra estos dos pares de fuerzas.

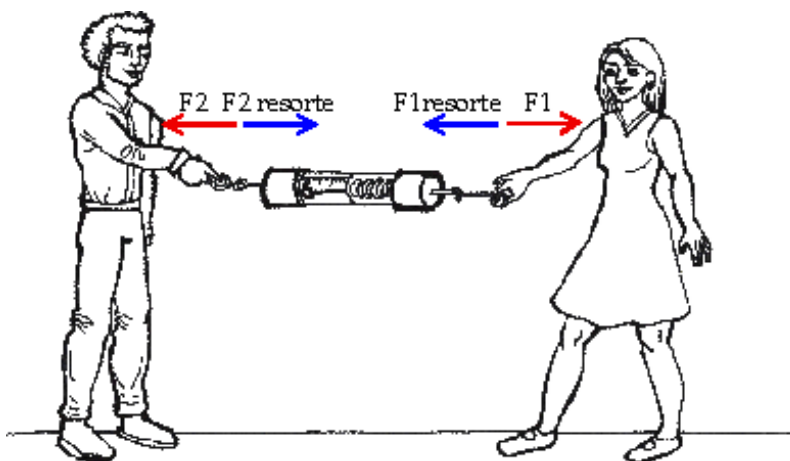


Figura 15. Cuando un objeto aplica una fuerza sobre otro, este segundo también aplica una fuerza sobre el primero.

La fuerza siempre es la acción de un objeto sobre otro, pero a su vez el segundo objeto también aplica una fuerza

sobre el primero, como ocurre entre el resorte y entre cada una de las personas. Las fuerzas no se presentan solas.

Siempre se presentan en parejas de manera que se tiene

una interacción entre los dos objetos. Un objeto actúa sobre el otro y viceversa. Así, cuando se patea una pelota, a ésta el pie le aplica una fuerza y, a su vez, la pierna siente una fuerza en contra aplicada por la pelota. Si sobre un objeto se ejerce una fuerza de fricción debida a la interacción con la superficie, también sobre la superficie sobre la que se mueve se ejerce la fuerza de fricción debido al

bloque (esto puede notarse por el desgaste por rozamiento de los materiales tanto del objeto como de la superficie sobre la que se desliza).

Issac Newton refiere a este hecho en su tercera ley, denominada ley de acción y reacción:

Para toda acción hay siempre una reacción opuesta e igual. Las acciones reciprocas de dos cuerpos entre si son siempre iguales y dirigidas hacia parte contrarias (p. 42).

Un hecho relevante a notar es que estas fuerzas ni se contrarrestan ni se nulifican ya que siempre se aplican a objetos diferentes, los que están interactuando.

El peso; la fuerza de gravedad actúa sobre todos los objetos Una fuerza siempre presente en nuestro ámbito es la fuerza de gravedad, la cual es referida más comúnmente como peso. El peso es intuitivamente identificado y es común que podamos decir que un objeto pesa más que otro. Se establece que el peso es una fuerza porque, por ejemplo, al soltar un objeto, debido a su peso cambia su estado de movimiento de velocidad cero a cierta velocidad al caer, velocidad que irá aumentando conforme va cayendo. También porque al ponerlo sobre una superficie puede deformarla o al colocarlo en un resorte lo estirará.

Esto nos indica que tiene sobre los objetos las mismas acciones que si sobre esos objetos se ejercen fuerzas como jalar el resorte o empujar una superficie para deformarla como el gato en el cojín.

El Peso es la acción gravitacional de la Tierra sobre los objetos. Se debe a que todos los objetos que tienen masa interactúan con la Tierra y por ello tienen peso. Si un cuerpo tiene el doble, el triple o diez veces más masa que otro entonces el peso del primero será del doble, triple o diez veces más que el del segundo. Por ejemplo, cuando dos objetos de diferente masa se cuelgan de un dinamómetro, el resorte se deformará proporcionalmente al peso. Así se puede saber que un objeto más pesado estirará más el resorte de manera proporcional a su peso.

Cuando una persona está sentada en una silla, su peso ejerce una fuerza sobre la silla, pero la silla ejerce una fuerza sobre la persona de lo contrario la persona caería. Así, siempre hay dos fuerzas cuando dos objetos interactúan. Cuando no hay movimiento como en la persona en la silla, esta persona está en equilibrio debido a que sobre ella se ejercen dos fuerzas; una la gravedad que lo jala y la otra la de la silla que lo detiene y ambas tienen, entonces la misma magnitud, pero actuando en direcciones contrarias como se muestra en la figura 16. Desde luego sobre la silla también hay dos fuerzas, la que resulta de sumar el empuje debido al peso de la persona y el propio peso de la silla y la que ejerce el piso sobre la silla deteniéndola.

Simplemente habría que pensar que, si el piso fuese por ejemplo de lodo, la silla se hundiría en él hasta que no pueda deformarlo o desplazarlo más.



Figura 16. Persona sentada en una silla sobre un piso de lodo. Debido a que hay en toda interacción pares de fuerzas, la persona permanece en la silla y la silla se hunde un poco en el piso.

Las siguientes secciones de este apartado se referirán a casos que corresponden a las actividades planteadas para el alumnado.

Movimiento sobre una rampa

Si el objeto se coloca sobre una tabla con la posibilidad de inclinarse, cuando la tabla esta horizontal, el objeto está en reposo sostenido por la fuerza de empuje de la tabla sobre el objeto (esta fuerza se denomina *Fuerza Normal*³). Cuando se va inclinando la tabla, esa fuerza normal (F_n), seguirá actuando de forma perpendicular a la tabla, pero al estar más inclinada la tabla esa fuerza que la sostiene sobre la tabla va disminuyendo, mientras que la fuerza correspondiente a la gravedad (F_g) que hace que baje va creciendo y por ello el objeto se desliza hacia abajo. Entre mayor sea la inclinación menor será la fuerza normal y mayor la gravitacional, por lo que el objeto se moverá cada vez más rápido (ver figura 17). Desde luego que también está la fuerza de fricción (F_f) que afecta cómo se mueve el objeto.

³ La palabra normal tiene que ver con que esa fuerza está aplicada siempre en la dirección perpendicular al plano sobre el que se encuentra el objeto y es una expresión geométrica

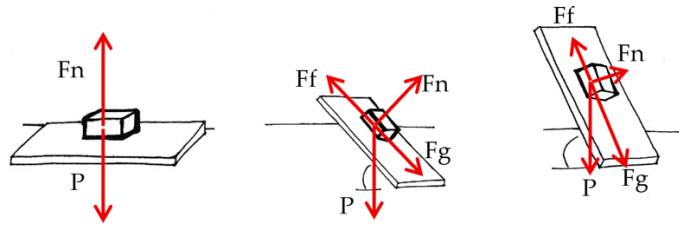


Figura 17. La influencia del peso se manifiesta en el objeto cuando está en una rampa o plano inclinado, su influencia depende del ángulo de inclinación de la rampa y puede ser contrarrestada parcial o totalmente por la fuerza de fricción. Cuando la influencia del peso es mayor a la fuerza de fricción, el bloque puede resbalarse aumentando su velocidad continuamente conforme va resbalando.

La balanza

La balanza que se utiliza en las actividades es una superficie como una tabla que se sostiene en su punto medio de manera que se encuentra en equilibrio, esto es en estado horizontal. Si en uno de sus extremos se coloca un peso, entonces la balanza sale del equilibrio y se inclina hacia el lado donde está el peso. Para equilibrarla nuevamente habrá que colocar otro peso igual del otro lado de la balanza a la misma distancia del centro que tiene el primer objeto colocado sobre la balanza como muestra la figura 18.

Si se aumenta en un lado el peso, la balanza nuevamente se desequilibrará y para equilibrarla habrá que colocar otro peso igual del lado contrario.

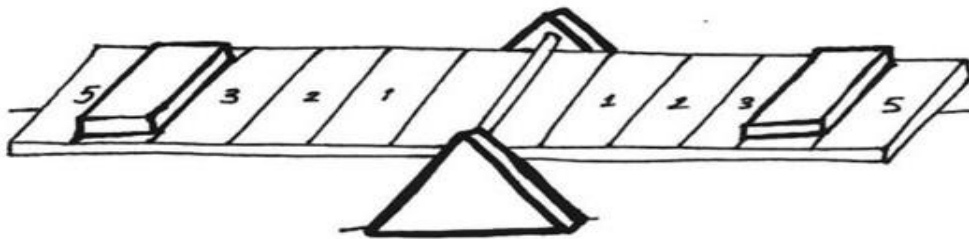


Figura 18. Balanza equilibrada con pesos iguales a distancias iguales.

Sin embargo, esta no es la única manera de lograr el equilibrio de la balanza. Es posible, por ejemplo, colocar un peso mayor que otro más cerca del punto de giro de la balanza y equilibrarla colocando el peso menor en el otro lado de la balanza más lejos.

Lo que cuenta para equilibrar la balanza es que la relación entre peso y distancia al eje de giro sea una cantidad igual en un lado que en el otro.

De esta forma, si de un lado se coloca un peso P_1 y la distancia al eje de giro es L_1 , podemos multiplicar P_1 por L_1 , esto es $P_1 \times L_1$. En el otro lado el peso será P_2 y la distancia L_2 , de igual manera la relación puede quedar definida como $P_2 \times L_2$. La balanza quedará en equilibrio cuando $P_1 \times L_1 = P_2 \times L_2$.

Si los pesos P_1 y P_2 son iguales, entonces también lo serían L_1 y L_2 . Si por ejemplo el peso P_2 es dos veces el peso P_1 , entonces la distancia L_2 será la mitad de la distancia L_1 para lograr el equilibrio. Si para este caso, el peso P_2 se coloca en otra distancia mayor o menor a la mitad de L_1 , la balanza perderá el equilibrio (ver figura 19).

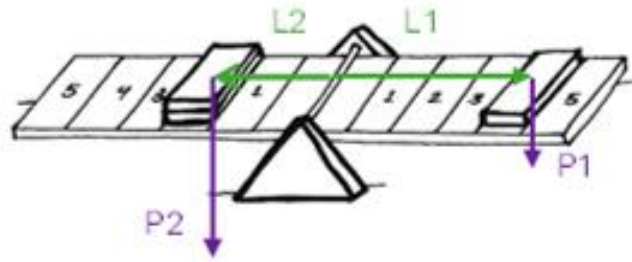


Figura 19. Balanza equilibrada con pesos diferentes y distancias diferentes.

La polea

La polea es un artefacto común que tiene muchas ventajas. La polea simple consiste básicamente en una rueda acanalada que gira libremente sobre un eje y sobre la que se pasa una cuerda o cadena.

Cuando la polea está fija en el techo o travesaño, la cuerda pasa por la polea atando de un extremo el objeto que se desea subir o cargar mientras que del otro extremo se aplica la fuerza para jalarlo. La ventaja de este uso de la polea consiste en ayudar a subir el objeto a la altura deseada jalando hacia abajo lo cual puede implicar tener un mayor apoyo para subir al objeto. Sin embargo, la fuerza que hay que aplicar no es menor que la necesaria para subirlo directamente sin la polea, lo que hace la polea es modificar la dirección en la que se aplica la fuerza como se muestra en la figura 20.

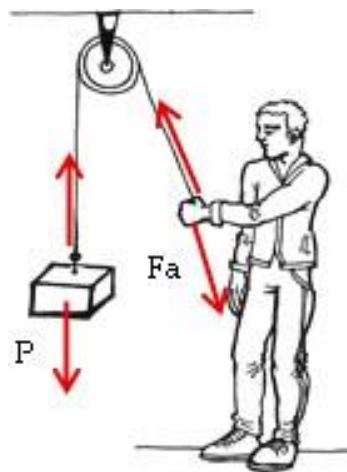


Figura 20. Configuraciones de polea simple.

Dos poleas

Se pueden hacer combinaciones en el empleo de dos poleas. Se instala la polea fija sobre un soporte para evitar jalar hacia arriba y la otra polea se coloca libre sobre, a ella, se ata el peso u objeto a levantar y un extremo de la cuerda al soporte. Se hace pasar la cuerda por ambas poleas como se muestra en la figura 21. Con este arreglo la fuerza para subir el objeto, prácticamente se reduce hasta la mitad del peso de la polea y el objeto. Cuando el número de poleas aumenta, la fuerza necesaria para levantar el objeto disminuirá.

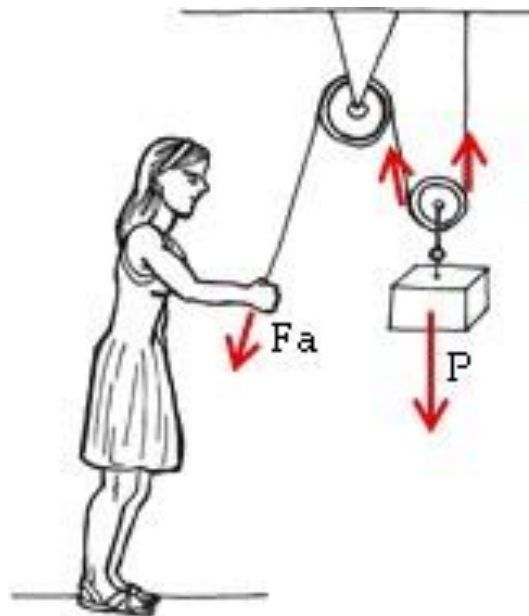


Figura 21. La polea doble es una combinación de poleas simples fija y libre.

Tres y cuatro poleas

Se pueden hacer arreglos de tres o más poleas como el arreglo de tres poleas que se muestra en la figura 22. Con tres poleas se tiene una libre y dos fijas al techo, de manera que la fuerza aplicada F_a es la tercera parte del peso del objeto que se desea cargar más el peso de la polea. Con más poleas, por ejemplo, con cuatro poleas, se puede disminuir la fuerza aplicada para subirlo un objeto, a prácticamente la cuarta parte de su peso.

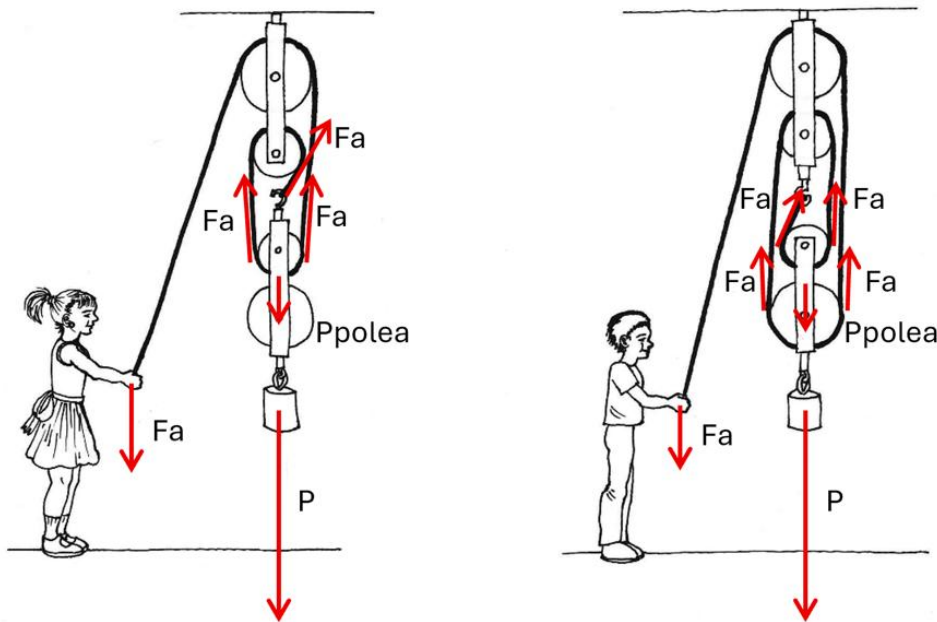


Figura 22. Arreglo de tres y cuatro poleas.

Estructura de las actividades

Descripción del proceso didáctico

Las actividades están orientadas de forma que el estudiantado se enfrente a situaciones como retos o desafíos que implican la coordinación de acciones con explicaciones. Esto como se ha señalado, está soportado por la construcción de representaciones subyacentes que posibilitan esa acción y explicación. De esta forma, cada actividad inicia con un cuestionamiento sobre cómo sería posible lograr que se lleve a cabo un reto para observar algún comportamiento específico de los procesos. Estos retos son, en principio, sencillos de lograr con el equipo de experimentación con el que se cuenta e implican una acción directa de la alumna(o) o conjunto de alumnos que estén llevando a cabo el proceso.

El profesor o profesora podrá, en todo momento, utilizar los cuestionamientos sugeridos en cada actividad para orientar el debate entre el estudiantado y guiar el proceso explicativo del alumnado. Desde luego, se pueden agregar otras preguntas y acciones para que el alumnado haga explícitos sus razonamientos y se contribuya al logro de explicaciones coherentes.

Las actividades están organizadas en cuatro bloques.

1. **Pendientes en las que resbalan distintos materiales.** Las fuerzas que actúan en este caso serán la gravedad y la fricción entre el plano inclinado y el objeto que resbala. El formato de la actividad hace énfasis en lo que ocurre sobre el deslizamiento de los objetos sobre la rampa. Entre los objetos y la superficie se presentan diferente coeficiente de fricción por lo que su comportamiento es una relación entre la inclinación del plano y el tipo de superficie del objeto.
2. **Balanza en condiciones variantes de peso y punto de equilibrio.** La fuerza de gravedad y la disposición de los pesos colocados a cierta distancia del fulcro son las variables con las que se interactúa para conseguir el equilibrio de la balanza. El formato de la interacción se basa en el equilibrio de la balanza y el peso de los objetos, así como en utilizar ejemplos cotidianos.

3. **Dinamómetros con resortes distintos.** Dinamómetros con diferente constante de elasticidad que pueden ser jalados en distintos sentidos. La fuerza aplicada elonga el resorte de acuerdo con su constante de elasticidad. Las actividades permitirán hacer indagaciones sobre la suma vectorial de las fuerzas. La percepción de la fuerza y la dirección en la que se aplica son aspectos que serán analizados a partir de la interacción y el cuestionamiento de los docentes.
4. **Sistema de polea de 1 y 2 puntos en interacción.** En este caso problemas en donde participan la fuerza de gravedad y la fuerza aplicada necesaria para mover un objeto que será levantado por medio de las poleas, darán la oportunidad de identificar el razonamiento de niñas y niños.

Diseño de las actividades

Las actividades de cada bloque tendrán el siguiente formato que permitirá organizar cómo ocurre la interacción del alumnado con el proceso experimental y explicativo y, contribuir a que éste tenga un seguimiento de construcción del concepto de fuerza lo más coherente posible. El bloque 1 consta de seis retos, el bloque 2 de cuatro retos, el bloque 3 de cinco retos y el bloque 4 de tres retos.

Las actividades estarán organizadas de acuerdo con una secuencia que se espera que sigan las alumnas y alumnos en su proceso de construcción conceptual. Para cada bloque se especifican: la sesión de trabajo, los materiales y el objetivo específico de la actividad y los propósitos de aprendizaje. En un recuadro se encontrará el desglose que incluye el nombre de la actividad y su objetivo, las ideas a investigar antes de iniciar el trabajo con el alumnado, las preguntas que guíen la investigación o experimentación que se propone, los datos que hay que recuperar de las acciones, las reflexiones sobre lo observado para contrastar y argumentar sobre las ideas previas iniciales y lo que se ha aprendido y los elementos a considerar en el registro que niñas y niños deben realizar en cada actividad. Al final de la descripción de las actividades encontrará las hojas de registro que se sugieren para cada reto.

A continuación, se presenta la estructura de bloque y actividades.

Materiales y Montaje:

Título de la actividad

Objetivo de la actividad	
Indagación de ideas	
Investigar (experimentar, descubrir, preguntar, registrar, razonar)	
Reflexionar (analizar, compartir) sobre los hallazgos y las ideas previas	
Registrar	

Los materiales

Los materiales que acompañan este proyecto han sido diseñados y elaborados de manera que tengan las características de tamaño y resistencia para que puedan ser utilizados de manera fácil, segura y adecuada a las dimensiones del alumnado para que les permita explorar los procesos físicos sin restricciones de cuidados extremos del material.

A continuación, se describe brevemente su propósito y se acompañan de una ilustración representativa.

Plano inclinado

Se desarrollaron dos planos inclinados y un bloque de deslizamiento con superficies adheridas a sus caras con materiales diferentes para comparar su deslizamiento. Ambos planos inclinados se apoyan en el Marco de Soporte. Su finalidad es que se puedan llevar a cabo acciones comparativas de velocidad, aceleración y tiempo de los objetos al bajar por el plano a distintos ángulos de inclinación, además de que el alumnado pueda determinar las condiciones para bajada como para subida que deben cumplirse para lograr que los objetos se muevan lo rápido o lento, según los retos planteados. El marco de soporte con los planos inclinados se muestra en la figura 23.

El bloque con superficies de materiales distintos (hule sintético, corcho, hule espuma y EVA o fomi) tiene la finalidad de analizar el tipo de material y la fricción que hay entre ese material y la rampa de deslizamiento. Con ello se espera que los alumnos puedan inferir situaciones de velocidad y ángulo de deslizamiento.



Figura 23. Arriba. Planos inclinados colocados en ángulos diferentes con bloque.

Un extremo de la rampa se inserta en uno de los travesaños laterales del marco soporte y el otro se apoya en el piso, el ajustador de altura permite variar el ángulo de la rampa. Abajo. Las cuatro superficies diferentes del bloque. (Elaboración propia)

Soporte

El marco soporte consiste en una estructura hecha de tubo de acero que conforma un marco que define el espacio donde se realizan las actividades. En el marco se colocan las piezas para hacer las pruebas experimentales. Acompañan al marco tres armellas para sujetar las piezas necesarias para realizar los experimentos. El travesaño superior contiene una serie de perforaciones donde se colocan las poleas

o se cuelgan objetos diversos según la actividad por medio de una armella. A ambos lados del marco hay dos barras sobre la cual se colocan las rampas ya sea que se emplee como un plano inclinado o como una mesa horizontal. También es posible colocar en las barras una armella.

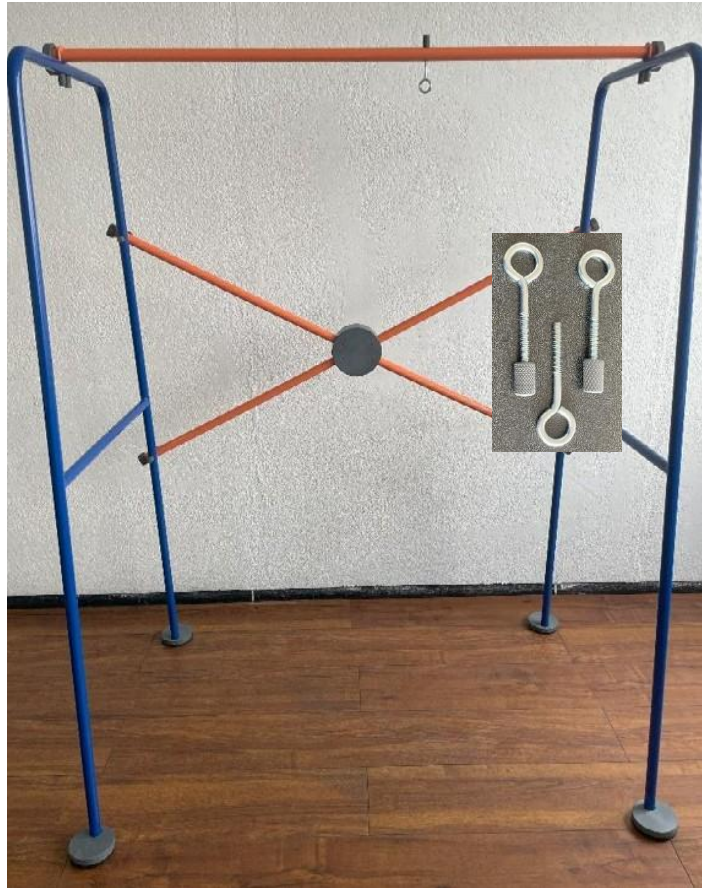


Figura 24. Izquierda. Marco soporte con dos armellas una en el travesaño superior y otra en un travesaño lateral, en los travesaños se apoyan los dispositivos experimentales. Derecha. Las tres armellas, una sin tuerca. (Elaboración propia)

Balanza

Con la balanza el alumnado podrá explorar la relación entre pesos y distancias para mantener una situación de equilibrio. Se podrá explorar cómo equilibrar la balanza cuando se tiene mayor peso de un lado y menor en otro, determinar que el equilibrio implica que la relación peso y distancia al fulcro debe ser la misma en ambos lados de la balanza para estar en equilibrio. Con ella el alumnado podrá establecer razonamientos entre dos variables por lo que no sólo las distancias con un punto fijo se pueden analizar, sino también cuando varía el punto de giro, esto es del fulcro (ver figura 25).

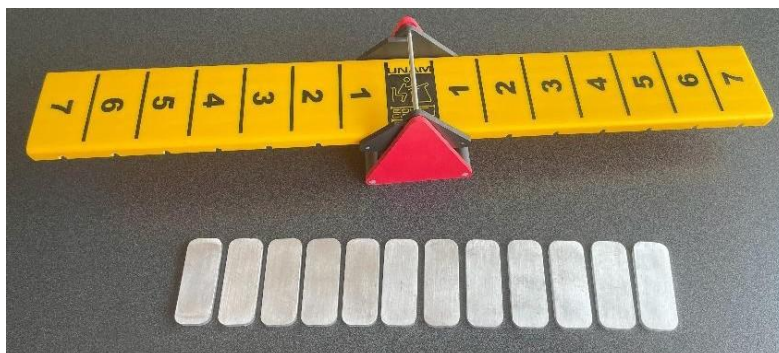


Figura 25. Balanza aritmética con doce pesas. (Elaboración propia)

Dinamómetros

Se cuenta con cuatro dinamómetros, dos de ellos iguales y dos con un resorte de mayor coeficiente de elasticidad. Su propósito es que el alumnado tenga diversas experiencias con la aplicación de las fuerzas.

En unos casos por acción directa jalando los dinamómetros en un sentido, en sentido opuesto o en combinación de dinamómetros en diversas direcciones simultáneamente para lo que se tiene un aro que permite tener tres dinamómetros en ángulos diferentes. También tiene la función de instrumento de medición pues con ellos el alumnado podrá estimar las diferencias entre las fuerzas aplicadas. En particular las mediciones son relevantes cuando se combinan con poleas para determinar la disminución de la fuerza aplicada (ver figura 26).



Figura 26. Izquierda: Niñas y niños actuando sobre uno de los dinamómetros.
Derecha: Dos dinamómetros graduados con aro. (Elaboración propia)

Poleas

Se cuenta con tres poleas sencillas, dos poleas dobles y un cordel de 95 cm de longitud. El propósito es que el estudiantado experimente y pueda comprender que una sola polea solo cambia la dirección de la fuerza aplicada, por ejemplo, para levantar un objeto. Que es posible disminuir la fuerza aplicada para levantar el mismo objeto, que pueda razonar sobre la proporción en la que la fuerza aplicada puede disminuir cuando se combinan dos poleas simples y, finalmente que comprenda el funcionamiento de sistemas de poleas dobles que son equivalentes a tener poleas sencillas acopladas (ver figura 27).

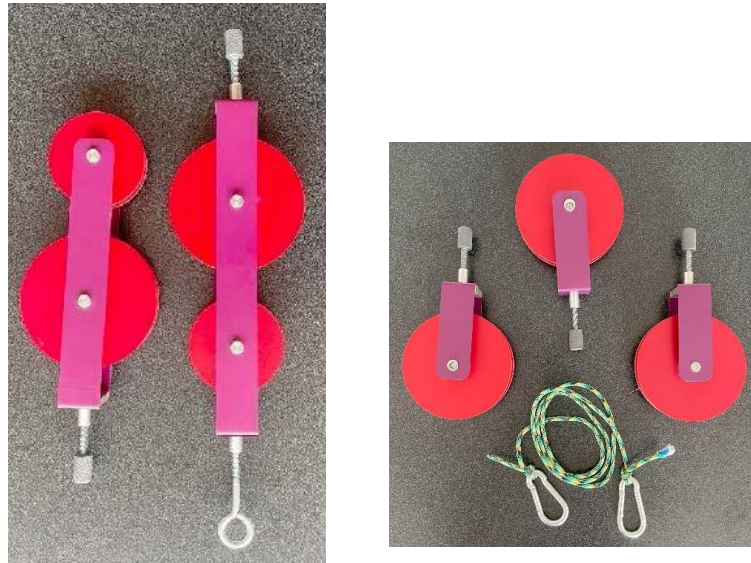


Figura 27. La imagen de la izquierda muestra las dos poleas dobles y la de la derecha las tres poleas sencillas y una cuerda. (Elaboración propia)

Actividades

Bloque 1: Pendientes en las que resbalan distintos materiales (plano inclinado)

Materiales y montaje:

Marco de soporte con la rampa colocada en uno de los soportes de la estructura.

El bloque deberá colocarse siempre con la cara lisa para iniciar esta actividad (ver figura 28).



Figura 28. El plano inclinado mientras que el bloque se puede deslizar en la superficie. (Elaboración propia)

Reto 1.1 De arriba a abajo

Actividad 1.1 De arriba a abajo

Objetivo de la actividad	Exploración del movimiento del objeto en la rampa. Inferir y actuar para lograr que el objeto se deslice lo más rápido que puedan lograr. Se espera que su inferencia pueda llevarse a cabo mediante razonamientos como el hipotético-deductivo, esto es que planten situaciones que piensen serán las que logren mover el objeto más rápido al tomar en cuenta algún factor como el peso, la altura, dar un impulso, entre otros.
Indagación de ideas	¿Qué sucedería si dejamos en una rampa inclinada un objeto? ¿Si lo pongo en la parte superior es lo mismo que en la inferior? ¿Podrías explicar lo que sucede en cada caso?
Investigar (experimentar, descubrir, preguntar, registrar, razonar)	¿Qué harías para que este objeto (paralelepípedo rectangular con texturas diferentes en sus caras) se deslice por la rampa lo más rápido posible desde el extremo superior hasta el extremo inferior, esto es de arriba hacia abajo? La rampa puede iniciar su inclinación a 45° recargada en uno de los soportes laterales del marco de soporte. Si las alumnas y alumnos que están explorando sus ideas deciden cambiar la inclinación lo pueden hacer. Si colocas este bloque sobre la rampa y lo sueltas,

	<p>¿Qué sucederá?</p> <p>¿Consideras que bajó como pensabas?</p> <p>¿Qué harías para que se deslizara hacia abajo lo más rápido posible?</p> <p>¿Se deslizó más rápido con lo que hiciste? ¿Por qué ocurrió eso?</p> <p>¿Habrá otra manera de hacer que baje aún más rápido?</p> <p>¿Cómo podría hacerse para que ahora baje más lento? ¿Por qué hay que hacer eso que propones para que baje más lento?</p> <p>¿Consideras que bajó como pensabas?</p>
<p>Reflexionar (analizar, compartir) sobre los hallazgos y las ideas previas</p>	<p>¿Cómo explicarías que es lo que hace que cualquier objeto colocado en la rampa baje?</p> <p>¿Será lo mismo que en la resbaladilla de un parque de juegos?</p> <p>¿Cómo puedes detenerte en una resbaladilla cuando vas bajando? ¿Por qué ocurre el que puedas detenerte en la resbaladilla?</p>

Registrar	<p>Anota en tu cuaderno qué es lo que le ocurre al bloque cuando lo colocas en la rampa y que haces para que baje más rápido.</p> <p>Realiza un dibujo de la pendiente y el objeto. Puedes hacer más de un dibujo si es necesario.</p>
-----------	--

Reto 1.2 De abajo a arriba

Actividad 1.2 De abajo a arriba

Objetivo de la actividad	Recurrir a experiencia cotidiana de lanzar objetos, se espera que su acción corresponda a posible razonamiento inductivo pues sería una generalización de las acciones que ha llevado a cabo en diversos contextos y con diversos objetos.
Indagación de ideas	<p>¿Qué sucedería si dejamos un objeto en la parte inferior de una rampa inclinada?</p> <p>¿Qué se necesita hacer para que un objeto suba por una rampa?</p> <p>¿Podrías explicar lo que sucede en cada caso?</p>
Investigar (experimentar, descubrir, preguntar, registrar, razonar)	<p>¿Qué harías para que este objeto se deslice lo más rápido posible desde el extremo inferior hasta el extremo superior, esto es, de abajo hacia arriba?</p> <p>La rampa puede iniciar su inclinación a 45° recargada en uno de los soportes laterales del marco de soporte. Si las niñas y niños que están explorando sus ideas deciden cambiar la inclinación lo pueden hacer.</p> <p>¿Qué debe hacerse si ahora quieres que el bloque vaya de abajo hacia arriba?</p> <p>¿Por qué debería hacerse eso?</p>

	<p>¿Subió como pensabas? ¿Por qué?</p> <p>Si yo quisiera que subiera más rápido y luego más lento, ¿qué tendría que hacer?</p> <p>¿Es más fácil o difícil subirlo? ¿Por qué?</p>
<p>Reflexionar (analizar, compartir) sobre los hallazgos y las ideas previas</p>	<p>¿Cómo explicarías el por qué que es necesario lo que hiciste para que el bloque suba?</p> <p>¿Qué haces para subir por una resbaladilla en el parque de juegos?</p> <p>¿Por qué hay que empujar para que suba y no para que baje?</p>
<p>Registrar</p>	<p>Anota en tu cuaderno qué es lo que haces para que suba el bloque sobre la rampa y qué haces para que suba más rápido.</p> <p>Realiza un dibujo de lo que haces para que el objeto suba por la pendiente.</p> <p>Puedes hacer más de un dibujo si es necesario.</p>

Reto 1.3. No baja ni sube

Montaje

Marco de soporte con la rampa colocada horizontalmente en los extremos soporte de la estructura como se muestra en la figura 29.

El bloque deberá colocarse siempre con la cara lisa al iniciar esta actividad.

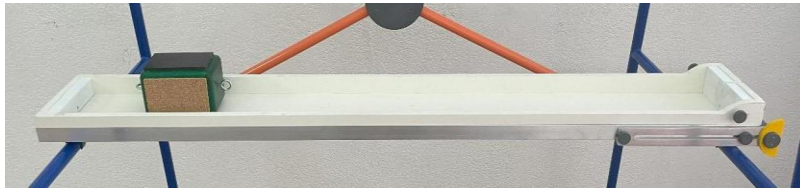


Figura 29. La rampa se inserta sobre los travesaños laterales del marco para que quede horizontal y el bloque se coloca en la rampa. (Elaboración propia)

Actividad 1.3. No baja ni sube

Objetivo de la actividad	Recurrir a experiencia cotidiana de lanzar objetos, se espera que su acción corresponda a un posible razonamiento inductivo pues sería una generalización de las acciones que ha llevado a cabo en diversos contextos y con diversos objetos.
Indagación de ideas	¿Es posible sobre una mesa se puede tener un objeto moviéndose o en reposo? ¿Qué pasa con los objetos sobre una mesa si a ésta se le rompe una pata?

<p>Investigar (experimentar, descubrir, preguntar, registrar, razonar)</p>	<p>¿Qué harías para que este objeto se deslice lo más rápido posible de extremo a extremo cuando la rampa se encuentra colocada horizontalmente?</p> <p>¿Qué puedo hacer para que se deslice desde un extremo al otro con la rampa colocada horizontalmente?</p> <p>¿Qué tienes que hacer para que se mueva rápido?</p> <p>¿Qué tienes que hacer para que se mueva lento? ¿Por qué?</p>
<p>Reflexionar (analizar, compartir) sobre los hallazgos y las ideas previas</p>	<p>¿Por qué se detiene inmediatamente cuando dejas de empujar el bloque?</p> <p>¿Cuál es la diferencia con lo que hiciste en los retos 1 y 2?</p> <p>¿Se explica de la misma manera lo que ocurre en esta ocasión que en las anteriores cuando la rampa inclinada?</p>
<p>Registrar</p>	<p>Haz un dibujo de lo que hiciste para que el bloque se mueva lo más rápido.</p> <p>Haz un dibujo de lo que hiciste para que el bloque se moviera lo más lento posible.</p> <p>Junto a los dibujos, escribe qué hiciste en cada caso y qué diferencia hay entre ellos.</p>

Reto 1.4. Una cara rugosa

Montaje

Marco de soporte con la rampa colocada a 45° . Como se muestra en la figura 28. Si las alumnas(os) que están explorando sus ideas deciden cambiar la inclinación lo pueden hacer.

Bloque con caras de distinto material. Cada uno con coeficiente de fricción diferente.

Actividad 1.4. Una cara rugosa

Objetivo de la actividad	Exploración de las distintas rugosidades de las caras del bloque. Se espera que se lleven a cabo inferencias debido a la experiencia cotidiana con materiales de diferente textura. Las acciones correspondientes pueden implicar razonamiento inductivo como inferir que el movimiento ocurrirá como lo han visto con distintos materiales, o bien abductivo cuando reconocen que hay posibles movimientos según el material y seleccionar cuál de ellos llevará a cabo el comportamiento esperado. Esto es, que haya selección de la hipótesis más plausible.
Indagación de ideas	De acuerdo con las actividades previas ¿Cómo crees que se deslizará hacia abajo el bloque cuando lo colocas con una superficie diferente a la lisa?
Investigar (experimentar, descubrir, preguntar, registrar, razonar)	Elige una cara del bloque paralelepípedo que no sea la cara lisa. ¿Qué harías para que se deslice lo más rápido posible del extremo superior al extremo inferior? ¿Qué harías para que suba lo más rápido posible?

	<p>¿Cómo crees que se deslizará hacia abajo el bloque con la superficie que has elegido?</p> <p>¿Sucedió lo que pensabas?</p> <p>¿En qué será diferente el movimiento del bloque si lo deslizas por su cara lisa?</p> <p>¿Tu predicción fue acertada?</p>
<p>Reflexionar (analizar, compartir) sobre los hallazgos y las ideas previas</p>	<p>¿Cómo explicas lo que has observado?</p> <p>¿Es tu explicación la misma para cuando el bloque tiene que subir por la rampa?</p> <p>Si se cambiara la superficie de la rampa en lugar de la del bloque</p> <p>¿De qué material debiera ser para que el bloque bajara o subiera más rápido?</p> <p>¿En qué tipo superficie de la rampa imaginas que el deslizamiento del bloque sería más rápido?</p>
<p>Registrar</p>	<p>Haz un dibujo que muestre con que superficie el bloque baja más rápido y con cuál lo hace más lento.</p> <p>Anota qué tienes que hacer para que el bloque resbale más rápido con la superficie que lo hace más lento.</p> <p>Haz un dibujo indicando cómo tienes que aventar el bloque con cada uno de los materiales de sus caras</p>

	para que llegue hasta arriba.
--	-------------------------------

Reto 1.5. Varias caras rugosas

Actividad 1.5. Varias caras rugosas

Objetivo de la actividad	Exploración de las distintas rugosidades de las caras del bloque. Se espera que se lleven a cabo inferencias debido a la experiencia cotidiana con materiales de diferente textura. Las acciones correspondientes pueden implicar razonamiento inductivo como inferir que el movimiento ocurrirá como lo han visto con los mismos materiales, o bien abductivo cuando reconocen que hay posibles movimientos según el material y seleccionar cuál de ellos llevará a cabo el comportamiento esperado. Esto es, que haya selección de la hipótesis más plausible.
Indagación de ideas	<p>El bloque que has usado tiene cuatro caras de diferentes materiales.</p> <p>¿Cómo crees que se deslizará el bloque para cada una de las superficies del bloque?</p> <p>¿Con cuál se deslizará más rápido y con cual más lento?</p> <p>¿Bajo qué razón seleccionarías la superficie que se desliza más rápido y la que se desliza más lento?</p>

<p>Investigar (experimentar, descubrir, preguntar, registrar, razonar)</p>	<p>¿Cómo podrías determinar cuál de las superficies que tiene el cubo es la que se desliza más rápido y cuál la que lo hace más lento?</p> <p>¿Qué acciones deberían llevarse a cabo para corroborar tus supuestos?</p> <p>¿Sucedió lo que pensabas?</p> <p>¿Tu predicción fue acertada?</p>
<p>Reflexionar (analizar, compartir) sobre los hallazgos y las ideas previas</p>	<p>¿Cómo explicas lo que has observado?</p> <p>¿Es tu explicación la misma para cuando el bloque tiene que subir por la rampa?</p> <p>Si se cambiara la superficie de la rampa en lugar de la del bloque</p> <p>¿De qué material debiera ser para que bajara o subiera más rápido? ¿Por qué?</p> <p>¿De qué material debiera ser para que bajara o subiera más lento? ¿Por qué?</p>
<p>Registrar</p>	<p>Haz un dibujo que muestre cómo se desliza el bloque sobre la rampa con cada uno de los materiales de sus cuatro caras.</p> <p>Anota al lado de los dibujos el número del 1 al 4 ordenando del más rápido al más lento.</p>

Reto 1.6 Diferentes inclinaciones

Montaje

Marco de soporte con dos rampas colocadas a la rampa colocada a inclinaciones diferentes, como se muestra en la figura 30.

Bloque con caras de distinto material.



Figura 30. Dos rampas a diferentes inclinaciones sobre las que se puede deslizar el bloque. (Elaboración propia)

Actividad 1.6 Diferentes inclinaciones

Objetivo de la actividad	Exploración con la inclinación del plano. Se espera que se lleven a cabo inferencias debido a la experiencia cotidiana con rampas de diferente ángulo de inclinación. Las acciones correspondientes pueden implicar razonamiento inductivo, esto es inferir se acuerdo a suponer que ocurrirá de acuerdo con su experiencia previa o bien razonamiento abductivo, esto es que haya selección de la hipótesis más plausible.
Indagación de ideas	<p>¿Cómo crees que se deslizará el bloque en cada uno de los planos inclinados?</p> <p>¿El bloque se moverá igual o diferente en cada caso?</p>
Investigar (experimentar, descubrir, preguntar, registrar, razonar)	<p>¿Cómo podrías, para una misma superficie del cubo, lograr que se deslizará lento y rápido por el plano inclinado sin darle algún empujón o ponerle algo para que sea más lento?</p> <p>¿Qué acciones deberían llevarse a cabo para corroborar tus supuestos?</p> <p>¿Por qué razón seleccionaste cierta inclinación para que el cubo se deslizará más rápido y otra inclinación para que se deslice más lento?</p> <p>¿Sucedió lo que pensabas?</p> <p>¿Tu predicción fue acertada?</p>

	<p>Si se cambiara la inclinación de la rampa a otros ángulos en lugar de los que has probado</p> <p>¿Cuál sería la mayor inclinación posible para que el cubo se deslizara lo más rápido posible?</p> <p>¿Cuál sería la menor inclinación posible para que el cubo se deslizara lo más lento posible? ¿Por qué?</p>
<p>Reflexionar (analizar, compartir) sobre los hallazgos y las ideas previas</p>	<p>¿Cómo explicas lo que has observado?</p> <p>¿Es tu explicación la misma para cuando el bloque tiene que subir por la rampa?</p>
<p>Registrar</p>	<p>Haz un dibujo donde muestres la inclinación de la rampa en las dos primeras pruebas que hiciste.</p> <p>Anota a un lado los dibujos si el bloque se desliza más rápido y más lento.</p> <p>Haz otros dos dibujos con la inclinación de la rampa donde lograste que el bloque se mueva lo más rápido y los más lento posible, y anota junto a los dibujos en cual fue más rápido y cual más lento.</p>

Bloque 2: Balanza en condiciones variantes de peso y punto de equilibrio

Materiales y montaje

Balanza de brazos iguales con el fulcro o eje de giro en el centro de la balanza.

Objetos rectangulares con la misma forma y masa. Ver la figura 31.



Figura 31. Balanza con el fulcro al centro y 2 pesos. (Elaboración propia)

Reto 2.1 Todos iguales

Material

Balanza de brazos iguales (Ver la figura 31).

Dos objetos rectangulares con la misma forma y masa.

Actividad 2.1 Todos iguales

Objetivo de la actividad	Se espera que se lleven a cabo inferencias debido a la experiencia cotidiana con situaciones de equilibrio. Las acciones correspondientes pueden implicar razonamiento analógico como utilizar balanzas conocidas o inductivo generalizando su experiencia en situaciones como un sube y baja del parque de juegos.
Indagación de ideas	¿Cómo se logra equilibrar una balanza con dos pesos iguales? ¿Qué se debe entender por equilibrar la balanza? ¿Qué situaciones has tenido con el equilibrio?
Investigar (experimentar, descubrir, preguntar, registrar, razonar)	¿Dónde pondrías estos dos objetos (rectángulos iguales) para lograr que la balanza esté equilibrada? ¿De qué otra forma puedes lograr el equilibrio con los mismos rectángulos? ¿Lograste el equilibrio colocando los rectángulos en varios lugares de la balanza? ¿Cómo lo explicas que también en esos casos se llega al equilibrio?

<p>Reflexionar (analizar, compartir) sobre los hallazgos y las ideas previas</p>	<p>¿Cómo explicas por qué se llega al equilibrio con los dos rectángulos o pesos?</p> <p>¿Hay alguna forma de que sea imposible lograr el equilibrio?</p> <p>¿Puede lograrse el equilibrio empujando de cada lado de la balanza con los dedos?</p> <p>¿Cómo se explica esa situación que empujar con tus dedos produce el mismo resultado de equilibrio que usando los rectángulos?</p>
<p>Registrar</p>	<p>Haz dibujos de todas las condiciones en las que lograste el equilibrio de la balanza.</p> <p>También dibuja en la situación donde no lograste el equilibrio. Anota cuáles son las diferencias entre estos casos.</p>

Reto 2.2 Equilibrio y desequilibrio

Material

Balanza de brazos iguales. (Ver figura 31)

Cuatro objetos rectangulares con la misma forma y masa.

Actividad 2.2 Equilibrio y desequilibrio

Objetivo de la actividad	Se espera que el alumnado explore con los pesos sea sumándolos o colocándolos en diversas posiciones sobre los brazos de la balanza. Se esperan inferencias por las acciones que lleven a cabo con posible razonamiento hipotético-deductivo esto es razonando que si el objeto pesa más deberá estar más cerca del eje que si pesa menos.
Indagación de ideas	Si en lugar de tener dos rectángulos iguales tuvieras cuatro ¿habrá más posibilidades de equilibrar la balanza con las cuatro piezas? ¿Podrías imaginar cómo colocarías los rectángulos sobre la balanza? ¿Siempre se puede equilibrar la balanza, aunque aumente la cantidad de rectángulos?

<p>Investigar (experimentar, descubrir, preguntar, registrar, razonar)</p>	<p>¿Dónde pondrías estos cuatro objetos (rectángulos iguales) para lograr que la balanza esté equilibrada? ¿Tienen que estar repartidas o pueden agruparse?</p> <p>¿Cómo se pueden distribuir los cuatro rectángulos para que se logre el equilibrio?</p> <p>¿Cómo hay que colocarlos para que esté en desequilibrio?</p> <p>Si los agrupas superponiéndolos ¿Dónde los pondrías para lograr el equilibrio?</p>
<p>Reflexionar (analizar, compartir) sobre los hallazgos y las ideas previas</p>	<p>¿Cómo explicas por qué es posible tener muchas formas de equilibrar la balanza?</p> <p>¿Cuáles son las condiciones en las que no se llega al equilibrio?</p> <p>¿Cómo se explica que al agrupar o sumar los rectángulos también se logra el equilibrio?</p>
<p>Registrar</p>	<p>Haz dibujos de todas las condiciones en las que lograste el equilibrio de la balanza.</p> <p>También dibuja en la situación donde no lograste el equilibrio. Anota cuáles son las diferencias entre estos casos.</p>

Reto 2.3 Una balanza dispareja

Material y montaje

Balanza de brazos iguales con el fulcro desplazado del centro de la balanza. (Ver la figura 32).

Dos objetos rectangulares con la misma forma y masa.



Figura 32. Balanza con el fulcro de giro desplazado una casilla. (Elaboración propia)

Actividad 2.3 Una balanza dispareja

Objetivo de la actividad	Se espera que el alumnado explore con los pesos, colocándolos en diversas posiciones sobre los brazos desiguales de la balanza. Se esperan inferencias por las acciones que lleven a cabo con posible razonamiento hipotético-deductivo, en este caso, razonando que si el brazo es más largo o más corto requiere menor o mayor peso correspondientemente.
--------------------------	---

Indagación de ideas	<p>¿Crees que se puede equilibrar la balanza cuando sus dos brazos tienen longitudes diferentes con respecto al punto de apoyo?</p> <p>En un sube y baja, cuando las personas pesan muy diferente</p> <p>¿qué se hace para poder equilibrarse?</p>
Investigar (experimentar, descubrir, registrar, razonar), preguntar,	<p>¿Dónde pondrías estos dos rectángulos iguales para lograr que la balanza esté equilibrada si el punto de giro o fulcro está desplazado?</p> <p>¿Es posible lograr el equilibrio en distintas posiciones del fulcro? ¿Qué se requiere hacer?</p> <p>¿Es posible equilibrar en esta situación la balanza colocando los dos rectángulos en un extremo y por el otro empujando con el dedo?</p>
Reflexionar (analizar, compartir) sobre los hallazgos y las ideas previas	<p>¿Cómo explicas por qué al cambiar de lugar el fulcro sobre el eje de giro de la balanza también se puede equilibrar?</p> <p>¿Cómo se explica que empujar con el dedo es equivalente a poner pesos sobre la balanza?</p> <p>¿Hay lugares donde se coloque el eje de giro en el que no pueda llegarse al equilibrio?</p> <p>¿Por qué crees que en los sube y baja del parque de juegos éste tiene tres posibles posiciones en las que se puede colocar el tubo o la tabla en la que te subes?</p>

Registrar	<p>Haz dibujos que indiquen donde está el fulcro y las posiciones de los rectángulos o pesas en ambos lados cuando se logra equilibrar la balanza.</p> <p>Anota cuáles son las diferencias entre estos casos en los cuales se logró el equilibrio de la balanza.</p>
-----------	--

Reto 2.4 Brazos desiguales y pesos desiguales

Material y montaje

Balanza de brazos iguales con el fulcro desplazado del centro. Ver figura 32.

Tres objetos rectangulares con la misma forma y masa.

Actividad 2.4 Brazos desiguales y pesos desiguales

Objetivo de la actividad	Se espera que el alumnado explore con los pesos, colocándolos en diversas posiciones sobre los brazos desiguales de la balanza y también sumándolos. Se esperan inferencias por las acciones que lleven a cabo con posible razonamiento hipotético-deductivo razonando que si el brazo es más largo o más corto requiere menor o mayor peso correspondientemente.
Indagación de ideas	Si se tiene el fulcro con el eje de giro fuera del centro de la balanza ¿Se podría equilibrar la balanza colocando diferente número de piezas a cada lado de la balanza para equilibrarla? ¿Dónde pondrías más piezas del lado largo o del corto de la balanza? ¿Por qué?

<p>Investigar (experimentar, descubrir, preguntar, registrar, razonar)</p>	<p>¿Dónde pondrías estos tres rectángulos iguales para lograr que la balanza esté equilibrada si el punto de giro o fulcro está desplazado hasta la posición marcada con el número cuatro?</p> <p>¿Qué hay que hacer para lograr el equilibrio en esta condición donde el eje no está en el centro de la balanza y tienes tres pesos iguales?</p> <p>¿Hay diversas formas de hacerlo o sólo una?</p> <p>¿Ocurrirá lo mismo si cambias el punto de giro al otro número cuatro de la balanza?</p>
<p>Reflexionar (analizar, compartir) sobre los hallazgos y las ideas previas</p>	<p>¿Hay alguna relación entre la longitud de los brazos de la balanza y los pesos?</p> <p>¿En el brazo más corto se deben colocar más rectángulos o menos rectángulos?</p>
<p>Registrar</p>	<p>Haz varios dibujos que muestre las formas en las que se logró equilibrar la balanza.</p> <p>Anota en qué brazo pones más pesas y si las pones más cerca o más lejos o a distancias iguales del fulcro.</p>

Bloque 3: Dinamómetros con resortes distintos

Materiales y montaje

Dinamómetros A y B. Cada uno tiene un resorte con diferente coeficiente de elasticidad. Los dinamómetros se deben montar en el marco de soporte como se muestra en la figura 33.

Una pequeña cubeta para colocar diversos objetos para variar el peso y colocarlo en cada uno de los dinamómetros.

También se podrán utilizar por el alumnado jalándolos directamente.



Figura 33. Los dinamómetros colgados del travesaño superior del marco cargan las cubetas con pesos. (Elaboración propia)

Reto 3.1 Estirando resortes

Actividad 3.1 Estirando resortes

Objetivo de la actividad	Se espera que el alumnado explore con los pesos y jalando directamente los resortes de los dinamómetros. Se espera que se lleven a cabo inferencias debido a la experiencia cotidiana, como sostener o levantar diversos objetos con pesos distintos y haber utilizado algún tipo de resorte. Las inferencias por las acciones que lleven a cabo podrán ser explicadas con posibles razonamientos inductivo generalizando comportamientos observados o hipotético deductivos considerando que debido a su grosor los resortes se comportarán de manera diferente.
Indagación de ideas	¿Para qué sirve un resorte? ¿Cómo funciona un resorte? ¿Los resortes tienen un límite para estirarse? ¿Por qué? ¿Por qué sirven los resortes para medir el peso?
Investigar (experimentar, descubrir, preguntar, registrar, razonar)	¿Qué diferencia encuentras entre los resortes de ambos dinamómetros? ¿Cómo puede explicarse esa diferencia? ¿Qué es necesario hacer para saber qué resorte requiere de mayor fuerza para estirarse o soporta

	<p>mayor peso de entre estos dos dinamómetros?</p> <p>¿Cómo va cambiando el esfuerzo si jalas los dinamómetros una corta distancia que una más larga?</p> <p>¿Cuánto más peso requieres para estirar al máximo el dinamómetro B con respecto del dinamómetro A?</p> <p>¿Ocurrió lo que esperabas?</p>
<p>Reflexionar (analizar, compartir) sobre los hallazgos y las ideas previas</p>	<p>¿Qué hace que se comporten diferente los dinamómetros?</p>
<p>Registrar</p>	<p>Haz una tabla en la que indiques:</p> <p>-Cuál es la característica que aprecias a simple vista de los resortes A y B.</p> <p>-Por qué se requiere hacer mayor fuerza para estirar los resortes unas cuantas líneas. Indica en que dinamómetro es menor esta fuerza y en cuál es mayor.</p>

Reto 3.2 Hasta la misma marca

Actividad 3.2 Hasta la misma marca

Objetivo de la actividad	Se espera que el alumnado explore con los pesos y jalando directamente los resortes de los dinamómetros. Se espera que se lleven a cabo inferencias debido a la experiencia cotidiana al haber utilizado algún tipo de resorte o ver su funcionamiento. Las inferencias por las acciones que lleven a cabo podrán ser explicadas con posibles razonamientos hipotético-deductivos considerando que, para llegar a la misma marca con resortes diferentes, se requieren pesos y fuerzas de estiramiento diferentes.
Indagación de ideas	Si jalas la misma fuerza los resortes de los dinamómetros A y B ¿Se estirarán lo mismo o será diferente? ¿Por qué? Si es diferente ¿cuál se estirará más? ¿Por qué? Si jalas los dinamómetros A y B hasta que los resortes se estiren la misma distancia ¿Tendrás que aplicar la misma fuerza o será diferente? ¿Por qué?
Investigar (experimentar, descubrir, preguntar, registrar, razonar)	Los dinamómetros tienen marcadas rayas que son un indicativo del estiramiento de los resortes. Si seleccionas una de esas marcas en ¿Cómo podrías hacer para que el resorte de cada dinamómetro (A y B) llegue a la marca seleccionada? La marca la pueden determinar junto con su profesora o profesor. ¿Cuánto más peso requieres para estirar los resortes hasta la marca señalada en el dinamómetro A y en del dinamómetro B?

	<p>¿Ocurrió lo que esperabas?</p>
<p>Reflexionar (analizar, compartir) sobre los hallazgos y las ideas previas</p>	<p>¿Cómo se compara la fuerza que requieres para lograr que los dos resortes lleguen hasta las marcas señaladas?</p> <p>¿Qué hace que se comporten diferente los dinamómetros?</p> <p>Si hay otro dinamómetro con un resorte diferente a los de los dinamómetros A y B, ¿Qué pasaría si ese resorte tuviera menos resistencia a ser jalado y qué pasaría si tuviera mayor resistencia?</p>
<p>Registrar</p>	<p>Anota cuál es la marca elegida y para cada dinamómetro cuánto peso le tienes que poner para que el indicador llegue a la marca elegida.</p> <p>Puedes repetir la prueba para otra marca y anotar sus resultados.</p>

Reto 3.3 Resortes acostados

Material y montaje

Colocar los dinamómetros A o B en posición horizontal sobre una rampa horizontal colocada sobre el marco de soporte. En sus extremos se puede colocar una polea simple para atar a una cuerda en los extremos del dinamómetro y que pase por la polea.

Podrán utilizarse las cubetas para colocar diversos objetos para variar el peso, cuerdas o lazos y una polea.

Una muestra de un posible arreglo para esta actividad se presenta en la figura 34.



Figura 34. El dinamómetro sobre la superficie horizontal jala la cubeta por medio de una cuerda que pasa por la polea. (Elaboración propia)

Actividad 3.3 Resortes acostados

Objetivo de la actividad	Se espera que el alumnado desarrolle una forma de lograr que los dinamómetros se estiren sobre la rampa horizontal. Deberán en este caso resolver cómo fijarlos y cómo colocar pesos en ellos para lograr que se estiren hasta la marca establecida. Se espera que se lleven a cabo inferencias debido a la experiencia cotidiana y que lleven a cabo posibles razonamientos hipotético- deductivo considerando que debido a que para llegar a la misma marca con resortes diferentes se requieren pesos y fuerzas de estiramiento diferentes.
Indagación de ideas	¿Crees que es diferente estirar los resortes del dinamómetro si están horizontales que si están verticales? ¿Por qué?
Investigar (experimentar, descubrir, preguntar, registrar, razonar)	Como en casos anteriores, seleccionar una de las marcas que tienen los dinamómetros de manera que sea la misma para cada dinamómetro. ¿Cómo podrías hacer que los resortes de los dinamómetros A y B lleguen a la marca señalada, ahora que se encuentran horizontales? ¿Habrá algún cambio en el comportamiento de los dinamómetros al estar en posición horizontal en lugar de vertical? ¿Influirá de alguna manera la superficie horizontal?

<p>Reflexionar (analizar, compartir) sobre los hallazgos y las ideas previas</p>	<p>¿Ocurrió lo que esperabas?</p> <p>Si ocurrió lo que esperabas, explica por qué. Si NO ocurrió lo que esperabas, explica por qué.</p> <p>Si la mesa estuviera inclinada ¿Cómo piensas que se comportarían los resortes de los dinamómetros comparados a cuando están horizontales y cuando están verticales? ¿Por qué crees que pasaría lo que piensas?</p>
<p>Registrar</p>	<p>Haz un dibujo de cómo se logró estirar los dinamómetros horizontalmente.</p> <p>Anota cuál es la marca seleccionada cuánto es la fuerza o el peso necesario para que estirar el resorte hasta la marca seleccionada en cada dinamómetro.</p> <p>Describe cómo fue el comportamiento de los resortes en la posición horizontal comparada con la posición vertical como ocurrió en la actividad previa.</p>

Reto 3.4 ¿Hacia dónde se mueve el aro?

Montaje

Dos dinamómetros iguales. Los dinamómetros se deben engarzar sobre el aro y jalar de cada dinamómetro en sentidos opuestos como se muestra en la figura 35.

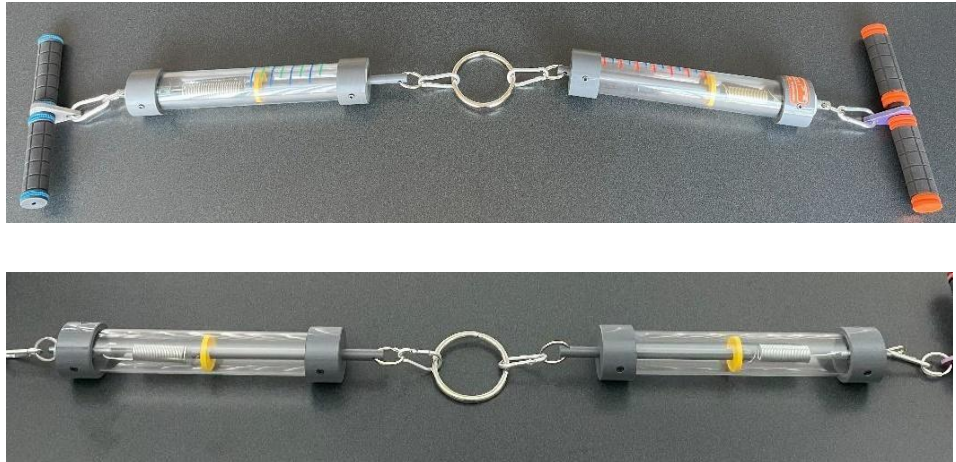


Figura 35. Los dinamómetros se engarzan en el aro para jalarlo en sentidos opuestos. (Elaboración propia)

Actividad 3.4 ¿Hacia dónde se mueve el aro?

Objetivo de la actividad	Se espera que se lleven a cabo inferencias debido a la experiencia cotidiana de jalar entre dos o más personas los objetos. Se esperan inferencias por las acciones que lleven a cabo con posible razonamiento inductivo al generalizar sus experiencias, por ejemplo, jugar a jalar objetos e hipotético- deductivo al considerar que el objeto se
--------------------------	---

	<p>moverá hacia el lado que implique mayor estiramiento de un resorte.</p>
Indagación de ideas	<p>Dos dinamómetros iguales se engarzan en un aro y se colocan uno enfrente del otro como se muestra en la figura 35. Dos alumnas y/o alumnos jalan de cada uno de los dinamómetros en sentido opuesto. ¿Hacia dónde se mueve el aro? ¿De qué dependerá que se mueva hacia un lado o hacia otro?</p>
Investigar (experimentar, descubrir, preguntar, registrar, razonar)	<p>¿Cómo se moverá el aro si las dos personas jalan con la misma fuerza?</p> <p>¿Cómo se moverá el aro si las personas jalan con fuerza diferente?</p> <p>¿En qué dirección se moverá el aro?</p> <p>¿Ocurrió como esperabas?</p>
Reflexionar (analizar, compartir) sobre los hallazgos y las ideas previas	<p>¿Se podrá mover el aro en una dirección diferente a la que se tiene en la línea que hay entre los dinamómetros por estar un dinamómetro frente a otro?</p> <p>¿Cómo se explica lo observado con las diferentes acciones sobre el aro?</p> <p>Si uno de los dinamómetros fuera de resorte más grueso y otro de resorte más delgado qué piensas que sucedería ¿Por qué?</p>

Registrar

Haz algunos dibujos de lo que sucedió con el aro cuando jalaron los dinamómetros intentando que la fuerza sea igual en ambos lados.

Haz algunos dibujos de lo que sucedió con el aro cuando jalaron los dinamómetros intentando que la fuerza sea diferente en ambos lados.

Indica en los dibujos hacia dónde se mueve el aro y explica por qué.

Describe si se movió el aro todos los casos en la misma dirección en la que se encuentran los dinamómetros o si se movió en dirección diferente por ejemplo perpendicular a la línea que une los dinamómetros.

Reto 3.5 Todos jalan

Material y montaje

Tres dinamómetros A o B. Los dinamómetros se deben engarzar sobre el aro y jalar de cada dinamómetro como se muestra en la figura 36.

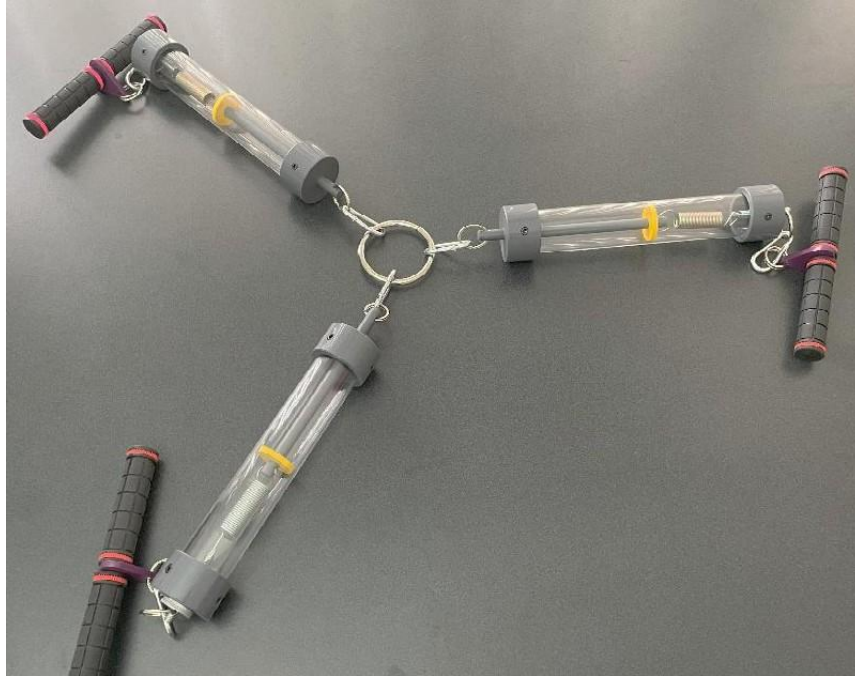


Figura 36. Tres dinamómetros engarzados en el aro para jalar en tres direcciones diferentes. (Elaboración propia)

Actividad 3.5 Todos jalan

Objetivo de la actividad	Se espera que se lleven a cabo inferencias debido a la experiencia cotidiana de jalar varias personas los objetos. Se esperan inferencias por las acciones que lleven a cabo con posible razonamiento inductivo al generalizar sus experiencias, por ejemplo, jugar a jalar objetos e hipotético-deductivo al considerar que el objeto se moverá
--------------------------	--

	<p>hacia el lado que implique mayor estiramiento de alguno de los resortes entre otras posibles inferencias.</p>
<p>Indagación de ideas</p>	<p>Tres dinamómetros se engarzan en un aro y se colocan de manera equidistante (ver la figura 36). Tres alumnas y/o alumnos jalen de cada uno de los dinamómetros en la dirección en la que se encuentran los dinamómetros.</p> <p>¿Qué ocurrirá con el aro cuando todos jalen los dinamómetros al mismo tiempo?</p> <p>¿Qué tendrían que hacer para que el aro no se mueva?</p> <p>¿Hay una dirección especial donde se moverá el aro o se puede mover en cualquier dirección?</p> <p>¿De qué dependerá hacia dónde se moverá el aro?</p>
<p>Investigar (experimentar, descubrir, preguntar, registrar, razonar)</p>	<p>¿Cómo se moverá el aro si las tres personas jalan con la misma fuerza?</p> <p>¿Cómo se moverá el aro si las personas jalan con fuerza diferente?</p> <p>¿En qué dirección se moverá el aro?</p> <p>¿Se moverá siempre hacia una misma dirección o puede moverse en direcciones diferentes?</p>

<p>Reflexionar (analizar, compartir) sobre los hallazgos y las ideas previas</p>	<p>De moverse en direcciones diferentes ¿de qué dependerá que se mueva en una u otra dirección?</p> <p>¿En qué condición el aro no se desplazará hacia ningún lado?</p> <p>¿Es posible controlar hacia dónde se mueve el aro al jalar los dinamómetros?</p>
<p>Registrar</p>	<p>Haz dibujos que muestren lo que se estiran los resortes de los dinamómetros: uno cuando las fuerzas son iguales y otro cuando las fuerzas son diferentes.</p> <p>Traza en los dibujos hacia donde se mueve el aro en todos los casos que observaste. Y anota cómo y hacia donde se mueve el aro.</p>

Bloque 4: Sistema con una polea de 1 y 2 puntos en interacción

Materiales y montaje

Marco soporte, polea sencilla fija en el travesaño superior, una cuerda y el recipiente atado a la cuerda.

Objetos pesados que puedan colocarse en el recipiente como se muestra en la figura 37.



Figura 37. Izquierda: Montaje de la polea fija por donde pasa la cuerda que sostiene la cubeta. Derecha: El cordel se ha fijado a un lado del soporte para mostrar el montaje. (Elaboración propia)

Reto 4.1 Cambiando la dirección de una fuerza

Actividad 4.1 Cambiando la dirección de una fuerza

Objetivo de la actividad	Se espera que se lleven a cabo inferencias debido a la experiencia cotidiana de levantar objetos y posiblemente al haber observado el uso de poleas. Se esperan inferencias por las acciones que lleven a cabo con posible razonamiento hipotético – deductivo al inferir que es un mecanismo que facilita alguna acción para levantar objetos.
Indagación de ideas	¿Para qué sirve una polea? ¿Has usado alguna vez una polea? ¿Has pensado cómo funciona?
Investigar (experimentar, descubrir, preguntar, registrar, razonar)	¿Qué hay que hacer para levantar el objeto utilizando la polea? ¿Será la misma fuerza aplicada al levantar directamente el objeto que por medio de la polea? ¿Por qué?
Reflexionar (analizar, compartir) sobre los hallazgos y las ideas previas	¿Qué función tiene la polea? ¿Por qué si se jala hacia abajo, el peso sube? ¿Qué cambia con la dirección de la fuerza que se aplica para levantar el objeto?

	<p>¿Alguna vez has visto a alguien improvisar una polea?</p> <p>¿Por qué se requiere un soporte donde fijar la polea?</p>
Registrar	<p>Haz un dibujo de cómo cuelga el objeto de la polea e indica hacia donde jalas la cuerda y hacia donde se mueve el objeto. Escribe junto al dibujo hacia dónde se mueve el objeto y hacia donde jalas la cuerda que pasa por la polea.</p> <p>Anota si la fuerza que sientes cuando subes el objeto por medio de la polea jalando la cuerda es igual menor o mayor que cuando la cargas directamente, esto es, si no hay ninguna polea.</p>

Reto 4.2 Es lo mismo hacia abajo que hacia arriba

Material y montaje

Marco soporte, polea sencilla, una cuerda y el recipiente atado a la cuerda, así como objetos pesados que puedan colocarse en el recipiente. En el otro extremo se ata el dinamómetro del cual se jalará para levantar el objeto. Como segunda acción se atará el dinamómetro directamente al objeto pesado y se levantará para observar lo que ocurre con el resorte. Este arreglo se ilustra en la figura 38.



Figura 38. Montaje de la polea fija por donde pasa el cordel para sostener la cubeta con el dinamómetro. El dinamómetro se ha fijado a un lado del soporte para mostrar el montaje. (Elaboración propia)

Actividad 4.2 Es lo mismo hacia abajo que hacia arriba

Objetivo de la actividad	Se espera que se lleven a cabo inferencias debido a la observación del comportamiento del resorte del dinamómetro y de la actividad previa sobre cómo actúa una polea. Se esperan inferencias por las acciones que lleven a cabo con posible razonamiento hipotético – deductivo al determinar que el dinamómetro se estirará según dónde se coloque y posiblemente abductivo al descartar algunas de sus hipótesis seleccionando la que considera más adecuada.
Indagación de ideas	<p>Cuando se carga el objeto como se indica en la figura 38. ¿Qué es lo que indicará el dinamómetro?</p> <p>¿Se estirará lo mismo el resorte del dinamómetro si lo jalas por medio de la polea que si levantas con él el objeto pesado?</p>
Investigar (experimentar, descubrir, preguntar, registrar, razonar)	¿Qué diferencia se encuentra en el estiramiento del resorte utilizando la polea que sin ella al levantar el objeto pesado?
Reflexionar (analizar, compartir) sobre los hallazgos y las ideas previas	<p>¿Será la misma fuerza aplicada al levantar directamente el objeto que por medio de la polea?</p> <p>¿Por qué?</p> <p>¿Si la fuerza que se hace para levantar el objeto con la polea que sin ella fuese la misma qué sentido tiene usar la polea?</p>

Registrar	<p>Haz dibujos que indiquen cómo es el estiramiento del resorte del dinamómetro cuando con él subes directamente el objeto y cuando lo subes por medio de la polea.</p> <p>Junto a los dibujos anota a qué raya llega el índice del dinamómetro, si estás marcas indican si las fuerzas aplicadas para subir el objeto son iguales o diferentes.</p>
-----------	--

Reto 4. 3 Dividiendo una fuerza

Material y montaje

Marco soporte, dos poleas (o sistema con dos poleas) una fija y otra móvil, una cuerda y el recipiente atado a la cuerda, así como objetos pesados que puedan colocarse en el recipiente. A la polea móvil se le coloca una armella de donde se cuelga la cubeta. En el otro extremo se ata el dinamómetro del cual se jalará para levantar el objeto. Este arreglo se ilustra en la figura 39.



Figura 39. Montaje de las dos poleas, una fija y otra móvil, para llevar a cabo la actividad. El dinamómetro se ha fijado a un lado del soporte para mostrar el montaje. (Elaboración propia)

Actividad 4.3 Dividiendo una fuerza

Objetivo de la actividad	Se espera que se lleven a cabo inferencias debido a la observación del comportamiento del resorte del dinamómetro y de la actividad previa sobre cómo actúa una polea. Se esperan inferencias por las acciones que lleven a cabo con posible razonamiento hipotético – deductivo al determinar que el dinamómetro se estirará según el número de poleas y posiblemente abductivo al descartar algunas de sus hipótesis seleccionando la que considera más adecuada.
Indagación de ideas	Coloca dos poleas en el marco de soporte para cargar algo pesado, con un dinamómetro como se muestra en la figura 39. ¿Se estirará lo mismo el resorte del dinamómetro cuando la cuerda pasa por una sola polea, como en la actividad previa, que si pasa por las dos poleas? ¿Cuál es la ventaja de usar dos poleas?
Investigar (experimentar, descubrir, preguntar, registrar, razonar)	¿Qué diferencia se encuentra en el estiramiento del resorte utilizando las dos poleas que cuando se usó solo una? ¿Será la misma fuerza aplicada al levantar directamente el objeto que por medio de las dos poleas? ¿Cuánto cambia el estiramiento del resorte cuando se utilizan las dos poleas comparado con la utilización de una sola?

	<p>Si el objeto pesara menos de la mitad ¿también disminuiría la fuerza aplicada (observando el estiramiento del resorte) que cuando se tiene todo el peso?</p>
<p>Reflexionar (analizar, compartir) sobre los hallazgos y las ideas previas</p>	<p>¿Cómo explicarías la diferencia observada en levantar un peso con dos poleas comparadas con una sola y también comparado con levantar directamente el objeto pesado?</p> <p>¿Qué tanto consideras que cambia la fuerza que hay que hacer para levantar el objeto con las dos poleas?</p> <p>¿Cuál es la función del soporte de las poleas?</p>
<p>Registrar</p>	<p>Haz dibujos de cómo se carga el objeto con el dinamómetro: directamente, con una polea como en la actividad anterior, y con dos poleas. Junto a cada dibujo indica cómo se estira el resorte del dinamómetro.</p> <p>Anota si la fuerza con que jalas es igual, mayor o menor a la que se requiere para levantar el objeto directamente.</p>

Hojas de registro para las actividades

Registro

Reto 1.1 De arriba a abajo

Describe	Explica
<p>¿Qué es lo que le ocurre al bloque cuando lo colocas en la rampa?</p> <p>¿Qué hiciste para que bajara más rápido?</p>	<p>Explica cómo resolviste el reto:</p>
Dibuja	
<p>Elabora un dibujo en el que describas lo que observaste:</p>	

Registro

Reto 1.2 De abajo a arriba

Describe	Explica
<p>¿Qué hiciste para que el bloque vaya de abajo hacia arriba?</p> <p>¿Qué hiciste para que fuera más rápido?</p>	<p>¿Qué hiciste en cada caso y qué diferencia hay entre las distintas situaciones?</p>
Dibuja	
<p>Haz un dibujo en el que describas lo que haces para que el objeto suba por la pendiente:</p>	

Registro

Reto 1.3 No baja ni sube

Describe	Explica
<p>¿Qué hiciste para que el bloque vaya de un lado hacia el otro?</p> <p>¿Qué hiciste para que fuera más rápido?</p> <p>¿Qué hiciste para que fuera más lento?</p>	<p>Explica tus dibujos, qué hiciste en cada caso y qué diferencia hay entre las distintas situaciones:</p>
Dibuja	
<p>Haz un dibujo que describa lo que hiciste para que el bloque se mueva lo más rápido posible:</p> <p>Haz un dibujo que describa lo que hiciste para que el bloque se moviera lo más lento posible:</p>	

Registro

Reto 1.4 Una cara rugosa

Describe	Explica
¿Qué tienes que hacer para que el bloque resbale más rápido con la superficie que usualmente lo hace más lento?	¿Cómo explicas lo que has observado?
Dibuja	
Haz un dibujo que muestre con qué superficie baja más rápido el bloque y con cuál lo hace más lento:	

Registro

Reto 1.5 Varias caras rugosas

Describe	Explica
<p>¿Cómo se desliza el bloque con cada superficie?</p>	<p>Explica por qué es diferente el movimiento del bloque con las distintas superficies.</p>
Dibuja	
<p>Haz un dibujo que muestre cómo se desliza el bloque sobre la rampa con cada una de las superficies de sus cuatro caras.</p> <p>Anota, al lado de los dibujos, el número del 1 al 4, ordenando del más rápido al más lento.</p>	

Registro

Reto 1.6 Diferentes inclinaciones

Describe	Explica
Describe lo que sucedió en cada plano inclinado:	¿Cómo explicas lo que has observado?
Dibuja	
<p>Haz un dibujo donde muestres la inclinación de la rampa en las dos primeras pruebas que hiciste.</p> <p>Anota, a un lado los dibujos, si el bloque se desliza más rápido y más lento.</p> <p>Haz otros dos dibujos con la inclinación de la rampa donde lograste que el bloque se mueva lo más rápido y los más lento posible, y anota junto a los dibujos en cuál fue más rápido y cuál más lento.</p>	

Registro

Reto 2.1 Todos iguales

Describe	Explica
Describe cómo lograste equilibrar la balanza:	¿Cómo explicas por qué se llega al equilibrio y por qué en otras situaciones no se logra?
Dibuja	
Haz dibujos de todas las condiciones en las que lograste el equilibrio de la balanza. También dibuja en la situación donde no lograste el equilibrio.	

Registro

Reto 2.2 Equilibrio y desequilibrio

Describe	Explica
Describe cómo lograste equilibrar la balanza:	¿Cómo explicas por qué se llega al equilibrio y por qué en otras situaciones no se logra?
Dibuja	
Haz dibujos de todas las condiciones en las que lograste el equilibrio de la balanza. También dibuja la situación donde no lograste el equilibrio. Anota cuáles son las diferencias entre estos casos.	

Registro

Reto 2.3 Una balanza dispareja

Describe	Explica
Describe cómo lograste equilibrar la balanza cuando el punto de giro o fulcro está desplazado:	¿Cómo explicas por qué, al cambiar de lugar el fulcro o punto de giro de la balanza, también puede equilibrarse?
Dibuja	
Haz dibujos que indiquen donde está el fulcro y las posiciones de los rectángulos o pesas en ambos lados cuando se logra el equilibrio la balanza. Anota cuáles son las diferencias entre estos casos en los cuales se logró el equilibrio de la balanza.	

Registro

Reto 2.4 Brazos desiguales y pesos desiguales

Describe	Explica
Describe cómo lograste equilibrar la balanza cuando el punto de giro o fulcro está desplazado:	¿Cómo explicas por qué al cambiar de lugar el fulcro o eje de giro de la balanza también se puede equilibrar?
Dibuja	
Haz varios dibujos que muestren las formas en las que se logró equilibrar la balanza. Anota en qué brazo pones más pesas y si las pones más cerca o más lejos o a distancias iguales del fulcro.	

Registro

Reto 3.1 Estirando resortes

Describe	Explica
¿Qué diferencia encuentras entre los resortes de ambos dinamómetros?	¿Por qué, para estirar el resorte unas cuantas líneas, se requiere hacer mayor fuerza en uno de los dinamómetros?
Dibuja	
<p>Haz una tabla en la que indiques:</p> <p>Cuál es la característica que aprecias a simple vista en los resortes A y B.</p> <p>Por qué, para estirar el resorte unas cuantas líneas, se requiere hacer mayor fuerza en uno de los dinamómetros:</p> <p>Indica en qué dinamómetro esta fuerza es menor y en cuál es mayor.</p>	

Registro

Reto 3.2 Hasta la misma marca

Describe	Explica
¿Cómo lograste llegar a la misma marca con cada dinamómetro?	¿Qué hace que los dinamómetros se comporten diferente?
Dibuja	
Haz un dibujo en el que describas cómo lograste llegar a la misma marca en cada dinamómetro: Anota cuál es la marca elegida y, para cada dinamómetro, cuánto peso le tienes que poner para que el indicador llegue a la marca elegida.	

Registro

Reto 3.3 Resortes acostados

Describe	Explica
<p>Describe cómo fue el comportamiento de los resortes en la posición horizontal en comparación con lo ocurrido en la actividad previa, donde estaban en posición vertical:</p>	<p>Explica cómo lograste resolver el reto:</p>
Dibuja	
<p>Haz un dibujo en el que describas cómo lograste estirar los dinamómetros horizontalmente:</p> <p>Anota cuál es la marca seleccionada y, para cada dinamómetro, cuánto es la fuerza o el peso necesario para que estirar el resorte hasta la marca seleccionada.</p>	

Registro

Reto 3.4 ¿Hacia dónde se mueve el aro?

Describe	Explica
<p>Describe si, en todos los casos, el aro se movió en la misma dirección en la que se encuentran los dinamómetros o, si se movió en dirección diferente, por ejemplo, perpendicular a la línea que une los dinamómetros:</p>	<p>¿Cómo se explica lo observado con las diferentes acciones sobre el aro?</p>
Dibuja	
<p>Haz algunos dibujos de lo que sucedió con el aro cuando jalaron los dinamómetros para intentar que la fuerza fuera igual en ambos lados.</p> <p>Haz algunos dibujos de lo que sucedió con el aro cuando jalaron los dinamómetros intentando que la fuerza sea diferente en ambos lados.</p> <p>En los dibujos, indica hacia dónde se mueve el aro y explica por qué.</p>	

Registro

Reto 3.5 Todos jalan

Describe	Explica
Describe qué ocurrió con el aro cuando todos jalaron los dinamómetros al mismo tiempo:	¿Cómo se explica lo observado con las diferentes acciones sobre el aro?
Dibuja	
Haz dibujos que muestren cuánto se estiran los resortes de los dinamómetros: uno cuando las fuerzas son iguales y otro cuando las fuerzas son diferentes. En los dibujos, traza hacia dónde se mueve el aro en todos los casos que observaste. Anota cómo y hacia dónde se mueve el aro.	

Registro

Reto 4.2 Es lo mismo hacia abajo que hacia arriba

Describe	Explica
Describe qué hiciste para levantar el objeto utilizando la polea:	¿Será la misma fuerza aplicada al levantar directamente el objeto que por medio de la polea? ¿Por qué?
Dibuja	
Haz dibujos que indiquen cómo es el estiramiento del resorte del dinamómetro cuando con él subes directamente el objeto y cuando lo subes por medio de la polea. Junto a los dibujos anota a qué raya llega el índice del dinamómetro y si estas marcas indican si las fuerzas aplicadas para subir el objeto son iguales o diferentes.	

Registro

Reto 4.3 Dividiendo una fuerza

Describe	Explica
Describe qué hiciste para levantar el objeto utilizando las poleas	¿Cómo explicarías la diferencia observada en levantar un peso con dos poleas comparadas con una sola y también comparado con levantar directamente el objeto pesado?
Dibuja	
<p>Haz dibujos de cómo se carga el objeto con el dinamómetro: directamente, con una polea como en la actividad anterior, y con dos poleas. Junto a cada dibujo indica cómo se estira el resorte del dinamómetro.</p> <p>Anota si la fuerza con que jalas es igual, mayor o menor, a la que se requiere para levantar el objeto directamente.</p>	

Consideraciones finales

Las actividades que se proponen en el presente libro están estructuradas de forma que su intención principal es apoyar a los procesos de razonamiento del estudiantado. Para ello, todas las actividades están desarrolladas a través de que vayan construyendo una representación de la noción física de fuerza que, como se habrá podido notar en la secuencia y diversidad de las actividades, tiene diversas formas de aproximarse a partir de situaciones distintas de lo que ocurre con los objetos cuando interaccionan.

Con cada actividad se presenta una situación o reto para la cual, niñas y niños además de experimentar con los objetos se podrán construir una representación –en términos coloquiales podemos decir “una idea”– de cómo funcionan. Esta representación es importante pues es con ella con la que podrán inferir sus respuestas a los cuestionamientos planteados en cada actividad. De esta forma, el conjunto de actividades les permitirá construir diversas interpretaciones y formas de razonar con ellas que de manera paulatina e integrada les apoyará a lo largo de sus respuestas y acciones con los objetos ir conformando una conceptualización de la fuerza.

Un ejemplo de una posible situación que ocurra con el alumnado cuando lleva a cabo la actividad es la siguiente:

La actividad 1.1 se plantea el reto de hacer bajar un objeto por una rampa y hacer que lo haga lo más rápido posible. Para resolver el reto las niñas y niños exploran cómo baja el objeto deslizándose por la rampa. A partir de ello, construyen una representación en la que pueden plantear situaciones posibles (hipotéticas), esto es una representación de que el objeto se moverá más rápido si se parte de lo más alto de la rampa, con la cual actuarán deslizando el objeto desde distintas posiciones en la rampa. También podrán representarse al objeto siendo empujado o impulsado por la rampa, lo que los llevará a probar diferentes formas de empujarlo, por ejemplo, con diferentes intensidades.

A partir de esas representaciones y sus acciones podrán construir explicaciones, esto es un proceso de razonamiento que los lleve justificar sus acciones en función de sus inferencias. Estos razonamientos, desde luego pueden ser diversos. Algunos de esos posibles razonamientos son:

“Como los objetos que caen de más alto bajan más rápido, al colocar el bloque en lo más alto de la rampa bajará más rápido” o bien un razonamiento como “al bajar de más alto dura más tiempo moviéndose sobre la rampa por lo que se moverá más rápido”.

Con ellos niñas y niños están en posibilidad de dar respuesta a los cuestionamientos de la actividad y construir también sus formas de registro que se piden en la sección final de cada actividad.

Para que lo descrito pueda ocurrir y se llegue a razonamientos como los descritos, es que la estructura de las actividades tiene apartados que funcionan de la siguiente manera.

El apartado de *Indagación* de ideas permite ubicar a las niñas y los niños en el contexto y a construir sus primeras representaciones sobre el reto.

La sección *Investigar* permite al alumnado experimentar sus ideas, observar diferentes comportamientos y, con ello, ampliar el contexto y posibilidades de sus representaciones.

En la sección *Reflexionar*, aunque es un proceso que han hecho en las secciones precedentes, es aquí donde sus razonamientos deben ajustarse a encontrar sus mejores explicaciones, como el caso de los ejemplos mencionados.

La sección *Registrar* es muy importante pues es donde las niñas y niños concretizarán sus representaciones en formas diferentes a su expresión verbal. Esto les permitirá que, en el proceso de externalización de sus representaciones, que éstas sean a su vez elemento de reflexión en que ajusten y transformen sus ideas, mejoren y amplíen sus representaciones que les lleve a comprender los procesos físicos de las actividades.

Las acciones, reflexiones y construcciones representacionales que las actividades propuestas demandan de las niñas y niños, constituyen una primera aproximación al proceso educativo de indagación que es un proceso importante en la comprensión y aprendizaje de las ciencias.

Bibliografía

Clement, J. (1983). A conceptual model discussed by Galileo and used intuitively by physics students. En Gentner, D. & Stevens AL (Eds.) *Mental Models* (pp 325-340). Lawrence Erlbaum Associates.

Gunstone, R. F. & Watts, D. M. (1985). Force and motion. En R. Driver, E. Guesne & A. Tiberghien, (Eds.) *Children's ideas in science* (pp. 84-104). Milton Keynes, Philadelphia: Open University Press.

Halloun, I. A. & Hestenes, D. (1985). Common sense concepts about motion. *American Journal of Physics*, 53(11), 1056-1065.

Hewitt, P. G. (2007). Física Conceptual (V. A. Flores. Trd; 10ª Edición). Pearson Educación.

Mora, C. & Herrera, D. (2005). Una revisión sobre ideas previas del concepto de fuerza. *Latin-American Journal of Physics Education*, 3(1), 72-86.

Newton, I. (1686). *Principios matemáticos de la Filosofía natural* (A. Escotado & M. Sáenz de Heredia, Trads. y Ed.). (Publicación original 1993 en español. Ediciones Altaya S. A.

Piaget, J. & Bliss, J. (1975). *La composición de las fuerzas y el problema de los vectores*. Ediciones Morata.

Algunos sitios de internet que tienen simuladores sobre los temas de fuerzas son:

Plataforma de la Universidad de Colorado Physics PhET:

Equilibrio de balanza PhET: https://phet.colorado.edu/sims/html/balancing-act/latest/balancing-act_all.html?locale=es

Fuerza y movimiento PhET: <https://phet.colorado.edu/sims/html/forces-and-motion-basics/latest/forces->

Ley de Hook PhET: https://phet.colorado.edu/sims/html/hookes-law/latest/hookes-law_all.html?locale=es

Plataforma de Educaplus:

Equilibrio de balanza Educaplus: <https://www.educaplus.org/game/equilibra-la-balanza>

Equilibrio en el balancín (sube y baja) Educaplus: <https://www.educaplus.org/game/condicion-de-equilibrio-en-el-balancin>

Ley de Hook Educaplus: <https://www.educaplus.org/game/ley-de-hooke>

Universidad Nacional Autónoma de México

Instituto de Ciencias Aplicadas y Tecnología