

# KIT DE MÁQUINAS SIMPLES

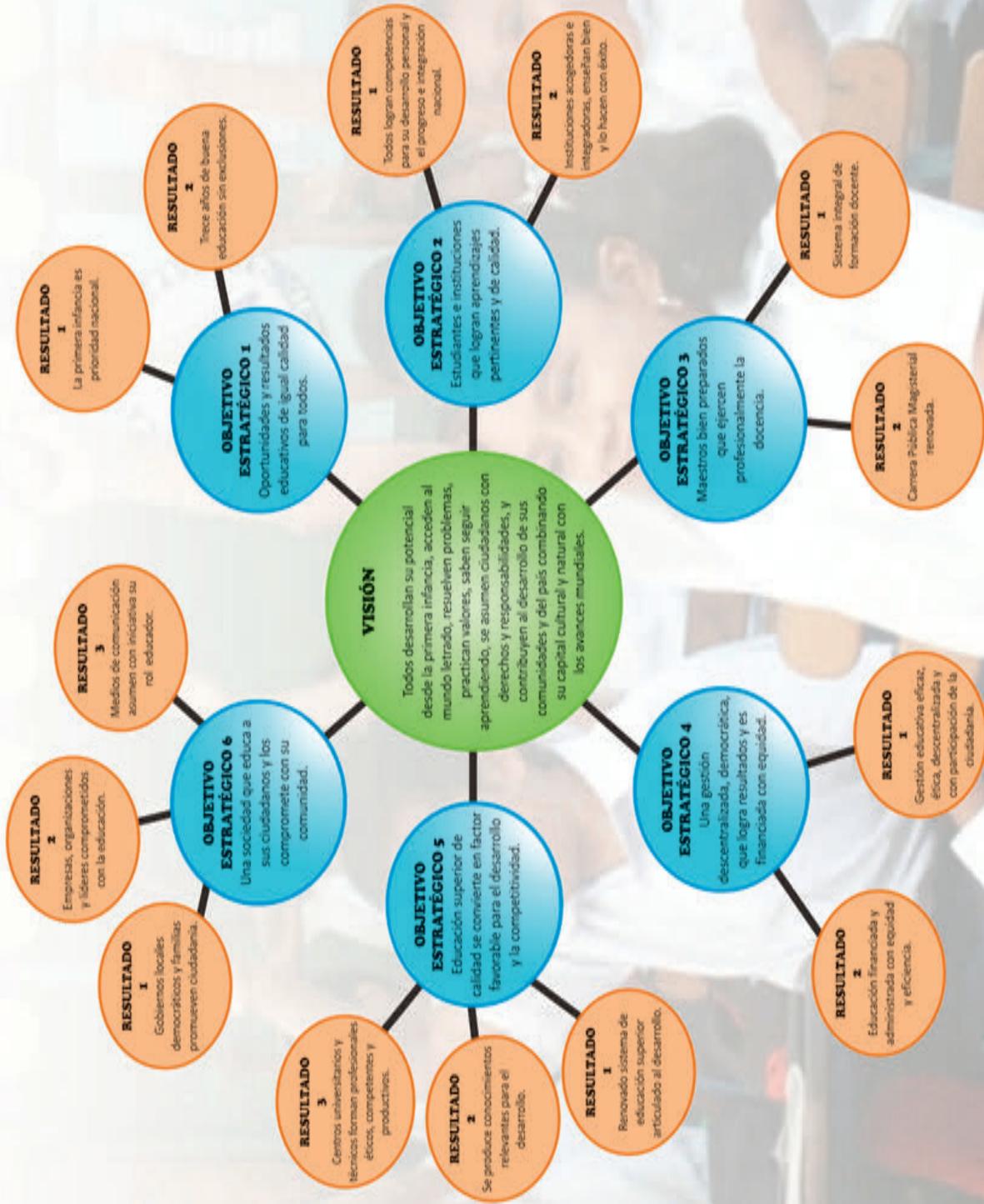
GUÍA DE USO Y CONSERVACIÓN



EDUCACIÓN SECUNDARIA

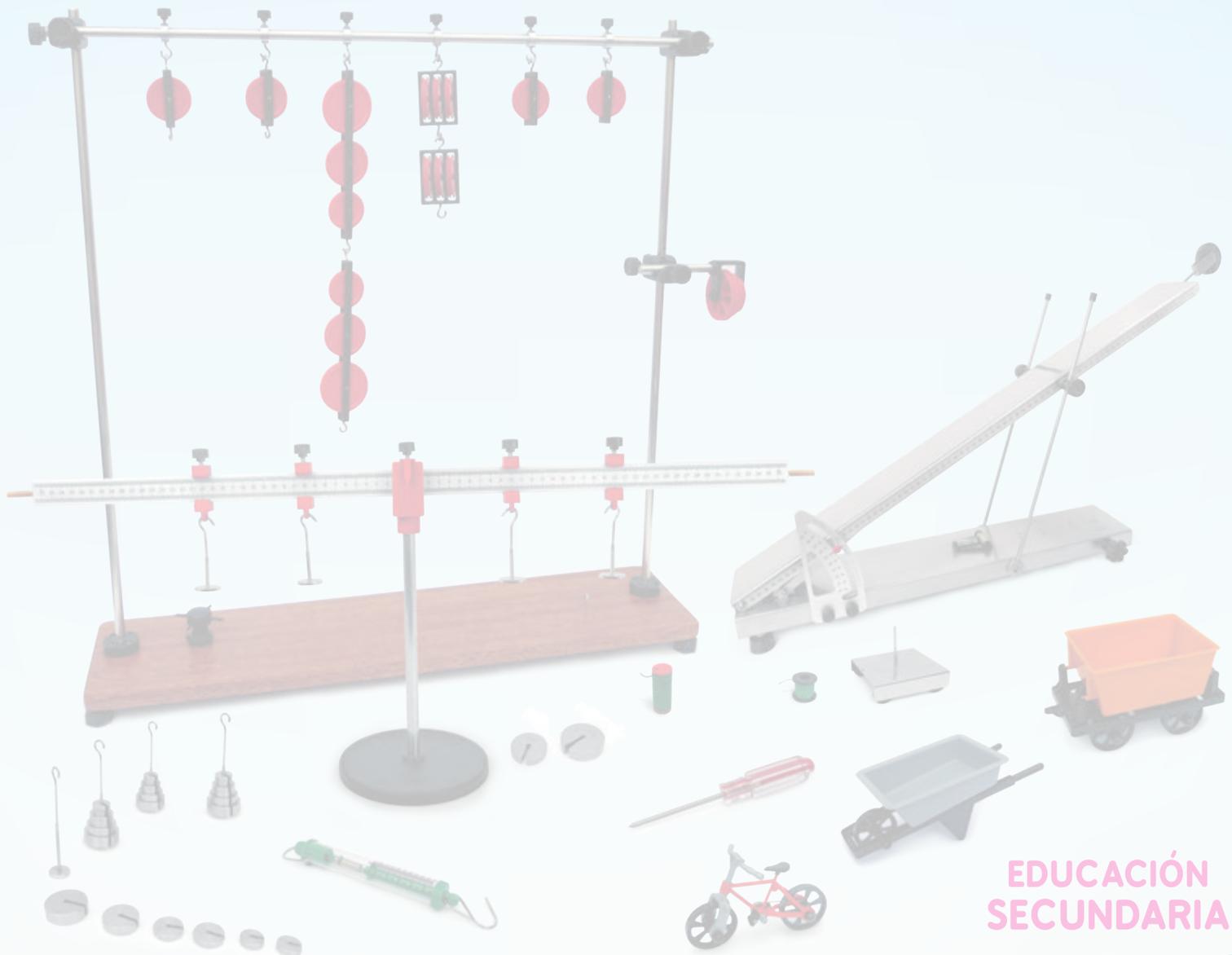


# PROYECTO EDUCATIVO NACIONAL AL 2021



# KIT DE MÁQUINAS SIMPLES

GUÍA DE USO Y CONSERVACIÓN



EDUCACIÓN  
SECUNDARIA



## **Guía de uso y conservación del kit de máquinas simples para docentes**

La presente guía para docentes del área de Ciencia y Tecnología de Educación Secundaria ha sido reeditada a partir de la *Guía de uso y conservación del kit de máquinas simples*, editada por Industrias Roland Print SAC.

### **Edición**

© Ministerio de Educación  
Calle Del Comercio N.º 193, San Borja  
Lima 41, Perú  
Teléfono: 615-5800  
[www.minedu.gob.pe](http://www.minedu.gob.pe)

### **Adaptación de contenido de las guías metodológicas con el uso del kit de máquinas simples**

Penelope Vargas Gargate

### **Revisión pedagógica de las guías metodológicas con el uso del kit de máquinas simples**

María Xenia Guerrero Mendoza  
Miki Janett Niño Correa  
Roger Justiniano Saavedra Salas

### **Revisión de fuentes bibliográficas**

Guadalupe Esperanza Alvarado Daga

### **Corrección de estilo y cuidado de edición**

Roberto Mitchell Cabrera Rodríguez

## **Diseño de carátula y diagramación de interiores**

Solution Imagen y Marketing E.I.R.L.

**Primera edición:** Lima, enero de 2020

**Tiraje:** 24 673 ejemplares

### **Impresión**

Industria Gráfica **Cimagraf** S.A.C.  
Pasaje Santa Rosa N.º 140, Lima, Ate.  
RUC N.º 20136492277

Hecho el Depósito Legal en la Biblioteca Nacional del Perú N° 2020-00270

Impreso en el Perú / *Printed in Peru*

Todos los derechos reservados. Prohibida la reproducción de este material educativo por cualquier medio, total o parcialmente, sin permiso expreso del Ministerio de Educación.

Debido a la naturaleza dinámica del internet, las direcciones y los contenidos de los sitios web a los que se hace referencia en este material educativo, pueden tener modificaciones o desaparecer.



# Índice

Presentación .....	4
--------------------	---

## Guías metodológicas de las actividades de indagación con el uso del kit de máquinas simples

### Segundo grado de Educación Secundaria

Propósitos de aprendizaje .....	5
Rúbrica de evaluación .....	6

- › Guía metodológica 1 : ¿Cómo se mueve un cuerpo sobre un plano inclinado?..... 8
- › Guía metodológica 2 : ¿Por qué los cuerpos aceleran? ..... 19
- › Guía metodológica 3 : ¿Una rueda puede cambiar la dirección de la fuerza?..... 28
- › Guía metodológica 4 : ¿Qué peso podría elevar un polipasto? ..... 37

### Quinto grado de Educación Secundaria

Propósitos de aprendizaje .....	46
Rúbrica de evaluación .....	47

- › Guía metodológica 1 : ¿Qué beneficios encontramos en el uso del plano inclinado?..... 49
- › Guía metodológica 2 : ¿Es posible multiplicar nuestra fuerza con una palanca?..... 55
- › Guía metodológica 3 : ¿Por qué los cuerpos aceleran? ..... 64
- › Guía metodológica 4 : ¿Cómo funciona una palanca de tercera clase? ..... 75
- › Guía metodológica 5 : ¿Cómo podemos elevar exponencialmente nuestra fuerza? ..... 85

Normas de seguridad, conservación e higiene de los kits de Ciencia y Tecnología .....	94
Pautas para el uso de los kits en las actividades de indagación .....	94
Referencias Bibliográficas .....	95



**► Propósitos de aprendizaje**

Competencia	Capacidades	Desempeños del segundo grado
Indaga mediante métodos científicos para construir conocimientos.	Problematiza situaciones.	<ul style="list-style-type: none"> <li>Formula preguntas acerca de las variables que influyen en un hecho, fenómeno u objeto natural o tecnológico, y selecciona aquella que puede ser indagada científicamente. Plantea hipótesis en las que establece relaciones de causalidad entre las variables. Considera las variables intervinientes en su indagación.</li> </ul>
	Diseña estrategias para hacer indagación.	<ul style="list-style-type: none"> <li>Propone procedimientos para observar, manipular la variable independiente, medir la variable dependiente y controlar la variable interviniente. Selecciona herramientas, materiales e instrumentos para recoger datos cualitativos/cuantitativos. Prevé el tiempo y las medidas de seguridad personal y del lugar de trabajo.</li> </ul>
	Genera y registra datos e información.	<ul style="list-style-type: none"> <li>Obtiene datos cualitativos/cuantitativos a partir de la manipulación de la variable independiente y mediciones repetidas de la variable dependiente. Realiza los ajustes en sus procedimientos y controla las variables intervinientes. Organiza los datos y hace cálculos de medidas de tendencia central, proporcionalidad u otros, y los representa en gráficas.</li> </ul>
	Analiza datos e información.	<ul style="list-style-type: none"> <li>Compara los datos obtenidos (cualitativos y cuantitativos) para establecer relaciones de causalidad, correspondencia, equivalencia, pertenencia, similitud, diferencia u otros; contrasta los resultados con su hipótesis e información científica para confirmar o refutar su hipótesis, y elabora conclusiones.</li> </ul>
	Evalúa y comunica el proceso y resultados de su indagación.	<ul style="list-style-type: none"> <li>Sustenta si sus conclusiones responden a la pregunta de indagación, y si los procedimientos, mediciones, cálculos y ajustes realizados contribuyeron a demostrar sus hipótesis. Comunica su indagación a través de medios virtuales o presenciales.</li> </ul>

Fuente: R. M. N.º 281-2016-MINEDU y R. M. N.º 649-2016-MINEDU.

## Rúbrica sugerida para evaluar la competencia "Indaga mediante métodos científicos para construir conocimientos". VI Ciclo: Segundo grado de Educación Secundaria.

Evidencias a evaluar: Indagación y reporte de indagación científica.

	En inicio	En proceso	Logro esperado	Logro destacado
<p>Problematiza situaciones.</p>	<p>Formula preguntas acerca de las variables que influyen en un hecho, fenómeno u objeto natural o tecnológico. Plantea hipótesis que expresan la relación causa-efecto entre las variables.</p>	<p>Formula preguntas acerca de las variables que influyen en un hecho, fenómeno u objeto natural o tecnológico, y selecciona aquella que puede ser indagada científicamente. Plantea hipótesis en las que establece relaciones de causalidad entre las variables.</p>	<p>Formula preguntas acerca de las variables que influyen en un hecho, fenómeno u objeto natural o tecnológico y selecciona aquella que puede ser indagada científicamente. Plantea hipótesis en las que establece relaciones de causalidad entre las variables que serán investigadas. Considera las variables intervinientes que pueden influir en su indagación y elabora los objetivos.</p>	
<p>Diseña estrategias para hacer indagación.</p>	<p>Propone alguna idea para observar, manipular la variable independiente, medir la variable dependiente. Selecciona algunas herramientas, materiales e instrumentos para recoger datos cualitativos/ cuantitativos. Prevé el tiempo y las medidas de seguridad personal y del lugar de trabajo.</p>	<p>Propone procedimientos para observar, manipular la variable independiente, medir la variable dependiente y controlar aspectos que modifican la experimentación. Selecciona herramientas, materiales e instrumentos para recoger datos cualitativos/ cuantitativos. Prevé el tiempo y las medidas de seguridad personal y del lugar de trabajo.</p>	<p>Propone procedimientos para observar, manipular la variable dependiente y controlar la variable interviniente. Selecciona herramientas, materiales e instrumentos para recoger datos cualitativos/ cuantitativos. Prevé el tiempo y las medidas de seguridad personal y del lugar de trabajo.</p>	<p>Propone y fundamenta, sobre la base de los objetivos de su indagación e información científica, procedimientos que le permitan observar, manipular y medir las variables y el tiempo por emplear, las medidas de seguridad, y las herramientas, materiales e instrumentos de recojo de datos cualitativos/ cuantitativos para confirmar o refutar la hipótesis.</p>

<p>Genera y registra datos e información.</p>	<p>Obtiene datos cualitativos/cuantitativos a partir de la manipulación de la variable independiente y mediciones repetidas de la variable dependiente. Organiza algunos datos y los representa en gráficas.</p>	<p>Obtiene datos cualitativos/cuantitativos a partir de la manipulación de la variable independiente y mediciones repetidas de la variable dependiente. Organiza los datos y hace cálculos de medidas de tendencia central, proporcionalidad u otros, y los representa en gráficas.</p>	<p>Obtiene datos cualitativos/cuantitativos a partir de la manipulación de la variable independiente y mediciones repetidas de la variable dependiente. Realiza los ajustes en sus procedimientos y controla las variables intervinientes. Organiza los datos y hace cálculos de medidas de tendencia central, proporcionalidad u otros, y los representa en gráficas.</p>	<p>Obtiene y organiza datos cualitativos/cuantitativos a partir de la manipulación de la variable independiente y mediciones repetidas de la variable dependiente. Realiza ajustes en sus procedimientos o instrumentos y controla las variables intervinientes; hace cálculos de medidas de tendencia central, proporcionalidad u otros, obtiene el margen de error, y representa sus resultados en gráficas.</p>
<p>Analiza datos e información.</p>	<p>Compara algunos datos cualitativos o cuantitativos con su hipótesis para confirmarla o refutarla. Elabora conclusiones.</p>	<p>Compara los datos obtenidos (cualitativos y cuantitativos) para establecer relaciones de causalidad, correspondencia, equivalencia, pertenencia, similitud, diferencia u otros; contrasta los resultados con su hipótesis e información científica para confirmar o refutar su hipótesis, y elabora conclusiones.</p>	<p>Compara los datos obtenidos (cualitativos y cuantitativos) para establecer relaciones de causalidad, correspondencia, equivalencia, pertenencia, similitud, diferencia u otros; contrasta los resultados con su hipótesis e información científica para confirmar o refutar su hipótesis, y elabora conclusiones.</p>	<p>Compara los datos obtenidos (cualitativos y cuantitativos) para establecer relaciones de causalidad, correspondencia, equivalencia, pertenencia, similitud diferencia u otros. Identifica regularidades o tendencias. Contrasta los resultados con su hipótesis e información para confirmar o refutar su hipótesis, y elabora conclusiones.</p>
<p>Evalúa y comunica el proceso y resultados de su indagación.</p>	<p>Sustenta si los procedimientos y mediciones realizadas contribuyeron a demostrar su hipótesis. Comunica su indagación a través de medios virtuales o presenciales.</p>	<p>Sustenta sus conclusiones y si los procedimientos y mediciones realizadas contribuyeron a demostrar su hipótesis. Comunica su indagación a través de medios virtuales o presenciales.</p>	<p>Sustenta si sus conclusiones responden a la pregunta de indagación, y si los procedimientos, mediciones y ajustes realizados contribuyeron a demostrar su hipótesis. Comunica su indagación a través de medios virtuales o presenciales.</p>	<p>Sustenta, sobre la base de conocimientos científicos, sus conclusiones y las limitaciones de estas para responder la pregunta de indagación; sus procedimientos, mediciones, cálculos y ajustes realizados, y si permitieron demostrar su hipótesis y lograr el objetivo. Comunica su indagación a través de medios virtuales o presenciales.</p>

## ¿Cómo se mueve un cuerpo sobre un plano inclinado?

### ► Secuencia del aprendizaje



Con docente

- Presente a sus estudiantes los propósitos de aprendizaje (ver página 5) en relación con la indagación sobre el movimiento rectilíneo uniformemente variado (MRUV). Indíqueles que deberán entregar un reporte en el que describirán el proceso y el resultado de su indagación. Muéstreles la rúbrica como instrumento de evaluación formativa (ver páginas 6 y 7). Solicítele que lean el nivel esperado y lo comenten. Responda a sus inquietudes y comuníqueles que les brindará retroalimentación durante la indagación y para la presentación de su reporte.

- Presente la situación:

Figura 1

Fuente: <https://bit.ly/2tfWdNI>

Una persona en silla de ruedas no puede desplazarse sola porque sus brazos no tienen suficiente fuerza para moverla. Por este motivo, como necesita trasladarse, utiliza una rampa para facilitar su movilidad.

En las autopistas de las grandes ciudades hay puentes de paso con escaleras y rampas para que se desplacen las personas en bicicletas o en sillas de ruedas.

Figura 2



Fuente: Industrias Roland Print SAC

- Pregunte a sus estudiantes:

Si la persona en la silla de ruedas bajara por la rampa con la ayuda de alguien, ¿podría descender a velocidad constante?

- Sí, porque la persona que la ayuda sujetaría la silla de ruedas e impediría que esta se deslizará cada vez más rápido.

- Comente que el movimiento del hombre con la silla de ruedas sobre la rampa puede ser reproducido empleando el plano inclinado del kit de máquinas simples. Muestre a sus estudiantes el equipo armado.

### Problematizamos situaciones



En equipos

- Plantéeles las siguientes interrogantes acerca de la situación presentada. Ejemplo:
  - Si la persona en la silla de ruedas decidiera desplazarse sola por un camino horizontal, ¿podría hacerlo? No podría hacerlo debido a su impedimento físico; necesitaría que alguien empujara la silla de ruedas.

- Si la persona de la silla de ruedas decidiera bajar sola por una rampa que tiene un pequeño ángulo de inclinación, ¿podría hacerlo? Si lo hiciera, ¿lo haría con velocidad constante o variable?  
Sí, se desplazaría y lo haría con velocidad variable, porque resbalaría sin que nada lo impidiera.
- Si la persona de la silla de ruedas bajara sola por una rampa con mayor ángulo de inclinación que en el caso anterior, ¿descendería en mayor o menor tiempo?, ¿por qué?  
Descendería en menor tiempo porque su velocidad sería mayor que en el caso anterior.
- Indique a sus estudiantes que la distancia recorrida se relaciona con la velocidad, el tiempo transcurrido y la aceleración, de acuerdo con la siguiente expresión matemática:

Donde:

$$d = v_0 t + \frac{1}{2} at^2$$

d: es la distancia recorrida. Se mide en metros (m).

$v_0$ : es la rapidez inicial de la camioneta. Se mide en metros por segundo (m/s).

t: es el tiempo. Se mide en segundos (s).

a: es la aceleración. Se mide en metros por segundo al cuadrado ( $m/s^2$ ).

En el caso de la situación descrita, la persona en la silla de ruedas está detenida en la parte superior antes de bajar; por lo tanto, su rapidez inicial es cero. El primer sumando de la ecuación se elimina y queda de la siguiente forma:

$$d = \frac{1}{2} at^2$$

$$2d = at^2$$

$$a = \frac{2d}{t^2}$$

- Acompañe a los equipos y formule las siguientes preguntas para que tengan claro qué y para qué van a medir.
  - ¿Qué magnitudes intervienen en la situación descrita?  
La distancia, el tiempo que tarda la persona en la silla de ruedas al descender y el ángulo de inclinación de la rampa.
  - ¿Qué magnitudes pueden manipular experimentalmente?  
La distancia que recorre la persona en la silla de ruedas y el ángulo de inclinación de la rampa.
  - ¿Qué se ve afectado por las magnitudes manipuladas?  
El tiempo y la aceleración producida en el movimiento.

### Pregunta de indagación



### En equipos

- Solicite que cada equipo plantee preguntas de indagación sobre la situación observada. Pídeles que dialoguen y seleccionen solo una de ellas, la que considere algunas de las magnitudes vistas. La pregunta debe ser susceptible de ser indagada científicamente; es decir, que pueda ser respondida mediante la observación y la experimentación. Por ejemplo:

¿Qué relación existe entre el ángulo de inclinación de la rampa y la distancia recorrida con el tiempo transcurrido al descender la persona en la silla de ruedas?

- Solicite a sus estudiantes que identifiquen las variables a partir de su pregunta de indagación:
  - ¿Cuáles son las variables independientes?  
Las variables independientes son el ángulo de inclinación de la rampa y la distancia que recorre la persona en la silla de ruedas.
  - ¿Cuáles son las variables dependientes?  
Las variables dependientes son el tiempo que tarda la persona en la silla de ruedas en recorrer las distancias y la aceleración que adquiere durante su movimiento.

- ¿Cuál es la variable interviniente?

La variable interviniente es la masa total de la persona sobre la silla de ruedas.

## Hipótesis

- Guíe a cada equipo para que formulen su hipótesis, la cual debe mostrar las variables independiente y dependiente en relación de causa-efecto. Por ejemplo: “Si (antecedente)..., entonces (consecuente)”. Pida a sus estudiantes que la escriban en la correspondiente sección de sus fichas. Por ejemplo:

Si el ángulo de inclinación aumenta, entonces la persona en la silla de ruedas recorrerá la misma distancia en menor tiempo al descender por la rampa.

- Indíqueles que al recorrer un móvil la misma distancia en menor tiempo, su velocidad varía; en consecuencia, realiza un movimiento rectilíneo uniformemente variado (MRUV).
- Solicíteles que presenten su hipótesis y que mencionen las variables independiente y dependiente.
- Asegúrese de que todos los equipos establezcan en su hipótesis la relación causa-efecto entre las variables.

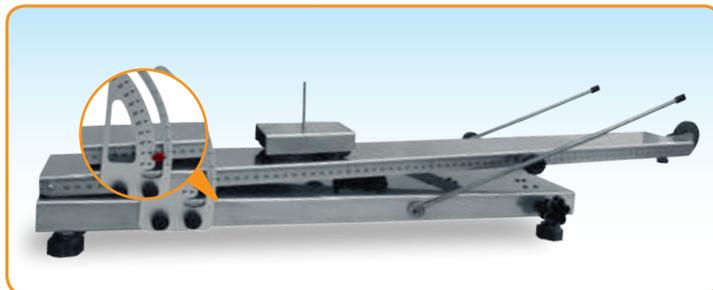
## Diseñamos estrategias para hacer indagación



En equipos

- Oriente con preguntas a sus estudiantes para que propongan el procedimiento de su indagación (cómo y con qué realizarán la manipulación, la medición y el control de las variables), con el fin de obtener datos que permitan corroborar o refutar su hipótesis.
- Muestre a sus estudiantes el plano inclinado del kit de máquinas simples, así como los materiales que utilizarán para simular la situación planteada al inicio.
  - ¿Qué materiales, herramientas e instrumentos utilizarán?  
Componentes del kit: plano inclinado.  
Otros materiales: cronómetro digital y calculadora.
- Pida a sus estudiantes que observen la figura 3. Indíqueles que, para determinar la relación del ángulo de inclinación del plano y el tiempo transcurrido al descender el carro de Hall sobre el plano inclinado, se considerará el siguiente sistema experimental:

Figura 3



Fuente: Industrias Roland Print SAC

- Una vez armado el equipo, como se observa en la figura 3, oriente con preguntas a sus estudiantes para que propongan el procedimiento de su indagación. Pregunte:
  - ¿Cómo mantendrán controlada la variable interviniente?  
Manteniendo constante la masa total de la persona sobre la silla de ruedas, que está representada por el carro de Hall.

- Le sugerimos que realicen las siguientes actividades para poner a prueba su hipótesis:
  1. Adecúen un ángulo de  $1^\circ$  entre el plano inclinado y la horizontal, como se observa en la figura 3.
  2. Coloquen el carro de Hall en la parte superior del plano inclinado, cuidando su alineación.
  3. Dejen caer el carro de Hall y registren en la tabla prevista el tiempo que demora en recorrer las diferentes distancias consideradas; por ejemplo: 0,10 m; 0,20 m; 0,30 m; 0,40 m; 0,50 m; 0,60 m .
  4. Repitan los pasos 1, 2 y 3, considerando los ángulos de  $2^\circ$  y  $5^\circ$ . Para ambos ángulos se prevé una tabla a fin de registrar los datos.
  5. La aceleración se obtendrá del procesamiento de datos mediante la siguiente expresión matemática:

$$a = \frac{2d}{t^2}$$

Donde:

d: es la distancia y se fijará para determinados valores empleando la escala graduada en centímetros del plano inclinado.

t: es el tiempo y se medirá empleando un cronómetro digital, el cual registrará los segundos con aproximación al centésimo.

6. Luego, se graficarán para cada caso la distancia recorrida en función del tiempo promedio y la distancia en función del cuadrado del tiempo promedio. Esto permitirá analizarlas, obtener las conclusiones y validar la hipótesis.

- ¿En qué tipo de tabla registrarán y organizarán los datos que obtengan?

En una tabla como la que se muestra en la sección *Organización de los datos*.

- ¿Se requieren medidas de seguridad personal y del lugar de trabajo? ¿Cuáles? Por ejemplo:



### PRECAUCIÓN

Cuando coloquen el carro de Hall sobre el plano inclinado, cuiden su alineación para que no se desvíe y se caiga al suelo.

## Generamos y registramos datos e información

### Obtención de datos



En equipos

- Incentive a sus estudiantes a poner en marcha su diseño de estrategias.
- Solicíteles que observen atentamente, para tener precisión al medir el tiempo que tarda el carro de Hall en recorrer las distancias propuestas.

### Organización de los datos



Sin docente



En equipos

- Solicite a sus estudiantes que en la tabla prevista en su diseño o en la propuesta en su ficha, registren los datos obtenidos del tiempo y la distancia.
- Oriente para que realicen los cálculos necesarios a fin de obtener la aceleración del carro de Hall. Pida que también lo registren en la tabla.
- Recuérdeles que deben asignarle un título a la tabla.
- Este proceso también se realizará cuando el carro de Hall se desplace por el plano inclinado a 2 y 5 grados (tablas 2 y 3).

- Tabla 1: Tiempo que demora en recorrer y la aceleración del carro de Hall a 1° de inclinación

Distancia recorrida para 1° (m)	Tiempo (s)					Tiempo promedio (s)	Cuadrado del tiempo promedio (s <sup>2</sup> )	Aceleración $2d/t^2$ (m/s <sup>2</sup> )
	t <sub>1</sub>	t <sub>2</sub>	t <sub>3</sub>	t <sub>4</sub>	t <sub>5</sub>			
0,10	1,08	1,04	1,08	1,08	1,03	1,06	1,13	0,18
0,20	1,50	1,51	1,56	1,51	1,56	1,53	2,34	0,17
0,30	1,86	1,87	2,02	1,93	1,91	1,92	3,69	0,16
0,40	2,15	2,16	2,18	2,19	2,16	2,17	4,71	0,17
0,50	2,41	2,43	2,44	2,42	2,43	2,43	5,90	0,17
0,60	2,68	2,66	2,70	2,65	2,67	2,67	7,13	0,17
Promedio de la aceleración (m/s <sup>2</sup> )								0,17

También en la tabla 2, cuando el plano esté inclinado en 2°.

- Tabla 2: Tiempo que demora en recorrer y la aceleración del carro de Hall a 2° de inclinación

Distancia recorrida para 2° (m)	Tiempo (s)					Tiempo promedio (s)	Cuadrado del tiempo promedio (s <sup>2</sup> )	Aceleración $2d/t^2$ (m/s <sup>2</sup> )
	t <sub>1</sub>	t <sub>2</sub>	t <sub>3</sub>	t <sub>4</sub>	t <sub>5</sub>			
0,10	0,75	0,78	0,83	0,78	0,73	0,77	0,59	0,34
0,20	1,10	1,04	1,04	1,07	1,08	1,07	1,14	0,35
0,30	1,32	1,37	1,39	1,30	1,36	1,35	1,82	0,33
0,40	1,56	1,58	1,59	1,59	1,58	1,58	2,49	0,32
0,50	1,76	1,72	1,70	1,73	1,66	1,71	2,92	0,34
0,60	1,89	1,88	1,90	1,88	1,87	1,88	3,53	0,34
Promedio de la aceleración (m/s <sup>2</sup> )								0,34

Igualmente, en la tabla 3, cuando el plano está inclinado en 5°.

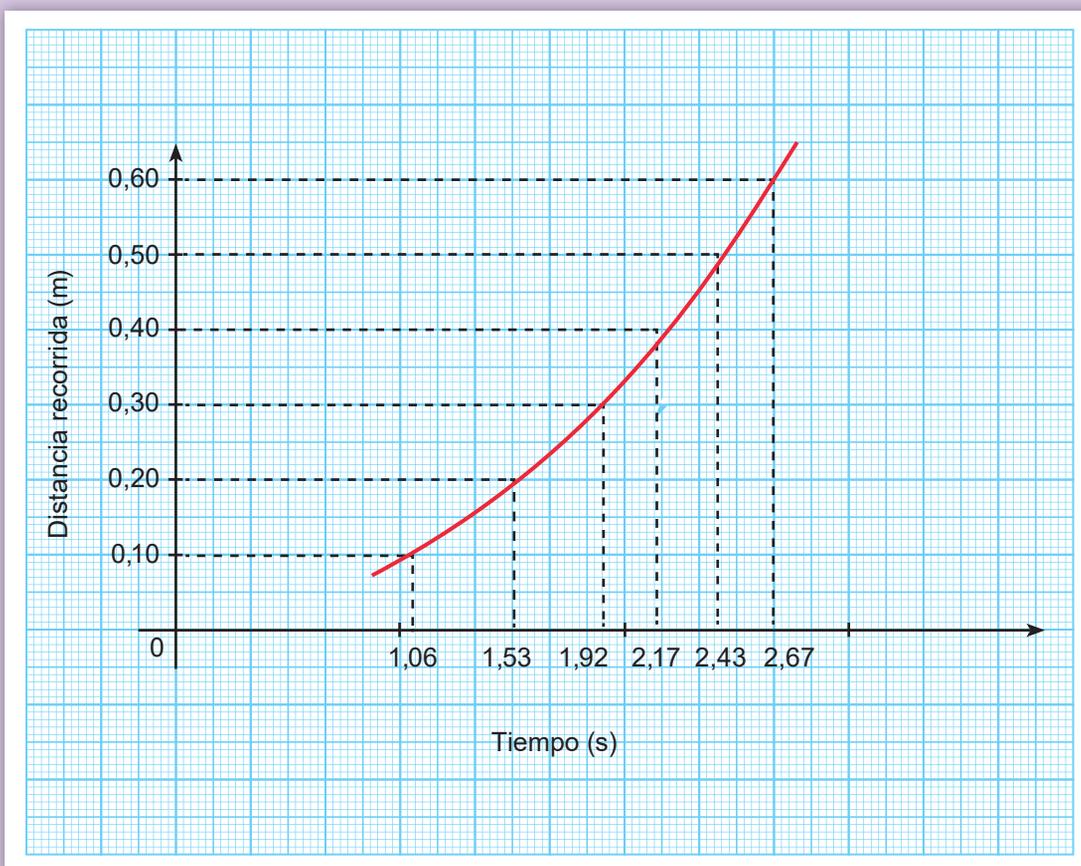
- Tabla 3: Tiempo que demora en recorrer y la aceleración del carro de Hall a 5° de inclinación

Distancia recorrida para 5° (m)	Tiempo (s)					Tiempo promedio (s)	Cuadrado del tiempo promedio (s <sup>2</sup> )	Aceleración $2d/t^2$ (m/s <sup>2</sup> )
	t <sub>1</sub>	t <sub>2</sub>	t <sub>3</sub>	t <sub>4</sub>	t <sub>5</sub>			
0,10	0,48	0,48	0,49	0,51	0,52	0,49	0,24	0,83
0,20	0,67	0,71	0,73	0,66	0,69	0,69	0,48	0,83
0,30	0,88	0,82	0,88	0,84	0,82	0,85	0,72	0,83
0,40	1,01	0,98	1,00	1,01	0,96	0,99	0,98	0,81
0,50	1,06	1,10	1,08	1,04	1,11	1,08	1,17	0,85
0,60	1,22	1,26	1,23	1,18	1,16	1,21	1,46	0,82
Promedio de la aceleración (m/s <sup>2</sup> )								0,83

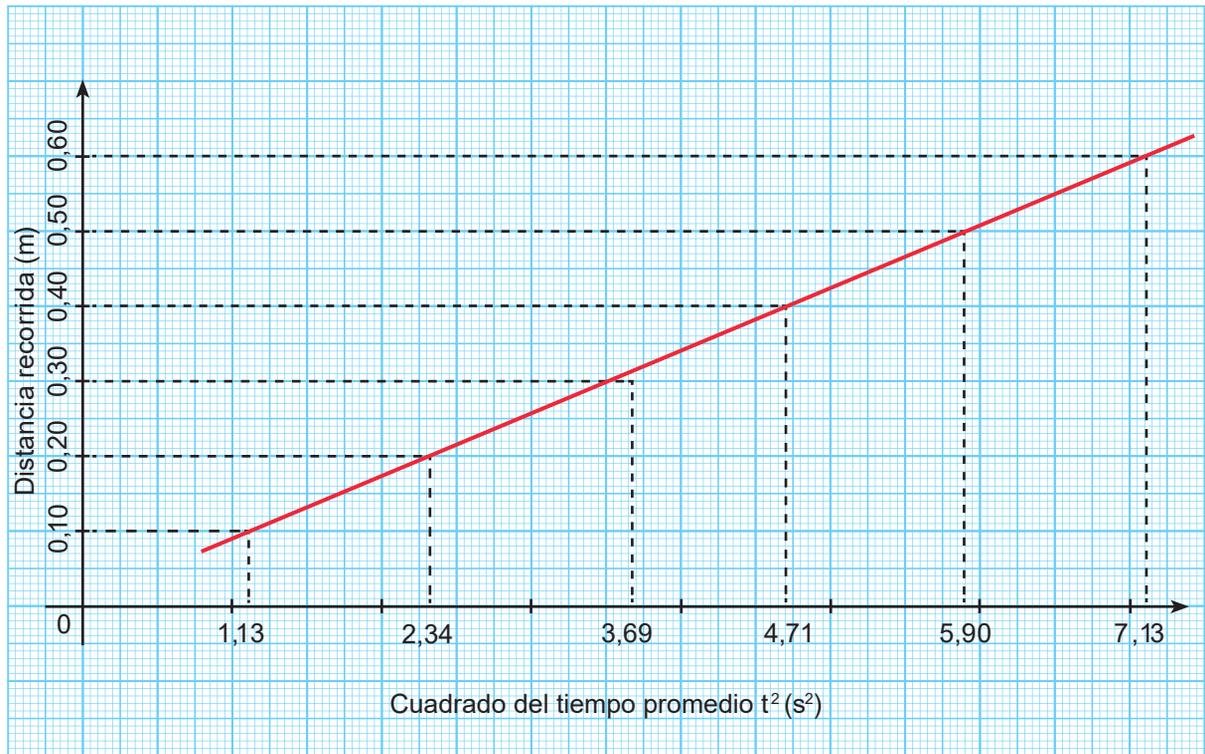
Haga notar a sus estudiantes que, al comparar los datos de las tablas 1, 2 y 3, se observa que el tiempo transcurrido en iguales distancias, es menor cuando el ángulo de inclinación es mayor. Por ejemplo, 0,10 m se recorre en 1,06 s; 0,77 s y 0,49 s de tiempo promedio para ángulos de inclinación de 1°, 2° y 5°, respectivamente.

- Solicite que, en la hoja de papel milimetrado o en el procesador de datos Excel, elaboren las gráficas para cada uno de los ángulos trabajados con el plano inclinado: la distancia recorrida en función del tiempo promedio y la distancia recorrida en función del cuadrado del tiempo promedio. Sugiera que remarquen los puntos de los pares ordenados.
- Indique que, al trazar la recta, traten de que esta se acerque lo máximo posible a todos los puntos obtenidos, con el fin de tener la línea de mejor ajuste.
- Recuérdeles que deben asignarle un título a cada gráfica. Por ejemplo:

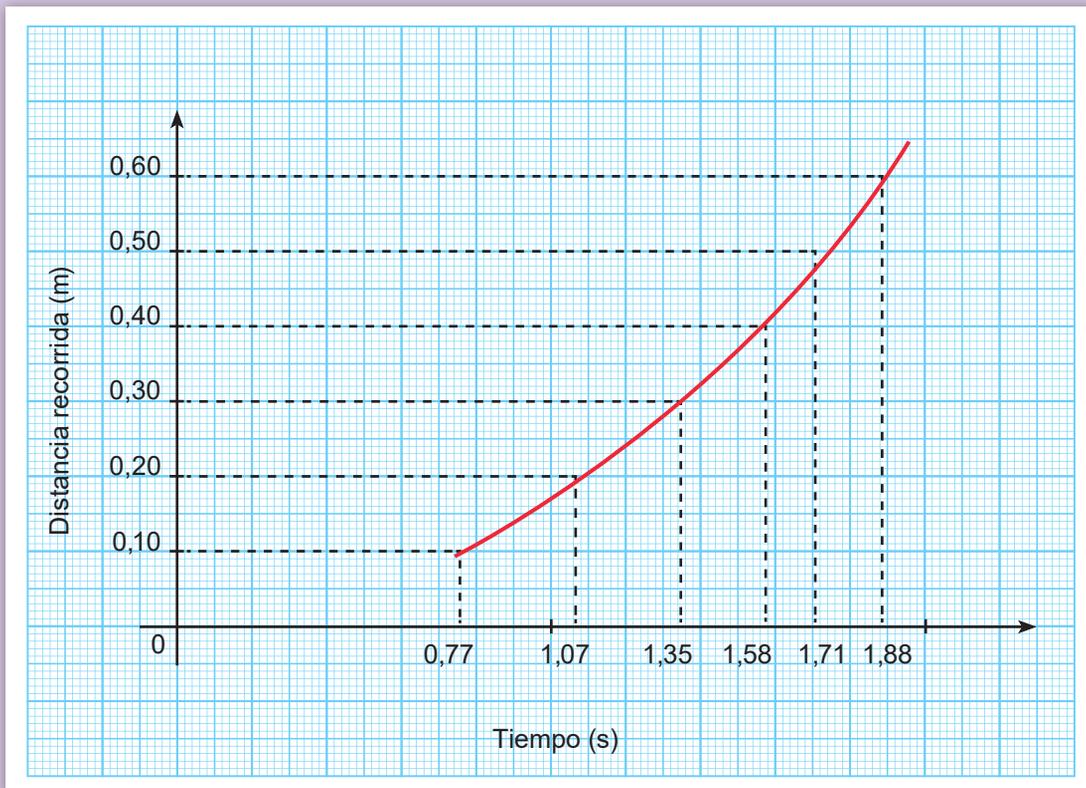
**Gráfica 1: Distancia en función del tiempo promedio para una inclinación de 1°**



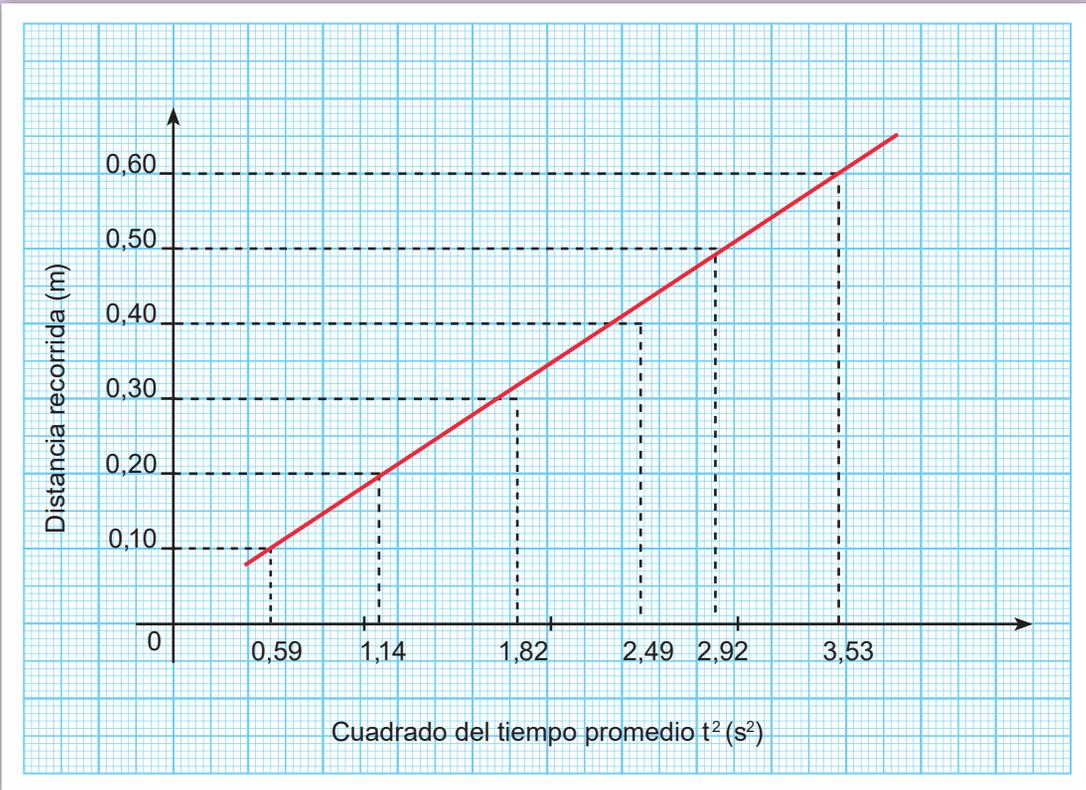
**Gráfica 2: Distancia en función del cuadrado del tiempo promedio para una inclinación de 1°**



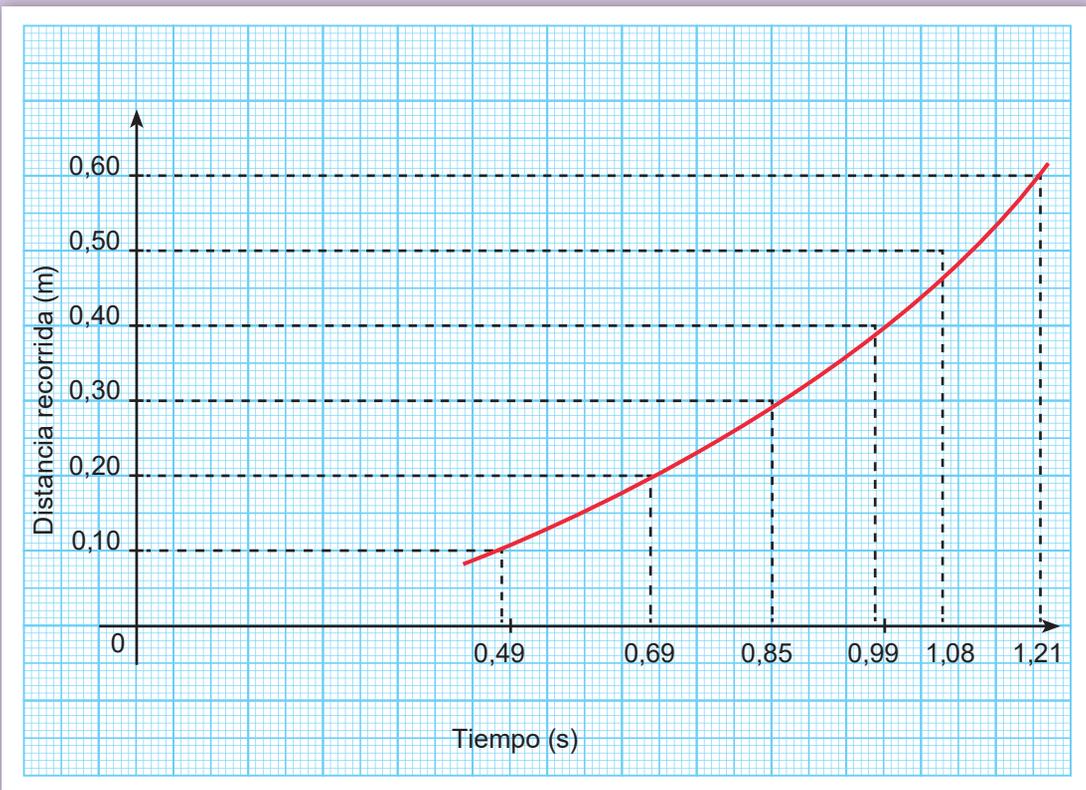
**Gráfica 3: Distancia en función del tiempo promedio para una inclinación de 2°**



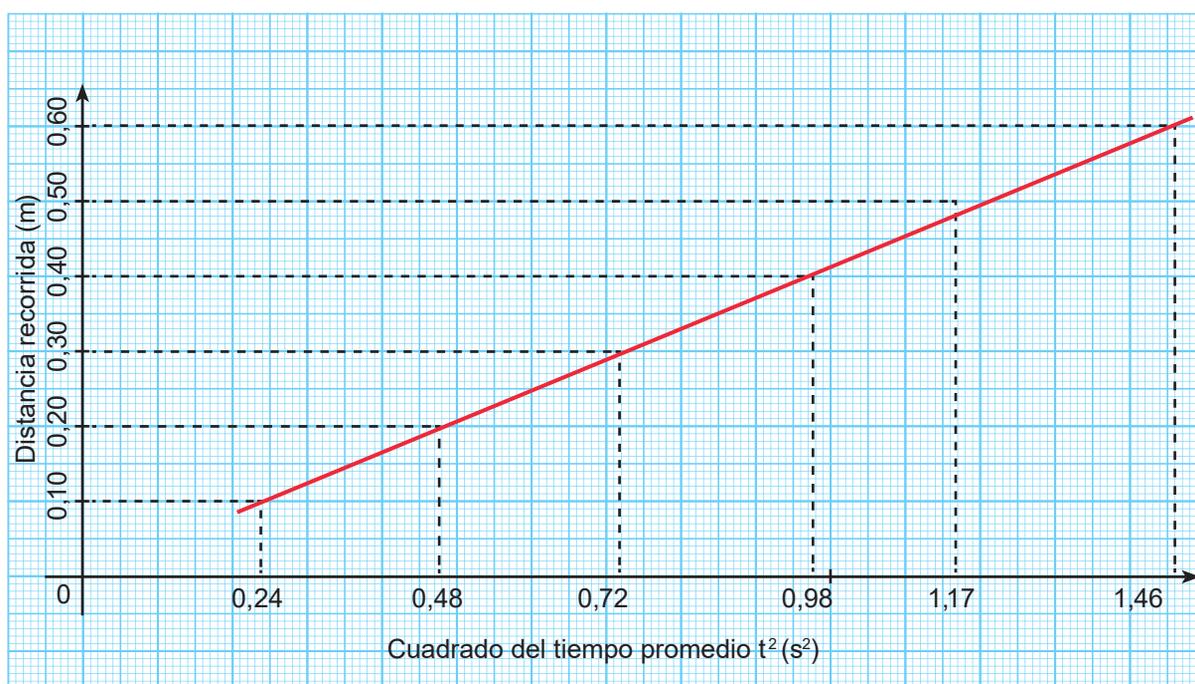
**Gráfica 4: Distancia en función del cuadrado del tiempo promedio para una inclinación de 2°**



**Gráfica 5: Distancia en función del tiempo promedio para una inclinación de 5°**



**Gráfica 6: Distancia en función del cuadrado del tiempo promedio para una inclinación de 5°**



En la gráfica 1, se observa que, a igual variación de la distancia, le corresponde diferentes variaciones del tiempo, lo que implica que el valor de la velocidad varía. Esto confirma que el carro de Hall se mueve con aceleración. Se debe recordar también que en esta gráfica la pendiente de la curva nos brinda información sobre la velocidad del móvil. En tanto las pendientes son diferentes en cada intervalo de tiempo, las velocidades varían por ser una curva (semiparábola); por lo tanto, la velocidad varía, lo cual indica que el carro de Hall acelera. En este caso, el movimiento estudiado corresponde a un movimiento rectilíneo uniformemente variado (MRUV). Este hecho se observará también en las gráficas 3 y 5.

La pendiente de la gráfica 2 nos proporciona información sobre la aceleración. Se observa que la pendiente es constante; por tanto, la aceleración también es constante, siendo su valor la mitad del valor de la pendiente, característica de un movimiento rectilíneo uniformemente variado (MRUV). Esto se observará también en las gráficas 4 y 6. Comparando las gráficas 2, 4 y 6, se observa que, a mayor valor del ángulo de inclinación, mayor es el valor de aceleración.

### Analizamos datos e información



En equipos



Con docente

- Solicite a sus estudiantes que comparen entre sí los datos obtenidos con relación a las variables y que anoten sus resultados. Puede orientar con las siguientes preguntas:
  - ¿Qué forma tiene la gráfica de la distancia en función del tiempo promedio?  
Es una línea curva que representa a una parte de una curva mayor denominada parábola. En esta gráfica, la pendiente de la línea curva nos brinda información sobre la velocidad del móvil. En tanto las pendientes son diferentes en cada intervalo de tiempo, las velocidades varían por ser una curva (semiparábola); por lo tanto, la velocidad varía, lo cual indica que el carro de Hall acelera.
  - ¿La gráfica de la distancia en función del cuadrado del tiempo promedio es una línea recta o una curva?  
Es una línea recta. Quiere decir que la distancia depende linealmente del cuadrado del tiempo promedio, tal como se observa en la expresión matemática  $a = \frac{2d}{t^2}$ . Con esta expresión se confirma que el carro de Hall se mueve con una aceleración constante.

La pendiente de esta gráfica nos proporciona el valor de la aceleración, que es la mitad del valor de la pendiente de la recta. Se observa que la pendiente es constante; por lo tanto, la aceleración también es constante, característica de un movimiento rectilíneo uniformemente variado (MRUV).

- ¿Cuánto vale la aceleración para cada uno de los casos, es decir, para cada ángulo de inclinación?  
De la tabla 1, el promedio del valor de la aceleración resulta  $0,17 \text{ m/s}^2$ .  
De la tabla 2, el promedio del valor de la aceleración resulta  $0,34 \text{ m/s}^2$ .  
De la tabla 3, el promedio del valor de la aceleración resulta  $0,83 \text{ m/s}^2$ .
- ¿En qué caso la aceleración es mayor?  
De la tabla 3, se obtuvo que el valor de la aceleración es mayor para un ángulo de inclinación de  $5^\circ$  del plano inclinado.

### Contrastación de los resultados con la hipótesis y la información científica

- Solicite a sus estudiantes que comparen los resultados con su hipótesis. Puede orientar con las siguientes preguntas:
  - ¿Es válida la hipótesis planteada? ¿Por qué?  
Sí, porque experimentalmente se demuestra que cuanto mayor es el ángulo de inclinación del plano inclinado, a iguales distancias recorridas, menor es el tiempo transcurrido. Esto demuestra que el carro de Hall realiza un movimiento acelerado.

### Elaboración de conclusiones

- Solicite a sus estudiantes que, basándose en los resultados, elaboren sus conclusiones; por ejemplo:
  - De las gráficas 1, 3 y 5, que corresponden a la distancia en función del tiempo, resulta una línea curva cuadrática (semiparábola). Esto indica que la velocidad varía; por lo tanto, es un movimiento acelerado.
  - De las gráficas 2, 4 y 6, que corresponden a la distancia en función del cuadrado del tiempo promedio, resulta una línea recta, cuya pendiente nos proporciona el valor de la aceleración, que es la mitad del valor de la pendiente de la recta.
  - De las tablas 1, 2 y 3, se concluye que, cuando el ángulo de inclinación del plano es mayor, mayor es la aceleración del móvil.
  - Si el ángulo de inclinación del plano inclinado es mayor, el tiempo transcurrido para distancias iguales es menor al descender la persona en la silla de ruedas por la pendiente del plano inclinado. Ello demuestra que, a mayor ángulo de inclinación, mayor es la aceleración del móvil al descender por un plano inclinado.

### Evaluamos y comunicamos el proceso y los resultados de la indagación



En equipos



Con docente

- Continúe brindando retroalimentación a sus estudiantes si observa dificultades; apóyese en la rúbrica de evaluación de segundo grado.
- Invite a los equipos a socializar nuevamente la pregunta de indagación y las conclusiones. Pregunte:
  - ¿Las conclusiones del equipo son una respuesta a su pregunta de indagación? Ejemplo:

**Pregunta de indagación:**

- ¿Qué relación existe entre el ángulo de inclinación de la rampa y la distancia recorrida con el tiempo transcurrido al descender la persona en la silla de ruedas?

**Conclusión:**

- Si el ángulo de inclinación del plano inclinado es mayor, el tiempo transcurrido para distancias iguales es menor al descender la persona en la silla de ruedas por la pendiente del plano inclinado. Ello demuestra que, a mayor ángulo de inclinación, mayor es la aceleración del móvil al descender por un plano inclinado.

- ¿El diseño de la estrategia ayudó a poner a prueba su hipótesis? ¿Hicieron algún cambio? ¿Por qué? Pregunte a sus estudiantes si tuvieron alguna dificultad para armar el montaje; si tuvieron el cuidado necesario para utilizar los instrumentos de medición (cronómetro) al medir y así obtener datos confiables. Pregunte también si hubo dificultad al realizar los cálculos de la aceleración en cada tabla y al representar los datos en una gráfica.
- Pida que, individualmente, elaboren un reporte escrito de su indagación, en el cual den a conocer el proceso y los resultados obtenidos. Indíqueles que deben presentarlo ante sus compañeras y compañeros. También pueden darlo a conocer en el periódico mural o en el blog del aula o de su institución educativa. Responda de manera reflexiva a sus inquietudes.

## Coevaluación



En equipos



Sin docente

- Pídeles que, comparando con la rúbrica de segundo grado, evalúen en sus equipos la actuación de sus compañeras y compañeros durante la indagación científica realizada (ver páginas 6 y 7).

## Para profundizar



Fuera del aula



Individualmente

- Sugiera a sus estudiantes consultar su texto o los libros y visitar alguna página web donde encuentren diversos recursos que reforzarán sus aprendizajes. Por ejemplo, el artículo "Aceleración", ubicado en [http://www.educaplus.org/movi/2\\_6aceleracion.html](http://www.educaplus.org/movi/2_6aceleracion.html), y el simulador de fuerza y movimiento que se encuentra en <https://n9.cl/4jas>.
- Luego, pida que respondan las siguientes preguntas:
  - ¿Qué es la caída libre?  
Es el movimiento rectilíneo, con dirección vertical y aceleración constante, realizado por un cuerpo cuando cae en el vacío; no se considera la resistencia del aire.
  - ¿Qué magnitudes intervienen en la caída libre?  
La aceleración de la gravedad, la distancia y el tiempo.
- Solicite a sus estudiantes que, en sus cuadernos de experiencias, elaboren un organizador gráfico para explicar las características, las ecuaciones y las gráficas del MRUV.

## Transferencia: Tu casa, tu laboratorio

- Solicite a sus estudiantes que realicen la siguiente experiencia:
  1. Dejen caer una canica sobre un plano inclinado liso, que puede ser una tabla, un tubo cortado por la mitad o algo que reemplace el plano inclinado utilizado en la escuela.
  2. Marquen la distancia que recorre la canica luego de salir del plano inclinado. Traten de que la distancia que recorra sea una línea recta.
  3. Repitan los pasos 1 y 2 para otro ángulo de inclinación.
- Pídeles que respondan la siguiente pregunta:
  - ¿En qué caso la canica recorre mayor distancia? Explica por qué.



### Bibliografía

Hewitt, P. (2007). *Física conceptual* (10.ª ed.). México D. F., México: Editorial Pearson Educación, pp. 41-47, 741-748.



### Sitio electrónico de Internet

Giancoli, D. (2006). *Física. Principios con aplicaciones* (Trad. Campos). México D. F., México: Pearson Educación. Recuperado de [http://www.fica.unsl.edu.ar/~fisica/Fisica\\_TUMI/Fisica\\_Vol.\\_01\\_-\\_6ta\\_Edicion\\_-Giancoli.pdf](http://www.fica.unsl.edu.ar/~fisica/Fisica_TUMI/Fisica_Vol._01_-_6ta_Edicion_-Giancoli.pdf)

## ¿Por qué los cuerpos aceleran?

### ► Secuencia del aprendizaje



Con docente

- Presente a sus estudiantes los propósitos de aprendizaje (ver página 5) en relación con la indagación del movimiento rectilíneo uniformemente variado y la causa que origina la aceleración. Indíqueles que entregarán un reporte en el que describirán el proceso y el resultado de su indagación. Muestre la rúbrica como instrumento de evaluación formativa (ver páginas 6 y 7). Solicíteles que lean el nivel esperado y lo comenten. Responda a sus inquietudes y comuníqueles que les brindará retroalimentación durante la indagación y para la presentación de su reporte.

- Presente la situación:

Una camioneta se encuentra detenida en la parte baja del cerro San Cristóbal (Lima). Para subir a este cerro, hay una carretera que se ha construido con una pendiente alta. El tramo inicial de la carretera se presenta en línea recta y la camioneta desea ascender por un tramo recto.

Figura 1



Fuente: Industrias Roland Print SAC

Figura 2



Parte de la carretera del cerro San Cristóbal  
Fuente: <https://i.ytimg.com/vi/XDRD5Y1mt-M/maxresdefault.jpg>

- Pregunte a sus estudiantes:

- ¿Puede la camioneta arrancar con velocidad constante? ¿Por qué?  
No, porque la camioneta inicia su movimiento con velocidad cero.
- Si el auto está detenido, ¿qué debe hacer el conductor para que la camioneta ascienda en línea recta por la pendiente del cerro?  
El conductor deberá acelerar, para que así el motor genere fuerza sobre las llantas y pueda ascender.

- Comente que el movimiento del automóvil sobre la pendiente puede ser modelado empleando el plano inclinado del kit de máquinas simples. Muestre a sus estudiantes el equipo armado.

### Problematizamos situaciones



En equipos

- Plantee las siguientes interrogantes para que indaguen sobre la situación. Por ejemplo:
  - ¿Cuál es la velocidad de la camioneta cuando se encuentra detenida en la parte baja de la pendiente?  
En ese caso, la velocidad de la camioneta es cero.

- Ustedes respondieron que para que la camioneta empezara a subir la pendiente, tenía que acelerar. ¿Cómo saben que la camioneta aceleró?

Porque la camioneta inicia su movimiento con velocidad cero, la cual luego se irá incrementando.

- Indíqueles que la distancia recorrida por la camioneta está relacionada con la velocidad, con el tiempo transcurrido y con la aceleración, de acuerdo con la siguiente expresión matemática:

$$d = V_0 t + \frac{1}{2} at^2$$

Donde:

d: es la distancia recorrida. Se mide en metros (m).

$V_0$ : es la rapidez inicial de la camioneta. Se mide en metros por segundo (m/s).

t: es el tiempo. Se mide en segundos (s).

a: es la aceleración. Se mide en metros por segundo al cuadrado ( $m/s^2$ ).

$$\begin{aligned} d &= \frac{1}{2} at^2 \\ 2d &= at^2 \\ a &= \frac{2d}{t^2} \end{aligned}$$

- En el caso de la situación descrita, la camioneta está detenida en la parte baja; por lo tanto, su rapidez inicial es cero. El primer sumando de la ecuación se elimina y queda de la siguiente forma:
- Recuerde indicarles que la aceleración de la camioneta se debe a la fuerza que imprime el motor. Para saber que la camioneta se mueve con aceleración, hay que observar si recorre distancias iguales en tiempos diferentes, en distintos tramos del recorrido.
- Acompañe a los equipos y realice las siguientes preguntas para que tengan claro lo que van a medir y para qué lo van a medir.
  - ¿Qué magnitudes intervienen en la situación descrita?  
La distancia, el tiempo que tarda la camioneta en recorrerla y la fuerza que imprime el motor a las llantas.
  - ¿Qué magnitudes pueden manipular?  
La distancia que recorre la camioneta y la fuerza que imprime el motor a las llantas.
  - ¿Qué se ve afectado por las magnitudes manipuladas?  
El tiempo y la aceleración producida en el movimiento.

## Pregunta de indagación



## En equipos

- Solicite que cada equipo plantee preguntas de indagación sobre la situación observada para que la camioneta acelere. Indíqueles que dialoguen y seleccionen solo una de ellas, la que considere algunas de las magnitudes vistas. La pregunta debe ser susceptible de ser indagada científicamente; es decir, que pueda ser respondida mediante la observación y la experimentación. Por ejemplo:

¿Qué relación existe entre la fuerza que ejerce el motor sobre las llantas y la distancia recorrida con el tiempo transcurrido al subir la camioneta por la pendiente?

- Solicite a sus estudiantes que identifiquen las variables a partir de su pregunta de indagación:
  - ¿Cuáles son las variables independientes?  
Las variables independientes son la distancia que recorre la camioneta y la fuerza que imprime el motor a las llantas.
  - ¿Cuáles son las variables dependientes?  
Las variables dependientes son el tiempo que tarda la camioneta en recorrer las distancias y la aceleración de la camioneta.

- ¿Cuáles son las variables intervinientes?

Las variables intervinientes son la masa de la camioneta y el ángulo de inclinación de la pendiente.

## Hipótesis

- Guíe a cada equipo para que formule su hipótesis, la cual debe mostrar las variables independiente y dependiente en relación de causa-efecto. Por ejemplo: “Si (antecedente)..., entonces (consecuente)”. Pida a sus estudiantes que la escriban en la correspondiente sección de sus fichas. Por ejemplo:

Si la fuerza del motor aumenta, entonces la camioneta recorrerá iguales distancias de la pista en menor tiempo al subir la pendiente.

- Indíqueles que si un móvil recorre distancias diferentes en tiempos iguales, entonces realiza un movimiento rectilíneo uniformemente variado (MRUV).
- Solicíteles que presenten su hipótesis y que mencionen las variables independiente y dependiente.
- Asegúrese de que todos los equipos establezcan en su hipótesis la relación causa-efecto entre las variables que intervienen.

## Diseñamos estrategias para hacer indagación



En equipos

- Oriente con preguntas a sus estudiantes para que propongan el procedimiento de su indagación (cómo y con qué realizarán la manipulación, la medición y el control de las variables), con el fin de obtener datos que permitan corroborar o refutar su hipótesis.
- Muestre a sus estudiantes el plano inclinado armado del kit de máquinas simples. Señale sus componentes y funciones, así como los materiales que utilizarán para simular la situación planteada al inicio.
  - ¿Qué materiales, herramientas e instrumentos utilizarán?  
Componentes del kit: plano inclinado.  
Otros materiales: cronómetro digital, calculadora, dinamómetro y juego de pesas.
- Pida que observen la figura 3. Oriente a sus estudiantes para que noten que el soporte de pesas, unido al carro de Hall mediante una cuerda, representa la fuerza necesaria para que suba sobre el plano inclinado. El valor de esta fuerza será medido con el dinamómetro.
- Una vez armado el equipo, como se observa en la figura 3, oriente con preguntas a sus estudiantes para que propongan el procedimiento de su indagación. Pregúnteles:
  - ¿Cómo mantendrán controladas las variables intervinientes?  
Manteniendo constantes la masa del carro de Hall y el ángulo de inclinación durante toda la experiencia.

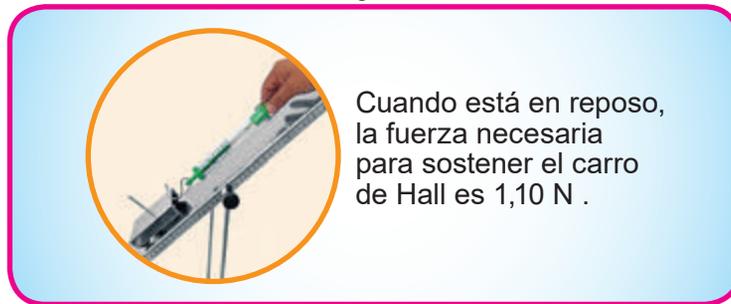
Figura 3



Fuente: Industrias Roland Print SAC

- Le sugerimos que, para que pongan a prueba su hipótesis, realicen el siguiente procedimiento:
  - Adecúen a  $45^\circ$  el plano inclinado, apoyen el carro de Hall en el plano, tal como se observa en la figura 3, y midan la fuerza necesaria para sostenerlo con el dinamómetro, como se nota en la figura A. Esta fuerza es la componente del peso paralela al plano inclinado. Mantengan la cuerda paralela al plano. Se debe tener en cuenta que el dinamómetro mide la masa y la fuerza.

Figura A



Fuente: Industrias Roland Print SAC

Indique a sus estudiantes que para que el carro de Hall ascienda debe haber una fuerza que lo origine. El valor del peso del soporte de pesas con las masas incorporadas produce una fuerza de 1,3 N, tal como se describe en el procedimiento 2. La diferencia entre el peso del soporte de pesas con las masas y la componente del peso, paralela al plano inclinado del carro de Hall, es la que genera el movimiento, tal como se ilustra en la figura 4.

Figura 4



Fuente: Industrias Roland Print SAC

- Pongan en el soporte de pesas, de 20 g, una masa de 110 g, sumando así un total de 130 g, que equivale a 1,3 N . Midan con el dinamómetro la fuerza que ejerce el peso del soporte de pesas con las masas agregadas. Pídale que lo anoten en su cuaderno. Luego, aten los extremos del cordón, de 1 m, en el carro de Hall y el gancho del soporte.
- Ubiquen el carro de Hall en el plano inclinado, donde indica 80 cm . Enseguida, suspendan el soporte y las pesas pasando el cordón por la puela de la parte alta del plano.
- Alineen la disposición y, con un cronómetro, midan cinco veces el tiempo que el carro demora en recorrer 10 cm, 20 cm, 30 cm, 40 cm y 50 cm, para disminuir los errores en el cálculo. Registren los resultados en una primera tabla prevista.
- La aceleración se obtendrá del procesamiento de datos obtenidos, mediante la siguiente expresión matemática:

$$a = \frac{2d}{t^2}$$

Donde:

d: es la distancia. Se fijará para determinados valores empleando la escala graduada en centímetros del plano inclinado.

t: es el tiempo. Se medirá empleando un cronómetro digital, el cual registrará los segundos con aproximación al centésimo.

6. Luego, se graficarán para cada caso la distancia recorrida en función del tiempo promedio y la distancia en función del cuadrado del tiempo promedio, para analizarlas y obtener las conclusiones y validar su hipótesis.

- ¿En qué tipo de tabla registrarán y organizarán los datos que obtengan?  
Por ejemplo, en una tabla como la que se muestra en la sección *Organización de los datos*.
- ¿Se requieren medidas de seguridad personal y del lugar de trabajo? ¿Cuáles? Por ejemplo:



### PRECAUCIÓN

Cuando el carro de Hall se encuentre ubicado en el plano inclinado, no lo suelten hasta que el cordón esté sosteniendo las pesas.

## Generamos y registramos datos e información

### Obtención de datos



En equipos

- Incentive a sus estudiantes a poner en marcha su diseño de estrategias.
- Solicíteles que observen con atención para tener precisión al medir el tiempo que tarda el carro de Hall en recorrer las distancias propuestas.
- Indíqueles que el dinamómetro debe encontrarse en forma vertical. Recuérdeles, también, que deben leer las mediciones en forma paralela a sus ojos; así evitarán errores al validar la hipótesis.

### Organización de los datos



Sin docente



En equipos

- Solicite a sus estudiantes que en su tabla prevista en su diseño o en la propuesta en su ficha, registren los datos obtenidos del tiempo y la distancia.
- Oriente para que realicen los cálculos necesarios a fin de obtener la aceleración del carro de Hall. Pídales que también lo registren en la tabla.
- Recuérdeles que deben asignarle un título a la tabla 1, cuando se suspende una masa de 130 g, que equivale a una fuerza de 1,3 N .

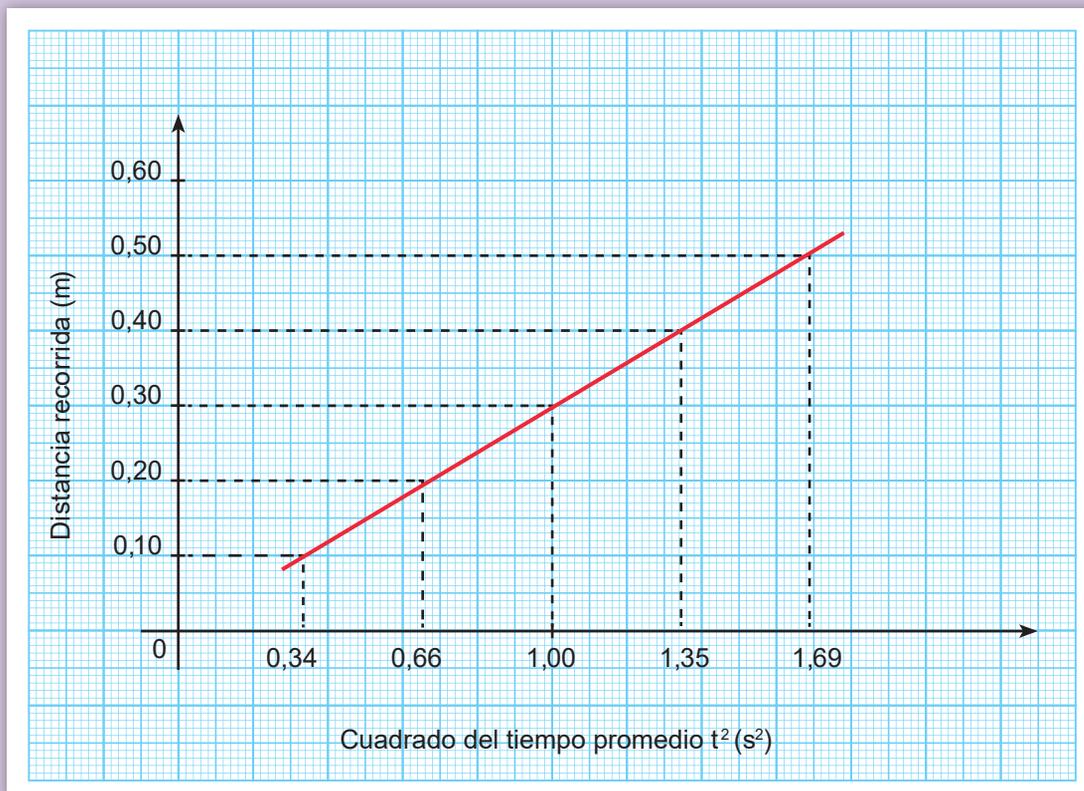
Tabla 1: Tiempo que demora en recorrer el carro de Hall y la aceleración que se produce

Distancia recorrida (m)	Tiempo (s)					Tiempo promedio (s)	Cuadrado del tiempo promedio (s <sup>2</sup> )	Aceleración $2d/t^2$ (m/s <sup>2</sup> )
	t <sub>1</sub>	t <sub>2</sub>	t <sub>3</sub>	t <sub>4</sub>	t <sub>5</sub>			
0,10	0,58	0,57	0,56	0,58	0,60	0,58	0,34	0,59
0,20	0,82	0,83	0,80	0,82	0,80	0,81	0,66	0,61
0,30	1,00	1,01	1,02	1,00	0,99	1,00	1,00	0,60
0,40	1,16	1,15	1,17	1,16	1,18	1,16	1,35	0,59
0,50	1,30	1,31	1,29	1,28	1,32	1,30	1,69	0,59
Promedio de la aceleración (m/s <sup>2</sup> )								0,60

De la tabla 1, se observa que la variación del tiempo transcurrido para recorrer iguales distancias disminuye.

- Solicite a sus estudiantes que, en el papel milimetrado o en la hoja de cálculo Excel, grafiquen la distancia en función del cuadrado del tiempo promedio.
- Indique que, al trazar la recta, traten de que esta se acerque lo máximo posible a todos los puntos obtenidos, con el fin de tener la línea de mejor ajuste.
- Recuérdelos que deben asignarle un título a la gráfica. Por ejemplo:

Gráfica 1: Distancia en función del cuadrado del tiempo promedio para una masa de 130 g



En la gráfica 1, la pendiente de la recta nos brinda información sobre la aceleración. Tal como se observa, la pendiente es constante por ser una recta. Esto significa que la aceleración es constante, siendo su valor el doble del valor de la pendiente. Se calcula con la siguiente expresión matemática:

$$\frac{a}{2} = \frac{\Delta d}{\Delta t^2}$$

Donde:

$\Delta d$  : variación de la distancia.

$\Delta t^2$ : variación del tiempo promedio al cuadrado.

Esta aceleración ha sido producida debido a la fuerza resultante aplicada al carro de Hall.

## Analizamos datos e información



En equipos



Con docente

- Solicite a sus estudiantes que comparen entre sí los datos obtenidos con relación a las variables y que anoten sus resultados. Puede orientar con las siguientes preguntas:
  - ¿Qué se observa en los resultados de la tabla 1 respecto a las distancias y los tiempos transcurridos en recorrerlas?  
Se observa que la variación del tiempo transcurrido para recorrer iguales distancias disminuye.
  - ¿Qué se observa en la gráfica 1?  
Se observa una línea recta. La pendiente de esta línea recta brinda información sobre la aceleración del móvil. El valor de la aceleración es constante y es el doble del valor de la pendiente. Se obtiene de la expresión matemática:

$$\frac{a}{2} = \frac{\Delta d}{\Delta t^2}$$

- ¿Qué origina el movimiento acelerado?  
Lo origina una fuerza resultante diferente de cero.
- ¿Qué es una fuerza resultante? ¿Cómo se obtiene la fuerza resultante en el experimento?  
La fuerza resultante es la suma o resta de dos o más fuerzas. En nuestro experimento, la fuerza resultante es la diferencia que existe entre el peso del soporte de pesas con las masas cuyo valor es 1,3 N con la componente del peso paralela al plano inclinado del carro de Hall cuyo valor es 1,1 N .
- ¿Cuál es el valor de la fuerza resultante que origina la aceleración del carro de Hall?  
El valor de la fuerza resultante es de  $1,3 \text{ N} - 1,1 \text{ N} = 0,2 \text{ N}$  .

## Contrastación de los resultados con la hipótesis y la información científica

- Solicite a sus estudiantes que comparen los resultados con su hipótesis. Puede orientar con las siguientes preguntas:  
¿Es válida la hipótesis planteada? ¿Por qué?  
Sí, porque experimentalmente se demuestra que, si existe una fuerza resultante diferente de cero, la camioneta recorre distancias iguales en menor tiempo. De esta forma se demuestra la existencia de la aceleración, producida por una fuerza resultante diferente de cero, aplicada a la camioneta.

## Elaboración de conclusiones

- Solicite a sus estudiantes que, basándose en los resultados, elaboren sus conclusiones. Por ejemplo:
  - De la tabla 1, se observa que el tiempo transcurrido para recorrer iguales distancias es menor, esto indica que existe aceleración. Esta aceleración es producto de una fuerza resultante que tiene un valor de 0,2 N; es la que genera el movimiento.
  - En la gráfica 1, se nota que la línea que se obtiene entre la distancia frente al cuadrado del tiempo promedio es una línea recta, cuya pendiente nos proporciona información sobre la aceleración; en este caso permanece constante. Esta es una característica de un movimiento rectilíneo uniformemente variado (MRUV).
  - El valor de la aceleración es el doble del valor de la pendiente.
  - Si la fuerza resultante aplicada a la camioneta es diferente de cero, el tiempo transcurrido para recorrer distancias iguales es menor al subir por la pendiente del plano inclinado. Esto indica que existe aceleración, producto de la fuerza resultante diferente de cero.

## Evaluamos y comunicamos el proceso y los resultados de la indagación



En equipos



Con docente

- Continúe brindando retroalimentación a sus estudiantes si observa dificultades; apóyese en la rúbrica de evaluación de segundo grado.
- Invite a los equipos a socializar nuevamente la pregunta de indagación y las conclusiones. Pregunte: ¿Las conclusiones del equipo son una respuesta a su pregunta de indagación? Ejemplo:

**Pregunta de indagación:**

  - ¿Qué relación existe entre la fuerza que ejerce el motor sobre las llantas y la distancia recorrida y el tiempo transcurrido al subir la camioneta por la pendiente?

**Conclusión:**

  - Si la fuerza resultante aplicada a la camioneta es diferente de cero, el tiempo transcurrido para recorrer distancias iguales es menor al subir por la pendiente del plano inclinado. Esto indica que existe aceleración, producto de la fuerza resultante diferente de cero.
- ¿El diseño de estrategias ayudó a poner a prueba su hipótesis? ¿Hicieron algún cambio? ¿Por qué? Pregunte a sus estudiantes si tuvieron alguna dificultad para armar el montaje; si tuvieron el cuidado necesario para utilizar los instrumentos de medición (cronómetro y dinamómetro) al medir y así obtener datos confiables; y si hubo dificultad al realizar los cálculos que se les solicitó para completar la tabla y realizar la gráfica.
- Pida que, individualmente, elaboren un reporte escrito de su indagación, en el cual den a conocer el proceso y los resultados obtenidos. Indíqueles que deben presentarlo ante sus compañeras y compañeros. También pueden darlo a conocer en el periódico mural o en el blog del aula o de su institución educativa. Responda de manera reflexiva a sus inquietudes.

## Coevaluación



En equipos



Sin docente

- Pídeles que, comparando con la rúbrica de segundo grado, evalúen en sus equipos la actuación de sus compañeras y compañeros durante la indagación científica realizada (ver páginas 6 y 7).

## Para profundizar



Fuera del aula



Individualmente

- Sugiera a sus estudiantes consultar en su texto o los libros sobre el movimiento rectilíneo uniformemente acelerado. También pueden leer el siguiente artículo: "Aceleración", en [http://www.educaplus.org/movi/2\\_6aceleracion.html](http://www.educaplus.org/movi/2_6aceleracion.html)
- Luego, pídeles que analicen y respondan:
  - ¿Qué ocurre con el valor de la velocidad si la aceleración y la velocidad tienen la misma dirección? El valor de la velocidad aumenta; se trata de un movimiento acelerado.
  - ¿Qué ocurre con el valor de la velocidad cuando esta y la aceleración tienen direcciones opuestas? El valor de la velocidad disminuye; se trata de un movimiento desacelerado.

## Transferencia: Tu casa, tu laboratorio

- Solicite a sus estudiantes que resuelvan el siguiente caso, el cual está relacionado con la actividad realizada. Pídeles que lo analicen y luego respondan las preguntas que se formulan.

Un gato observa inmóvil a un ratón que, en busca de alimento, se asoma sigilosamente desde su escondite. Cuando el desprevenido roedor sale y está a su alcance, el gato se lanza tras él y comienza una persecución por las inmediaciones del lugar en el que se encuentran. El ratón corre realizando varios giros para no ser alcanzado.

Figura 4



Fuente: Industrias Roland Print SAC

- ¿Cuál es la velocidad inicial del gato? ¿Por qué?
- ¿El ratón acelera durante su movimiento? ¿Por qué?

### Bibliografía

Giancoli, D. (2006). *Física*  
México D. F., México: Editorial  
Pearson Educación.



### Sitio electrónico de Internet

E-ducativa. Movimiento rectilíneo uniformemente acelerado. Recuperado de [http://e-ducativa.catedu.es/44700165/aula/archivos/repositorio/1000/1147/html/2\\_movimiento\\_rectilneo\\_uniformemente\\_acelerado\\_mrui.html](http://e-ducativa.catedu.es/44700165/aula/archivos/repositorio/1000/1147/html/2_movimiento_rectilneo_uniformemente_acelerado_mrui.html)

## ¿Una rueda puede cambiar la dirección de la fuerza?

### ► Secuencia del aprendizaje



Con docente

- Presente a sus estudiantes los propósitos de aprendizaje (ver página 5) sobre la primera condición de equilibrio. Indíqueles que entregarán un reporte en el que describirán el proceso y el resultado de su indagación. Muestre la rúbrica como instrumento de evaluación formativa (ver páginas 6 y 7). Solicítele que lean el nivel esperado y lo comenten. Responda a sus inquietudes y comuníqueles que les brindará retroalimentación durante la indagación y para la presentación de su reporte.

- Presente la situación:

Juan y Pedro están construyendo una pared en el segundo piso de sus casas y necesitan subir un balde lleno de ladrillos, con ayuda de poleas fijas y móviles.

Figura 1



Juan

Adaptada de Industrias Roland Print SAC

Figura 2



Pedro

Adaptada de Industrias Roland Print SAC

- Pregunte a sus estudiantes:

- Juan y Pedro necesitan subir sus baldes con ladrillos al segundo piso. ¿Para qué utilizan poleas?

Juan y Pedro usan poleas para cambiar la dirección de la fuerza aplicada, de manera que, al jalar la sogá hacia abajo, el balde con ladrillos suba al segundo piso.

- Comente que el cambio de dirección de las fuerzas sobre un cuerpo puede ser modelado empleando el sistema de poleas del kit de máquinas simples.

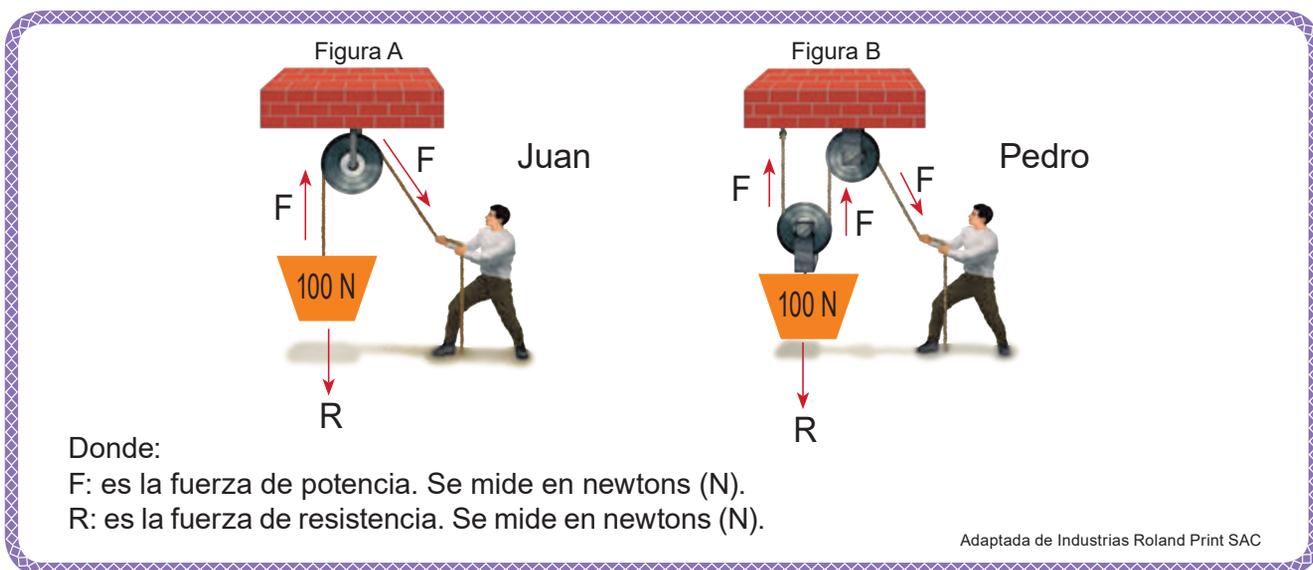


- Plantee las siguientes interrogantes para que indaguen sobre la situación.
  - ¿Por qué el balde con ladrillos se mueve hacia arriba cuando Juan o Pedro jalan la cuerda hacia abajo?
 

El balde con ladrillos se mueve hacia arriba porque las poleas cambian la dirección de la fuerza aplicada por Juan y Pedro, usando polea fija y polea móvil respectivamente.
  - Si Juan aplica una fuerza menor de 100 N usando una polea fija, ¿podrá subir el balde con ladrillos?
 

No, debido a que el balde con ladrillos pesa 100 N .
  - ¿Qué fuerza requiere Pedro para subir el balde con ladrillos cuando se usa una polea móvil?
 

Pedro requiere aplicar una fuerza menor de 100 N para subir el balde con ladrillos.
- Indíqueles que la fuerza aplicada por Juan y Pedro es la fuerza de potencia (F) y que el peso del balde con ladrillos es la fuerza de resistencia (R). Explíqueles que estas fuerzas están relacionadas con el número de poleas móviles que emplean. La función de la polea es cambiar la dirección de la fuerza aplicada.



Si analizamos la situación presentada, tal como se observa en las figuras A y B, considerando la primera condición de equilibrio, el valor de la fuerza de potencia “F” aplicada por Juan y Pedro está relacionada con la fuerza de resistencia “R”, de acuerdo con la siguiente expresión matemática:

$$\sum F = 0$$

Para Juan:

$$\begin{aligned} \sum F_y &= 0 \\ F - R &= 0 \\ F &= R \end{aligned}$$

Para Pedro:

$$\begin{aligned} \sum F_y &= 0 \\ F + F - R &= 0 \\ 2F &= R \\ F &= \frac{R}{2} \end{aligned}$$

De los resultados, se observa que la fuerza aplicada por Juan es del mismo valor que el peso del balde con ladrillos al utilizar una polea fija, mientras que la fuerza aplicada por Pedro es la mitad del valor del peso del balde con ladrillos al utilizar un sistema formado por una polea fija y otra móvil.

- Acompañe a los equipos y formule las siguientes preguntas para que tengan claro lo que van a medir y para qué lo van a medir.
  - ¿Qué magnitudes se observan en la situación descrita?  
El peso del balde con ladrillos, que es la fuerza de resistencia (R), y las fuerzas aplicadas por Juan y Pedro para elevar el balde con ladrillos, que son las fuerzas de potencia (F).
  - ¿Qué magnitud pueden manipular?  
El peso del balde con ladrillos, que es la fuerza de resistencia (R).
  - ¿Qué se ve afectado por la magnitud manipulada?  
Las fuerzas aplicadas por Juan y Pedro para elevar el balde con ladrillos, que son las fuerzas de potencia (F).

## Pregunta de indagación



En equipos

- Solicite que cada equipo plantee preguntas de indagación sobre la situación observada. Dialoguen y seleccionen solo una de ellas, la que considere algunas de las magnitudes vistas. La pregunta debe ser susceptible de ser indagada científicamente; es decir, que pueda ser respondida mediante la observación y la experimentación. Por ejemplo:

¿Qué relación existe entre la fuerza que aplica Pedro y el peso del balde con ladrillos al subirlo al segundo piso utilizando una polea fija y otra móvil?

- Solicite a sus estudiantes que identifiquen las variables a partir de su pregunta de indagación:
  - ¿Cuál es la variable independiente?  
Es el peso del balde con ladrillos, que es la fuerza de resistencia.
  - ¿Cuál es la variable dependiente?  
La fuerza aplicada por Pedro para subir el balde con ladrillos al segundo piso, que es la fuerza de potencia.
  - ¿Cuál es la variable interviniente?  
El número de poleas fijas y móviles.

## Hipótesis

- Guíe a cada equipo para que formulen su hipótesis, la cual debe mostrar las variables independiente y dependiente en relación de causa-efecto; por ejemplo: “Si (antecedente)..., entonces (consecuente)”. Pida a sus estudiantes que la escriban en la correspondiente sección de sus fichas. Por ejemplo:

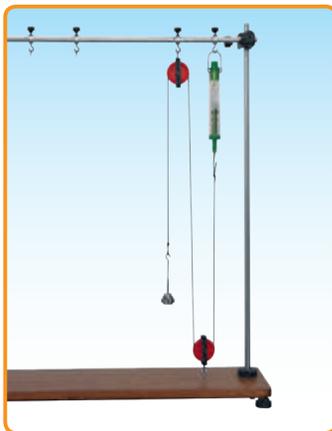
Si Pedro utiliza una polea fija y otra móvil para subir el balde con ladrillos al segundo piso, entonces la fuerza aplicada por Pedro disminuye.

- Solicite a sus estudiantes que presenten su hipótesis y mencionen las variables independiente y dependiente.
- Asegúrese de que todos los equipos establezcan en su hipótesis la relación causa-efecto entre las variables.



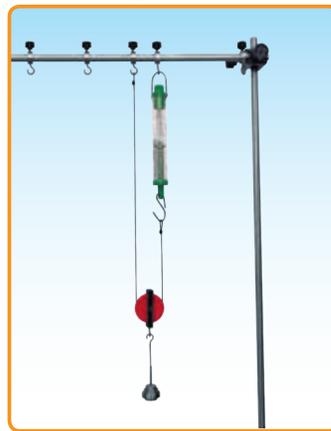
- Oriente con preguntas a sus estudiantes para que propongan el procedimiento de su indagación (cómo y con qué realizarán la manipulación, la medición y el control de las variables), con el fin de obtener datos que permitan corroborar o refutar su hipótesis.
- Muestre a sus estudiantes el sistema de poleas del kit de máquinas simples, así como los materiales que utilizarán para simular la situación planteada al inicio.
  - ¿Qué materiales, herramientas e instrumentos utilizarán?  
Componentes del kit: sistema de poleas.  
Otros materiales: dinamómetro de 5 N para medir el valor de la fuerza y juego de pesas.
- Pida que observen las figuras 3, 4 y 5, que representan los modelos experimentales que se utilizarán para determinar la relación de las fuerzas de potencia y de resistencia con el número de poleas fijas y móviles.

Figura 3



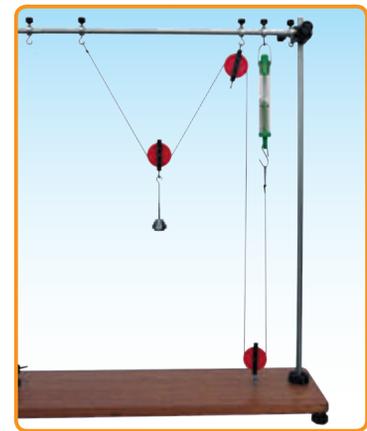
Fuente: Industrias Roland Print SAC

Figura 4



Fuente: Industrias Roland Print SAC

Figura 5



Fuente: Industrias Roland Print SAC

- Una vez armado el equipo, como se observa en las figuras 3, 4 y 5, oriente con preguntas a sus estudiantes para que propongan las actividades de su indagación. Pregunte:
  - ¿Cómo mantendrán controlada la variable interviniente?  
Manteniendo constante el número de poleas fijas y móviles.
- Le sugerimos que, para poner a prueba su hipótesis, realicen las siguientes actividades:

**Actividad 1.** Se procederá a armar el modelo de la figura 3.

- Armen el soporte del sistema de poleas y mantengan la base en posición horizontal, firme y segura sobre la mesa.
- Tengan a la mano un soporte de pesas, dos poleas de un gancho, un dinamómetro de 5 N y un cordón de 1,60 m.
- Coloquen el dinamómetro en el sujetador más cercano al gancho de la base. Pongan una polea en un segundo sujetador y la otra en el gancho de la base.
- Hagan un lacito en cada extremo del cordón y cuelguen uno del gancho del dinamómetro. Pasen el otro extremo por el canal de la polea ubicada en el gancho de la base, y enseguida por la polea que se encuentra en la varilla horizontal.
- Suspendan del extremo libre del cordón el soporte de pesas, cuya masa es de 20 g, y pongan un conjunto de pesas que equivalga a 80 g (ver la figura 3).
- Anoten la lectura del dinamómetro y registren en una primera tabla prevista.
- Añadan una pesa de 20 g al soporte de pesas; observen y registren la lectura del dinamómetro.
- Repitan el paso 7 para registrar los datos en la tabla prevista hasta obtener una masa total de 180 g en el soporte de pesas.

**Actividad 2.** Se procederá a armar el modelo de la figura 4.

1. Hagan un lacito en cada extremo del cordón y cuelguen uno de ellos del gancho de un sujetador. Pasen el otro extremo por la polea de un solo gancho y cuelguen del gancho del dinamómetro el lacito libre.
2. Coloquen en el gancho de la polea móvil el soporte de pesas y pongan un conjunto de pesas que equivalga a 80 g . La figura 4 muestra cómo debe adecuarse el sistema.
3. Para una correcta lectura de la fuerza, mantengan las partes del cordón paralelas entre sí. Observen el dinamómetro y registren la lectura en una segunda tabla prevista.
4. Añadan una pesa de 20 g al soporte de pesas; hagan la lectura del dinamómetro y registren en la tabla prevista.
5. Repitan el paso 4 hasta obtener una masa total de 180 g .
6. Obtengan la razón del valor de la fuerza de potencia con el valor de la fuerza de resistencia, a partir de los datos obtenidos en una segunda tabla prevista. Registrenlo en una tercera tabla.

**Actividad 3.** Se procederá a armar el modelo de la figura 5.

1. Dispongan dos poleas fijas y una móvil y el dinamómetro de 5 N, como el sistema que se ve en la figura 5.
  2. Midan con un transportador grande —o uno elaborado con cartulina— un ángulo de  $30^\circ$  entre los cordones que pasan por el canal de la polea móvil. Noten que el ángulo entre los cordones se debe medir cuando la polea móvil sostenga el soporte de pesas con 160 g de pesas, cuando los cordones estén tensos y deslizando la polea fija hacia un lado por medio del sujetador (para alcanzar el ángulo requerido).
  3. Hagan la lectura del dinamómetro cuando se consiga obtener un ángulo de  $30^\circ$ ; registrenlo en la tabla correspondiente.
  4. Cambien a  $60^\circ$  el ángulo entre los cordones. Observen, lean y registren la fuerza que indica el dinamómetro.
  5. Modifiquen a  $90^\circ$  y  $120^\circ$ ; registrenlo en una cuarta tabla prevista.
- ¿En qué tipo de tabla registrarán y organizarán los datos que obtengan?  
Por ejemplo, en una tabla como la que se muestra en la sección *Organización de los datos*.
  - ¿Se requieren medidas de seguridad personal y del lugar de trabajo? ¿Cuáles? Por ejemplo:



### PRECAUCIÓN

Aseguren las poleas para evitar que se caigan y se dañen.

## Generamos y registramos datos e información

### Obtención de datos



### En equipos

- Incentive a sus estudiantes a poner en marcha su diseño de estrategias.
- Indique que el dinamómetro debe encontrarse en forma vertical y que las mediciones deben leerse de manera paralela a los ojos, para así evitar errores y poder demostrar fácilmente la hipótesis.



- Solicite a sus estudiantes que en sus tablas previstas en el diseño o en las propuestas en su ficha, registren los datos obtenidos de la fuerza de resistencia y de la fuerza de potencia. Recuérdeles que deben asignarle un título a cada una.
- Por ejemplo, en la tabla 1, cuando se usa la polea fija:

Tabla 1: Fuerza de resistencia y fuerza de potencia empleando una polea fija

Mediciones	Resistencia (R) = peso del soporte + pesas (N)	Potencia (P) = lectura del dinamómetro (N)
1	1,0	1,0
2	1,2	1,2
3	1,4	1,4
4	1,6	1,6
5	1,8	1,8

En la tabla 1, se observa que la fuerza de potencia es igual a la fuerza de resistencia cuando se emplea una sola polea. Su propósito es cambiar la dirección de la fuerza.

- También en la tabla 2, cuando se usa una polea móvil:

Tabla 2: Fuerza de resistencia y fuerza de potencia empleando una polea móvil

Mediciones	Resistencia (R) = peso del soporte + pesas (N)	Potencia (P) = lectura del dinamómetro (N)
1	1,0	0,5
2	1,2	0,6
3	1,4	0,7
4	1,6	0,8
5	1,8	0,9

En la tabla 2, se observa que la fuerza de potencia es igual a la mitad de la fuerza de resistencia cuando se emplea una polea fija y otra móvil.

- Oriente a sus estudiantes para calcular la razón del valor de la fuerza de potencia con el valor de la fuerza de resistencia de los datos obtenidos en la tabla 2. Indíqueles que registren en una nueva tabla y asígnenle un título.

Tabla 3: Razón del valor de la fuerza de potencia con el valor de la fuerza de resistencia

Primera lectura P/R =	Segunda lectura P/R =	Tercera lectura P/R =
$0,6/1,2 = 0,5$	$0,7/1,4 = 0,5$	$0,8/1,6 = 0,5$

- Asimismo, en la tabla 4, cuando se usa una polea móvil con diferentes ángulos:

Tabla 4: Fuerza de resistencia y fuerza de potencia en una polea móvil con diferentes ángulos

Mediciones	Ángulo entre las partes del cordón (°)	Resistencia (R) = peso del soporte + pesas (N)	Potencia (P) = lectura del dinamómetro (N)
1	30	2,0	1,0
2	60	2,0	1,2
3	90	2,0	1,4
4	120	2,0	2,0

En la tabla 4, se observa que la fuerza de potencia aumenta si el ángulo también aumenta, así permanezca constante la fuerza de resistencia.

## Analizamos datos e información



En equipos



Con docente

- Solicite a sus estudiantes que comparen entre sí los datos obtenidos con relación a las variables y anoten sus resultados. Puede orientar con las siguientes preguntas:

### Actividad 1. Uso de la polea fija:

- A medida que la fuerza de resistencia aumenta, ¿qué sucede con la fuerza de potencia?  
Los resultados obtenidos en la tabla 1 muestran que la fuerza de potencia aumenta a medida que la fuerza de resistencia se incrementa. Ambas aumentan o disminuyen en igual valor.
- ¿Qué relación existe entre el valor de la fuerza de potencia y la de resistencia?  
La fuerza de potencia y la de resistencia tienen el mismo valor.
- ¿Cuál es el propósito de la polea fija en el sistema?  
Que cambie la dirección de la fuerza.
- ¿Podría en algún caso el valor de la fuerza de potencia ser mayor o menor que el valor de la fuerza de resistencia?  
Mientras exista equilibrio, el valor de la fuerza de potencia y la de resistencia son iguales. Si el cuerpo está en movimiento acelerado, es posible que el valor de la fuerza de resistencia sea menor o mayor que el valor de la fuerza de potencia.

### Actividad 2. Uso de la polea móvil:

- ¿El valor de la fuerza de potencia es igual al valor de la fuerza de resistencia?  
Los resultados obtenidos en la tabla 2 muestran que el valor de la fuerza de potencia es menor que el valor de la fuerza de resistencia.
- A medida que el valor de la fuerza de resistencia aumenta, ¿qué sucede con el valor de la fuerza de potencia?  
Los resultados obtenidos en la tabla 2 indican que el valor de la fuerza de potencia aumenta a medida que se incrementa el valor de la fuerza de resistencia.
- A partir de la tabla 2, ¿se puede afirmar que el valor de la fuerza de potencia es la mitad del valor de la fuerza de resistencia y que la polea móvil se encarga de reducir la fuerza? ¿Por qué?  
Sí, en la tabla 2 se observa que el valor de la fuerza de potencia es la mitad del valor de la fuerza de resistencia y se evidencia en la tabla 3 en las siguientes razones  $\frac{P}{R}: \frac{0,6}{1,2} = 0,5$  o  $\frac{0,7}{1,4} = 0,5$ .  
La polea móvil reduce la fuerza, de acuerdo con el análisis que se hizo al considerar un sistema en equilibrio. Se cumple la relación:  $p = \frac{R}{2}$

### Actividad 3. Uso de la polea móvil con diferentes ángulos:

- ¿Qué se puede afirmar respecto de la fuerza en el cordón a medida que el ángulo entre sus partes aumenta?  
Los resultados obtenidos en la tabla 4 muestran que la fuerza en el cordón aumenta.
- ¿Para qué ángulo el valor de la fuerza de resistencia es igual al valor de la fuerza de potencia?  
En la tabla 4 se observa que para el ángulo de  $120^\circ$  el valor de la fuerza de resistencia es igual al valor de la fuerza de potencia.

## Contrastación de los resultados con la hipótesis y la información científica

- Solicite a sus estudiantes que comparen los resultados con su hipótesis. Puede orientar con las siguientes preguntas:
  - ¿Los resultados validan su hipótesis? ¿Por qué?  
Sí, porque experimentalmente se demuestra que cuando se utiliza una polea fija y una polea móvil, el valor de la fuerza de potencia disminuye, siendo igual a la mitad del valor de la fuerza de resistencia.

## Elaboración de conclusiones

- Solicite a sus estudiantes que, basándose en los resultados, elaboren sus conclusiones. Por ejemplo:
  - Actividad 1. De los resultados que se observan en la tabla 1, se concluye que:  
La polea fija modifica la dirección de la fuerza, pero no modifica el valor de las fuerzas de potencia ni de resistencia.
  - Actividad 2. De los resultados que se observan en la tabla 2, se concluye que:  
La polea móvil distribuye el valor de la fuerza de resistencia en dos partes, reduciendo el valor de la fuerza de potencia a la mitad y cambia la dirección de la fuerza.
  - Actividad 3. De los resultados que se observan en la tabla 4, se concluye que:  
El valor de la fuerza de potencia aumenta conforme se incrementa el ángulo entre las partes del cordón, manteniendo la fuerza de resistencia constante.
  - La fuerza que aplica Pedro es la mitad del peso del balde con ladrillos. La dirección de la fuerza que aplica Pedro es opuesta a la dirección del movimiento del balde.

## Evaluamos y comunicamos el proceso y los resultados de la indagación



En equipos



Con docente

- Continúe brindando retroalimentación a sus estudiantes si observa dificultades; apóyese en la rúbrica de evaluación de segundo grado.
- Invite a los equipos a socializar nuevamente la pregunta de indagación y las conclusiones. Pregunte: ¿Las conclusiones del equipo son una respuesta a su pregunta de indagación? Ejemplo:  
**Pregunta de indagación:**
  - ¿Qué relación existe entre la fuerza que aplica Pedro y el peso del balde con ladrillos al subirlo al segundo piso utilizando una polea fija y otra móvil?**Conclusión:**
  - La fuerza que aplica Pedro es la mitad del peso del balde con ladrillos. La dirección de la fuerza que aplica Pedro es opuesta a la dirección del movimiento del balde.
- ¿El diseño de estrategias ayudó a poner a prueba su hipótesis? ¿Hicieron algún cambio? ¿Por qué?  
Pregunte a sus estudiantes si tuvieron alguna dificultad para armar el montaje con cada polea y con la variación del ángulo, y si para obtener datos confiables, tuvieron el cuidado necesario al utilizar los instrumentos de medición (dinamómetro) para medir las fuerzas.
- Pida que, individualmente, elaboren un reporte escrito de su indagación, en el cual den a conocer el proceso y los resultados obtenidos. Indíqueles que deben presentarlo ante sus compañeras y compañeros. También pueden darlo a conocer en el periódico mural o en el blog del aula o de su institución educativa. Responda de manera reflexiva a sus inquietudes.

## Coevaluación



En equipos



Sin docente

- Pídeles que, comparando con la rúbrica de segundo grado, evalúen en sus equipos la actuación de sus compañeras y compañeros durante la indagación científica realizada (ver páginas 6 y 7).

## Para profundizar



Fuera del aula



Individualmente

- Sugiera a sus estudiantes consultar su texto o los libros para reforzar sus aprendizajes. También indíqueles que pueden visitar la siguiente página web:
  - Máquinas simples. <http://www.juntadeandalucia.es/averroes/centros-tic/21700290/helvia/aula/archivos/repositorio/0/41/html/simples.html>
- Pídeles que luego respondan las siguientes preguntas:
  - ¿Qué es una máquina simple?  
Una máquina simple es un mecanismo formado por un único elemento, en el cual se cumple el principio de conservación de la energía.
  - ¿Qué fuerzas intervienen al subir un cuerpo con una polea?  
Intervienen la fuerza de potencia y la fuerza de resistencia.
  - ¿Qué es un polipasto?  
Se llama polipasto a un mecanismo que se utiliza para elevar o mover una carga aplicando un esfuerzo mucho menor que el peso del objeto que se va a elevar.
- Indíqueles que escriban una lista de mecanismos en los que se utilicen poleas. Deberán responder libremente. Pueden ser los siguientes mecanismos: accionamiento de puertas automáticas, sistema de elevación de las lunas de los automóviles, los ascensores, los tendales, las grúas, los montacargas, etc.
- Solicite a sus estudiantes que, en sus cuadernos de experiencias, realicen un diagrama de cuerpo libre (D. C. L.) de la polea móvil y demuestren que la fuerza de potencia es la mitad de la fuerza de resistencia.

## Transferencia: Tu casa, tu laboratorio

- Solicite a sus estudiantes que lean y analicen el siguiente caso y que luego respondan:

Para elevar una masa de igual magnitud que nuestro peso, se puede usar un mecanismo muy sencillo: aprovechar nuestro propio peso. Sin embargo, si nuestro peso es una fuerza hacia abajo, ¿cómo, con esta fuerza, podemos elevar un cuerpo?

Este objetivo solo se puede lograr si contamos con un mecanismo que pueda cambiar la dirección de la fuerza. Observemos las figuras. En ambos casos, los mecanismos permiten el cambio de dirección de una fuerza. Uno de estos consigue que el cuerpo sea elevado o movilizado con mayor desplazamiento.



Fuente: Industrias Roland Print SAC

- ¿Cuál de los mecanismos permite elevar o movilizar un cuerpo con mayor desplazamiento? ¿Por qué?

## Bibliografía

Hewitt, P. (2007). *Física conceptual* (10.ª ed.). México D. F., México: Editorial Pearson Educación, pp. 119-120.



## Sitio electrónico de Internet

Cristi, I. (2003). Sobre palancas, poleas y garruchas. Recuperado de [http://casanchi.com/fis/05\\_palancas.pdf](http://casanchi.com/fis/05_palancas.pdf)

# ¿Qué peso podría elevar un polipasto?

## ► Secuencia del aprendizaje



Con docente

- Presente a sus estudiantes los propósitos de aprendizaje (ver página 5) en relación con la indagación del polipasto factorial. Indíqueles que entregarán un reporte en el que describirán el proceso y el resultado de su indagación. Muestre la rúbrica como instrumento de evaluación formativa (ver páginas 6 y 7). Solicíteles que lean el nivel esperado y lo comenten. Responda a sus inquietudes y comuníqueles que les brindará retroalimentación durante la indagación y para la presentación de su reporte.

- Presente la situación:

En las construcciones de puentes elevados y edificaciones de gran altura se utilizan grúas, las cuales tienen poleas y cables que sirven para elevar materiales prefabricados o cuerpos muy pesados. Cuando el terreno no es de fácil acceso o la zona es muy extensa y los equipos fijos no abarcan lo suficiente, se usan grúas móviles.

Figura 1



Fuente: <https://bit.ly/37SSb6q>

Figura 2



Fuente: Industrias Roland Print SAC

Figura 3



Fuente: Industrias Roland Print SAC

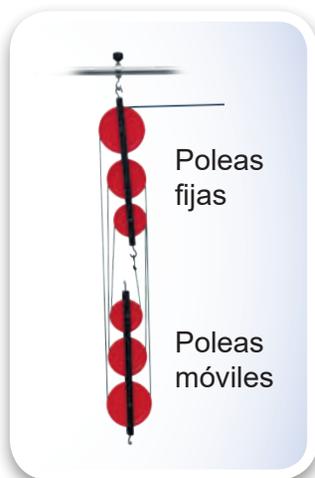
- Pídales que observen las imágenes y luego respondan:
  - ¿Por qué se usan poleas en las grúas?  
Se utilizan poleas para cambiar la dirección de las fuerzas y poder elevar cuerpos muy pesados.
  - ¿Qué parte de la grúa genera la fuerza para elevar los cuerpos?  
El motor de la grúa.
  - ¿Para qué sirven los cables?  
Para conectar las poleas con los cuerpos que se van a elevar, con el brazo de la grúa y con el motor.

- Comente que la grúa puede ser modelada empleando el sistema de poleas del kit de máquinas simples. Muestre a sus estudiantes el equipo armado.



- Plantee las siguientes interrogantes acerca de la situación presentada. Por ejemplo:
  - ¿Una persona puede elevar un cuerpo empleando una fuerza que se dirige hacia abajo? ¿Cómo? Sí, puede elevar el cuerpo mediante una polea, jalando hacia abajo la cuerda para que el cuerpo suba. Mencione que la fuerza aplicada para elevar el cuerpo se denomina *fuerza de potencia* y que el peso del cuerpo se llama *fuerza de resistencia*.
  - ¿El mecanismo que utilizó la persona para elevar un cuerpo usando una polea se asemeja al mecanismo de una grúa? ¿Por qué?  
Sí, porque las grúas utilizan poleas para cambiar la dirección de la fuerza aplicada y poder elevar los cuerpos y también para trasladarlos.

Figura A: polipasto factorial



Fuente: Industrias Roland Print SAC

- Indíqueles que, dependiendo del arreglo de poleas, se puede elevar cuerpos aplicando fuerzas mucho menores que el peso del cuerpo. Estos arreglos de poleas se llaman polipastos factoriales (figura A). Este sistema está conformado por dos polipastos triples en serie del sistema de poleas (un polipasto triple fijo y un polipasto triple móvil).
- Indíqueles que existe una relación entre la fuerza de potencia, la fuerza de resistencia y el número de poleas, de acuerdo con la siguiente expresión matemática:

$$P = \frac{R}{2n}$$

Donde:

P: es la fuerza que se necesita para levantar el cuerpo; esta es la fuerza de potencia.

R: es el peso del cuerpo por elevar; esta es la fuerza de resistencia.

n: es el número de poleas móviles en el arreglo.

- ¿Es posible reducir aún más la fuerza necesaria para elevar un peso? ¿Cómo?  
Sí, usando un sistema de polipasto factorial. Los polipastos factoriales son sistemas conformados por poleas fijas y móviles que reducen la fuerza de aplicación para elevar cuerpos muy pesados.
- Acompañe a los equipos y formule las siguientes preguntas para que tengan claro lo que van a medir y para qué lo van a medir.
  - ¿Qué magnitudes están presentes en la situación presentada?  
La fuerza aplicada por el motor de la grúa para elevar el cuerpo, que es la fuerza de potencia, y el valor del peso del cuerpo por elevar, que es la fuerza de resistencia.
  - ¿Qué magnitud pueden manipular?  
El peso del cuerpo por elevar, que es la fuerza de resistencia.
  - ¿Qué se ve afectado por la magnitud manipulada?  
La fuerza aplicada para elevar el cuerpo, que es la fuerza de potencia.

## Pregunta de indagación



En equipos

- Solicite que cada equipo plantee preguntas de indagación sobre la situación presentada, acerca de la fuerza aplicada por el motor de la grúa para elevar cuerpos. Dialoguen y seleccionen solo una de ellas, la que considere algunas de las magnitudes vistas. La pregunta debe ser susceptible de ser indagada científicamente; es decir, que pueda ser respondida mediante la observación y la experimentación. Por ejemplo:

¿Qué relación existe entre el peso del cuerpo y la fuerza aplicada por el motor de la grúa para elevar el cuerpo empleando un polipasto factorial?

- Solicite a sus estudiantes que identifiquen las variables a partir de su pregunta de indagación:
  - ¿Cuál es la variable independiente?  
La variable independiente es el peso del cuerpo por elevar, que es la fuerza de resistencia.
  - ¿Cuál es la variable dependiente?  
La variable dependiente es la fuerza aplicada para elevar el cuerpo, que es la fuerza de potencia.
  - ¿Cuáles son las variables intervinientes?  
Las variables intervinientes son el número de poleas fijas y móviles y el peso del polipasto factorial.

## Hipótesis

- Guíe a cada equipo para que formulen su hipótesis, la cual debe mostrar las variables independiente y dependiente en relación de causa-efecto; por ejemplo: “Si (antecedente)..., entonces (consecuente)”. Pida a sus estudiantes que la escriban en la correspondiente sección de sus fichas. Por ejemplo:

Si el peso del cuerpo aumenta, entonces la fuerza aplicada por el motor de la grúa es menor si se emplea un polipasto factorial.

- Solicite a sus estudiantes que presenten su hipótesis y que mencionen las variables independiente y dependiente.
- Asegúrese de que en el planteamiento de su hipótesis todos los equipos establezcan la relación causa-efecto entre las variables.

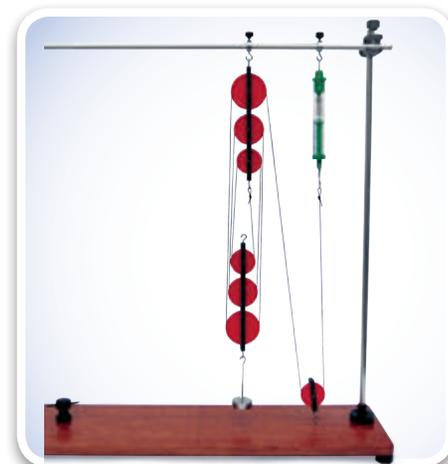
## Diseñamos estrategias para hacer indagación



En equipos

- Oriente con preguntas a sus estudiantes para que propongan el procedimiento de su indagación (cómo y con qué realizarán la manipulación, la medición y el control de las variables), con el fin de obtener datos que permitan corroborar o refutar su hipótesis.
- Muestre a sus estudiantes el sistema de poleas y los materiales que utilizarán para simular la situación planteada al inicio.

Figura 4



Fuente: Industrias Roland Print SAC

- ¿Qué materiales, herramientas e instrumentos utilizarán?  
Componentes del kit: sistema de poleas.  
Otros materiales: dinamómetro de 5 N para medir el valor de la fuerza y juego de pesas.
- Indíqueles que observen la figura 4. En el sistema de poleas, se utilizarán un polipasto factorial y una polea móvil.
- Oriente a sus estudiantes para que armen con cuidado el sistema de polipastos. Solicíteles que identifiquen cuál es la fuerza de resistencia y cuál es la fuerza de potencia, que noten que la fuerza de potencia será medida con el dinamómetro, tal como se ve en la figura 4.
- ¿Cómo mantendrán controladas las variables intervinientes?  
Manteniendo constante el peso del polipasto factorial y el número de poleas fijas y móviles.
- Indíqueles que, para probar su hipótesis, se tendrá que determinar la relación entre la fuerza aplicada para elevar el cuerpo, que es la fuerza de potencia, y el peso del cuerpo, que es la fuerza de resistencia. Se utilizará la siguiente expresión matemática:

$$P = \frac{R}{2n}$$

- Le sugerimos que, a fin de que pueda explicar sobre las técnicas que permiten controlar las variables, oriente a sus estudiantes para que realicen las siguientes actividades:
  1. Pesen, usando el dinamómetro de 5 N, el sistema de tres poleas en serie o polipasto en serie (de diferentes radios y conectadas por diferentes ejes en el mismo soporte o armazón).

Peso del sistema de tres poleas	0,6 N
---------------------------------	-------

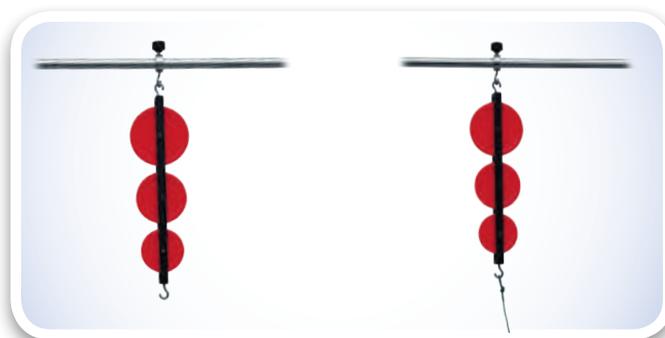
2. Pesen cada juego de pesas, los cuatro soportes y sus respectivas pesas.

Peso del soporte con pesas 1	2,3 N	Peso del soporte con pesas 3	2,3 N
Peso del soporte con pesas 2	2,3 N	Peso del soporte con pesas 4	2,3 N

3. Cuelguen el sistema de tres poleas en serie en el soporte ubicado en la varilla horizontal del sistema de poleas, con la polea de menor tamaño hacia abajo, como se observa en la figura 5.
4. Cuelguen el lacito de uno de los extremos del cordón, de 3 m, en el gancho inferior, como se nota en la figura 6.

Figura 5

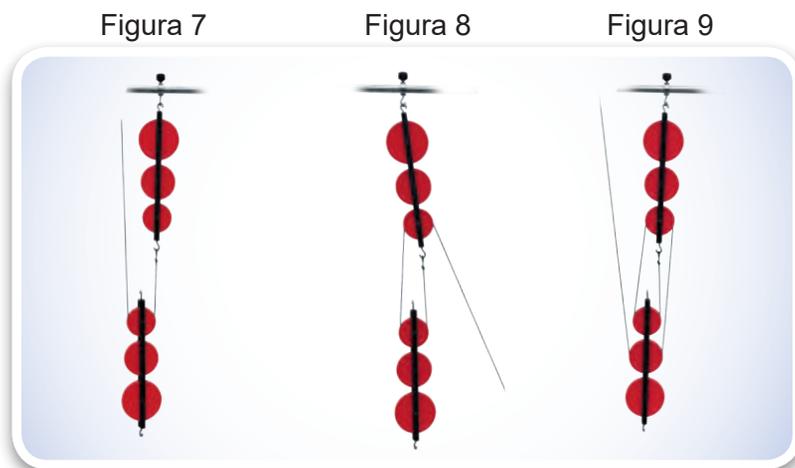
Figura 6



Fuente: Industrias Roland Print SAC

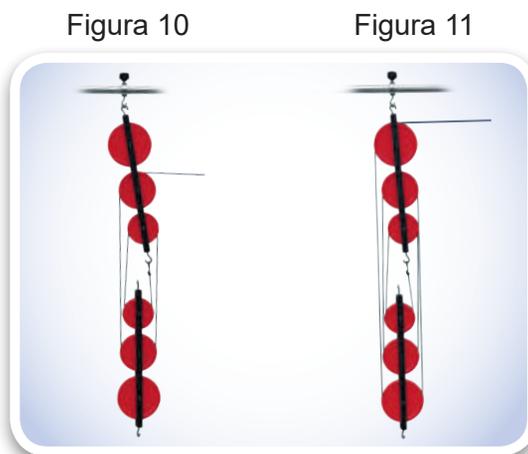
5. Pasen el otro extremo del cordón por la parte inferior de la polea menor de otro sistema de tres poleas en serie, como se observa en la figura 7.

6. Pasen el mismo cordón por la parte superior de la polea menor del sistema de tres poleas en serie que cuelga del soporte de la varilla horizontal, como se nota en la figura 8.
7. Continúen por la parte inferior de la polea mediana del sistema que se encuentra suspendido por el cordón, como se ve en la figura 9.



Fuente: Industrias Roland Print SAC

8. Prosigan por la parte superior de la polea mediana del sistema que cuelga del soporte de la varilla horizontal, como se nota en la figura 10. Después, por las poleas más grandes, como se observa en la figura 11.



Fuente: Industrias Roland Print SAC

9. Enganchen una polea simple en la armella de la base, pasen el extremo del cordón por debajo y cuélguelo del gancho del dinamómetro, como se ve en la figura 4, la que se mostró al inicio.
  10. Cuelguen en la parte inferior del sistema un juego de pesas, como se nota en la figura 4.
  11. Registren en la tabla prevista la lectura del dinamómetro cuando el cordón esté tenso.
  12. Cuelguen otro juego de pesas junto al que ya estaba. Observen en el dinamómetro la fuerza que se ejerce y registren en la tabla prevista.
  13. Repitan dos veces el paso 9 hasta completar los cuatro juegos de pesas. Registren en la tabla prevista los datos obtenidos.
- ¿En qué tipo de tabla registrarán y organizarán los datos que obtengan?  
Por ejemplo, en una tabla como la que se muestra en la sección *Organización de los datos*.
  - ¿Se requieren medidas de seguridad personal y del lugar de trabajo? ¿Cuáles? Por ejemplo:



### PRECAUCIÓN

Al poner o sacar el juego de pesas del gancho del polipasto, cuiden que encaje correctamente.

## Generamos y registramos datos e información

### Obtención de datos



En equipos

- Incentive a sus estudiantes a poner en marcha su diseño de estrategias para la obtención de datos, manipulando la variable independiente y también para la obtención de datos de la variable dependiente.
- Solicíteles que tengan cuidado al armar el polipasto.
- Indique que el dinamómetro debe encontrarse en forma vertical. También pídale que, para evitar errores al leer las mediciones y poder demostrar fácilmente su hipótesis, lean las mediciones en forma paralela a sus ojos.

### Organización de los datos



Sin docente



En equipos

- Solicite a sus estudiantes que en la tabla prevista en su diseño o en la propuesta en su ficha, registren los datos obtenidos. Pídale también que le asignen un título. Por ejemplo:

Tabla 1: Fuerza de potencia y de resistencia

Mediciones	Peso del soporte con pesas (N)	Peso del sistema de tres poleas (N)	Peso total = fuerza de resistencia (N)	Fuerza en el dinamómetro = fuerza de potencia (N)
1	2,3	0,6	2,9	0,5
2	4,6	0,6	5,2	0,9
3	6,9	0,6	7,5	1,3
4	9,2	0,6	9,8	1,7

En la tabla 1, se observa que la fuerza de potencia es aproximadamente la sexta parte de la fuerza de resistencia, lo cual comprueba la expresión matemática  $P = \frac{R}{2n}$  que se planteó al inicio.

- Indique a sus estudiantes que con los datos de la tabla 1 calculen la relación entre la fuerza de resistencia —el peso del soporte con pesas y el sistema de tres poleas— y la fuerza de potencia —fuerza medida por el dinamómetro—; esta relación es conocida como ventaja mecánica. Completen la tabla 2.

Tabla 2: Ventaja mecánica

	Medición 1	Medición 2	Medición 3	Medición 4
Fuerza de resistencia = R (N)	2,9	5,2	7,5	9,8
Fuerza de potencia = P (N)	0,5	0,9	1,3	1,7
Ventaja mecánica = R/P	5,8	5,8	5,8	5,8

Indíqueles que la ventaja mecánica informa sobre cuánto se reduce la fuerza aplicada para elevar un cuerpo en relación con el peso de este.



- Pida que observen su polipasto factorial construido como en la figura 4. Antes de dar las respuestas a las preguntas, solicite a sus estudiantes que observen los extremos del cordón y anoten cuántas vueltas da el cordón a las poleas.
- Asegúrese de que mencionen que uno de los extremos del cordón se coloca en el gancho del sistema de tres poleas que está suspendido en la varilla horizontal, y el otro extremo, en el gancho del dinamómetro.
- En cada polea, el cordón da media vuelta; esto permite cambiar de dirección a las fuerzas.
- Solicite que comparen entre sí los datos obtenidos con relación a las variables y anoten sus resultados. Plantee las siguientes preguntas:

- Si se trata de un solo cordón que pasa por las diversas poleas, ¿la tensión en el cordón tiene el mismo valor? ¿Por qué?

Sí, la tensión en el cordón tiene el mismo valor en toda su extensión, porque la polea permite el cambio de dirección de la fuerza sin cambiar su valor.

- ¿Cuántas partes del cordón se observan en la zona central y en la zona donde se separan los sistemas de tres poleas?

Se observan seis partes del cordón en la zona central y en la zona donde se separan los sistemas de tres poleas.

- ¿Qué soportan estas seis partes del cordón?

Las seis partes del cordón soportan el peso del sistema de tres poleas y el peso del soporte con pesas.

- ¿Cómo calcular la fuerza que soporta cada cordón?

Se suma el peso del sistema de tres poleas y el peso del soporte con pesas y se divide entre seis.

- ¿Se puede afirmar que, utilizando un polipasto factorial en serie de tres poleas fijas y tres poleas móviles, la fuerza de potencia se reduce a la sexta parte de la fuerza de resistencia?

Sí, de la tabla 1 se observa que el dinamómetro expresa un valor aproximado a la sexta parte de la suma del peso total del sistema de tres poleas y el peso del soporte de pesas con las pesas.

- ¿Cuál es la relación entre la fuerza de potencia y la fuerza de resistencia?

La relación es:

$$P = \frac{R}{2n}$$

Donde  $n$  es el número de poleas móviles; en este caso,  $n$  tiene el valor de tres.

- Si reemplazamos  $n$  en la relación escrita arriba, la fuerza de potencia deberá ser la sexta parte de la fuerza de resistencia. Esto indica que, para levantar un cuerpo, solamente se necesita aplicar una fuerza equivalente a la sexta parte del peso del cuerpo.
- De la tabla 2, se infiere que la relación entre la fuerza de resistencia y la fuerza de potencia es constante, llamada ventaja mecánica, con un valor aproximado de seis. Ello indica que la fuerza para elevar el cuerpo, que es la fuerza de potencia, es la sexta parte del valor del peso del cuerpo, que es la fuerza de resistencia.

## Contrastación de los resultados con la hipótesis y la información científica

- Solicite a sus estudiantes que comparen los resultados con su hipótesis. Puede orientar con las siguientes preguntas:

¿Los resultados validan su hipótesis? ¿Por qué?

Sí, experimentalmente se demuestra que, cuando se utiliza un polipasto factorial formado por un polipasto en serie de tres poleas fijas y otro de tres poleas móviles, la fuerza de potencia es la sexta parte del valor de la fuerza de resistencia.

- Solicite a sus estudiantes que expliquen: ¿Cómo se calcula la ventaja mecánica del uso del polipasto factorial en la indagación realizada?
  - En los resultados de la indagación con los polipastos factoriales, la ventaja mecánica (VM) se calculará a partir del cociente entre la fuerza de resistencia y la fuerza de potencia.
  - También se puede calcular como el número de poleas que intervienen en el sistema; en este caso, se utilizaron seis.
  - Otra forma de calcular la ventaja mecánica es conociendo la cantidad de cordones que sostiene a la parte móvil del sistema; en el caso estudiado, son seis partes del cordón.
  - La ventaja mecánica (VM) es una característica importante de una máquina simple.

### Elaboración de conclusiones

- Solicite a sus estudiantes que, basándose en los resultados, elaboren sus conclusiones. Por ejemplo:
  - Utilizar un polipasto factorial, compuesto por tres poleas fijas y tres móviles, facilita elevar un cuerpo pesado empleando una fuerza mucho menor que el peso del cuerpo.
  - En la tabla 1, se observa que la fuerza para elevar un cuerpo, que es la fuerza de potencia, es aproximadamente la sexta parte del peso del cuerpo, que es la fuerza de resistencia. Se verifica experimentalmente la expresión matemática  $P = \frac{R}{2n}$
  - Un sistema de polipasto factorial, formado por tres poleas fijas y tres poleas móviles, permite elevar un cuerpo empleando una fuerza cuyo valor es la sexta parte del peso del cuerpo.

### Evaluamos y comunicamos el proceso y los resultados de la indagación



En equipos



Con docente

- Continúe brindando retroalimentación a sus estudiantes si observa dificultades; apóyese en la rúbrica de evaluación de segundo grado.
- Invite a los equipos a socializar nuevamente la pregunta de indagación y las conclusiones.

Pregunte:

¿Las conclusiones del equipo son una respuesta a su pregunta de indagación? Ejemplo:

**Pregunta de indagación:**

- ¿Qué relación existe entre el peso del cuerpo y la fuerza aplicada por el motor de la grúa para elevar el cuerpo empleando un polipasto factorial?

**Conclusión:**

- Un sistema de polipasto factorial, formado por tres poleas fijas y tres poleas móviles, permite elevar un cuerpo empleando una fuerza cuyo valor es la sexta parte del peso del cuerpo.
- ¿El diseño de estrategias ayudó a poner a prueba su hipótesis? ¿Hicieron algún cambio? ¿Por qué? Pregunte a sus estudiantes si tuvieron alguna dificultad para armar el montaje; si tuvieron el cuidado necesario para utilizar los instrumentos de medición (dinamómetro) al medir y así obtener datos confiables; si hubo dificultad al realizar los cálculos que se les solicitó para completar las tablas.

- Pida que, individualmente, elaboren un reporte escrito de su indagación, en el cual den a conocer el proceso y los resultados obtenidos. Indíqueles que deben presentarlo ante sus compañeras y compañeros. También pueden darlo a conocer en el periódico mural o en el blog del aula o de su institución educativa. Responda de manera reflexiva a sus inquietudes.

### Coevaluación



En equipos



Sin docente

- Pídales que, comparando con la rúbrica de segundo grado, evalúen en sus equipos la actuación de sus compañeras y compañeros durante la indagación científica realizada (ver páginas 6 y 7).

### Para profundizar



Fuera del aula



Individualmente

- Solicite a sus estudiantes consultar su texto o los libros y visitar la siguiente página web para reforzar su aprendizaje: <http://concurso.cnice.mec.es/cnice2006/material022/index.html>. Luego, pida que realicen el esquema de un polipasto simple, doble y múltiple.
- Solicite que dibujen en sus fichas un polipasto factorial formado por dos poleas fijas y dos poleas móviles. Luego, pida que respondan la siguiente pregunta:

- Si la carga por levantar es de 20 N, ¿cuál será el valor de la fuerza que deberá aplicarse para levantarla?

El valor de la fuerza es de 5 N .

En este caso, el número de poleas móviles es dos. Aplicando la expresión matemática  $P = \frac{R}{2n}$ , el resultado es 5 N .

## Transferencia: Tu casa, tu laboratorio

- Solicite a sus estudiantes que resuelvan el siguiente caso, el cual está relacionado con la actividad realizada. Pida que investiguen y respondan:
  - Las poleas son máquinas simples que se emplearon desde tiempos muy remotos. Actualmente, tienen una gran cantidad de aplicaciones; un ejemplo son los ascensores.
  - ¿Te imaginas dónde se ubican las poleas?
  - ¿Cómo se conectan entre sí?
  - ¿De qué depende el peso que eleva un ascensor?

### Bibliografía

Wilson, J. y Buffa, A. (2007). *Física* (6.ª ed.). México D. F., México: Editorial Prentice Hall Hispanoamericana.

### Sitio electrónico de Internet

Junta de Andalucía de España. (2011). Máquinas y mecanismos. Recuperado de [http://stiith.ddns.net/mochila/sec/recursos\\_ambito/cientifico\\_tecnico/maquinas/index.html](http://stiith.ddns.net/mochila/sec/recursos_ambito/cientifico_tecnico/maquinas/index.html)

► Propósitos de aprendizaje

Competencia	Capacidades	Desempeños del quinto grado
Indaga mediante métodos científicos para construir conocimientos.	Problematiza situaciones.	<ul style="list-style-type: none"> <li>Formula preguntas sobre el hecho, fenómeno u objeto natural o tecnológico para delimitar el problema por indagar. Observa el comportamiento de las variables. Plantea hipótesis basadas en conocimientos científicos en las que establece relaciones entre las variables que serán investigadas. Considera las variables intervinientes que pueden influir en su indagación y elabora los objetivos.</li> </ul>
	Diseña estrategias para hacer indagación.	<ul style="list-style-type: none"> <li>Propone y fundamenta, sobre la base de los objetivos de su indagación e información científica, procedimientos que le permitan observar, manipular y medir las variables; el tiempo por emplear; las medidas de seguridad, las herramientas, materiales e instrumentos de recojo de datos cualitativos/cuantitativos; y el margen de error. Estos procedimientos también le permitirán prever un grupo de control para confirmar o refutar la hipótesis.</li> </ul>
	Genera y registra datos e información.	<ul style="list-style-type: none"> <li>Obtiene y organiza datos cualitativos/cuantitativos a partir de la manipulación de la variable independiente y de mediciones repetidas de la variable dependiente. Realiza los ajustes en sus procedimientos o instrumentos. Controla las variables intervinientes. Realiza cálculos de medidas de tendencia central, proporcionalidad u otros. Obtiene el margen de error y representa sus resultados en gráficas.</li> </ul>
	Analiza datos e información.	<ul style="list-style-type: none"> <li>Compara los datos obtenidos (cualitativos y cuantitativos) para establecer relaciones de causalidad, correspondencia, equivalencia, pertenencia, similitud, diferencia u otros. Identifica regularidades o tendencias. Predice el comportamiento de las variables y contrasta los resultados con su hipótesis e información científica, para confirmar o refutar su hipótesis. Elabora conclusiones.</li> </ul>
	Evalúa y comunica el proceso y resultados de su indagación.	<ul style="list-style-type: none"> <li>Sustenta, sobre la base de conocimientos científicos, sus conclusiones, los procedimientos y la reducción del error a través del uso del grupo de control, la repetición de mediciones, los cálculos y los ajustes realizados en la obtención de resultados válidos y fiables para demostrar la hipótesis y lograr el objetivo. Su indagación puede ser reproducida o genera nuevas preguntas que den lugar a otras indagaciones. Comunica su indagación con un informe escrito o a través de otros medios.</li> </ul>

Fuente: R. M. N.º 281-2016-MINEDU y R. M. N.º 649-2016-MINEDU.

## Rúbrica sugerida para evaluar la competencia "Indaga mediante métodos científicos para construir conocimientos". VII Ciclo: Quinto grado de Educación Secundaria.

Evidencias a evaluar: Indagación y el informe de indagación científica.

En inicio	En proceso	Logro esperado	Logro destacado
<p>Formula preguntas acerca de las variables que influyen en un hecho, fenómeno u objeto natural o tecnológico y selecciona aquella que puede ser indagada científicamente. Plantea hipótesis en las que establece relaciones de causalidad entre las variables.</p>	<p>Formula preguntas sobre el hecho, fenómeno u objeto natural o tecnológico que indaga para delimitar el problema. Determina el comportamiento de las variables, y plantea hipótesis, en las que establece relaciones de causalidad entre las variables que serán investigadas. Considera las variables que pueden influir en su indagación y elabora los objetivos.</p>	<p>Formula preguntas sobre el hecho, fenómeno u objeto natural o tecnológico para delimitar el problema por indagar. Observa el comportamiento de las variables. Plantea hipótesis basadas en conocimientos científicos en las que establece relaciones entre las variables que serán investigadas. Considera las variables intervinientes que pueden influir en su indagación y elabora los objetivos.</p>	<p>Formula preguntas sobre el hecho, fenómeno u objeto natural o tecnológico para delimitar el problema por indagar. Observa y argumenta sobre el comportamiento de las variables. Plantea una o más hipótesis basadas en conocimientos científicos en las que establece relaciones entre las variables que serán investigadas. Considera las variables intervinientes que pueden influir en su indagación y elabora los objetivos.</p>
<p>Diseña estrategias para hacer indagación.</p>	<p>Propone, sobre la base de los objetivos de su indagación e información científica, procedimientos que le permitan observar, manipular y medir las variables; el tiempo por emplear; las medidas de seguridad; las herramientas, materiales e instrumentos de recojo de datos cualitativos/cuantitativos; y el margen de error para confirmar o refutar la hipótesis.</p>	<p>Propone y fundamenta, sobre la base de los objetivos de su indagación e información científica, procedimientos que le permitan observar, manipular y medir las variables; el tiempo por emplear; las medidas de seguridad, las herramientas, materiales e instrumentos de recojo de datos cualitativos/cuantitativos; y el margen de error. Estos procedimientos también le permitirán prever un grupo de control para confirmar o refutar la hipótesis.</p>	<p>Propone y fundamenta, sobre la base de los objetivos de su indagación e información científica, procedimientos que le permitan observar, manipular y medir las variables, el tiempo por emplear; las medidas de seguridad y conservación de las herramientas, materiales e instrumentos de recojo de datos cualitativos/cuantitativos; y el margen de error. Estos procedimientos también le permitirán prever un grupo de control para confirmar o refutar la hipótesis.</p>

<p>Genera y registra datos e información.</p>	<p>Obtiene datos cualitativos/cuantitativos a partir de la manipulación de la variable independiente y mediciones repetidas de la variable dependiente. Controla aspectos que modifican la experimentación. Organiza los datos y hace cálculos de la moda, mediana, proporcionalidad u otros, y los representa en gráficas.</p>	<p>Obtiene y organiza datos cualitativos/cuantitativos a partir de la manipulación de la variable independiente y de mediciones repetidas de la variable dependiente. Realiza los ajustes en sus instrumentos. Controla las variables intervinientes. Realiza cálculos de tendencia central, proporcionalidad u otros. Obtiene el margen de error y representa sus resultados en gráficas.</p>	<p>Obtiene y organiza datos cualitativos/cuantitativos a partir de la manipulación de la variable independiente y de mediciones repetidas de la variable dependiente. Realiza los ajustes en sus procedimientos o instrumentos. Controla las variables intervinientes. Realiza cálculos de medidas de tendencia central, proporcionalidad u otros. Obtiene el margen de error y toma en cuenta la reproducibilidad de los datos y representatividad de la muestra; y representa sus resultados en gráficas.</p>
<p>Analiza datos e información.</p>	<p>Compara algunos datos obtenidos (cualitativos y cuantitativos) para establecer relaciones de causalidad, correspondencia, equivalencia, pertenencia, similitud, diferencia u otros. Contrasta los resultados con su hipótesis e información para confirmar o refutar su hipótesis, y elabora conclusiones.</p>	<p>Compara los datos obtenidos (cualitativos y cuantitativos) para establecer relaciones de causalidad, correspondencia, equivalencia, pertenencia, similitud, diferencia u otros. Identifica regularidades o tendencias. Contrasta los resultados con su hipótesis e información científica, para confirmar o refutar su hipótesis. Elabora conclusiones.</p>	<p>Compara los datos obtenidos (cualitativos y cuantitativos) para establecer relaciones de causalidad, correspondencia, equivalencia, similitud, diferencia u otros. Identifica regularidades o tendencias y relaciones entre los datos tomando en cuenta la teoría de errores. Predice el comportamiento de las variables y contrasta los resultados con su hipótesis e información científica, para confirmar o refutar su hipótesis. Elabora conclusiones.</p>
<p>Evalúa y comunica el proceso y resultados de su indagación.</p>	<p>Sustenta, sus conclusiones, procedimientos, mediciones, cálculos y ajustes realizados, y si permitieron demostrar su hipótesis y lograr el objetivo. Comunica su indagación a través de medios virtuales o presenciales.</p>	<p>Sustenta, sobre la base de conocimientos científicos, sus conclusiones, los procedimientos y la reducción del error mediante la repetición de mediciones; cálculos y ajustes realizados en la obtención de resultados válidos y fiables para demostrar la hipótesis y lograr el objetivo. Comunica su indagación a través de medios virtuales o presenciales.</p>	<p>Sustenta, sobre la base de conocimientos científicos, sus conclusiones, los procedimientos y la reducción del error a través del uso del grupo de control, la repetición de mediciones, los cálculos y los ajustes realizados en la obtención de resultados válidos y fiables para demostrar la hipótesis y lograr el objetivo. Su indagación puede ser reproducida o genera nuevas preguntas que den lugar a otras indagaciones y evalúa el grado de satisfacción que da la respuesta a la pregunta de indagación. Comunica su indagación con un informe escrito o a través de otros medios.</p>

## ¿Qué beneficios encontramos en el uso del plano inclinado?

### ► Secuencia del aprendizaje



Con docente

- Presente a sus estudiantes los propósitos de aprendizaje (ver página 46) en relación con la indagación sobre la primera condición de equilibrio. Indíqueles que entregarán un informe en el que describirán el proceso y el resultado de su indagación. Muestre la rúbrica como instrumento de evaluación (ver páginas 47 y 48). Solicíteles que lean el nivel esperado y lo comenten. Responda a sus inquietudes y comuníqueles que les brindará retroalimentación durante la indagación y para la presentación de su informe.

Figura 1



Fuente: Industrias Roland Print SAC

- Presente la situación:  
Soledad es ayudante de construcción y debe depositar arena en un recipiente a cierta altura. Para cumplir con su tarea, utiliza una carretilla y la desplaza por una rampa.
- Pregunte:
  - ¿Por qué Soledad utiliza una rampa?  
Porque debe desplazar la arena que se encuentra en una posición baja y subirla a cierta altura.
  - ¿Qué permite que la carretilla con arena suba por la rampa?  
La carretilla sube por la rampa debido a la fuerza aplicada por Soledad.

- Comente que el equilibrio de la carretilla sobre la rampa puede modelarse empleando el plano inclinado del kit de máquinas simples.

### Problematizamos situaciones



En equipos

- Plantee a sus estudiantes las siguientes interrogantes y comentarios para que indaguen sobre la situación.
  - ¿De qué depende que el cuerpo sea elevado con el menor esfuerzo sobre un plano inclinado?  
Depende del ángulo de inclinación del plano.
  - ¿Cuándo la carretilla con arena se encuentra en equilibrio?  
La carretilla con arena se encontrará en equilibrio cuando esté en reposo o se desplace con un movimiento rectilíneo uniforme, en el cual la rapidez permanece constante.
  - ¿Cómo se mantiene la carretilla con arena en equilibrio sobre la rampa?  
Cuando Soledad aplica una fuerza de igual magnitud a la componente paralela al plano inclinado del peso igual al peso de la carretilla con arena.
- Indíqueles que primero se realizará un Diagrama de Cuerpo Libre (D. C. L.) de la carretilla para analizar las fuerzas que actúan sobre el sistema.

Figura A



Adaptada de Industrias Roland Print SAC

Donde:

F: es la fuerza de potencia que ejerce Soledad para trasladar la carretilla. Se mide en newtons (N).

P: es el peso de la carretilla con arena. Se mide en newtons (N).

N: es la fuerza normal. Se mide en newtons (N).

Se realizará la descomposición de las fuerzas que se graficaron en la figura A.

$$\begin{aligned} \sum F_x &= 0 & \sum F_y &= 0 \\ F - P \sin \theta &= 0 & N - P \cos \theta &= 0 \\ F &= P \sin \theta & N &= P \cos \theta \end{aligned}$$

De la figura, se determina:

$P \sin \theta$  es la fuerza de resistencia; esta fuerza es la componente paralela al plano inclinado del peso.

- Acompañe a los equipos y realice las siguientes preguntas para que tengan claro lo que van a medir y para qué lo van a medir.
  - ¿Qué magnitudes se observan en la situación descrita?  
La componente del peso de la carretilla con arena, paralela al plano inclinado, que es la fuerza de resistencia; la fuerza aplicada por Soledad, que es la fuerza de potencia, y el ángulo de inclinación de la rampa.
  - ¿Qué magnitudes pueden manipular?  
El ángulo de inclinación de la rampa y la fuerza de resistencia.
  - ¿Qué se ve afectado por la magnitud manipulada?  
La fuerza de potencia, que es la fuerza aplicada por Soledad.

### Pregunta de indagación



En equipos

- Solicite que cada equipo plantee preguntas de indagación sobre la situación presentada. Pídeles que dialoguen y seleccionen solo una de ellas, la que considere algunas de las magnitudes vistas. La pregunta debe ser susceptible de ser indagada científicamente. Por ejemplo:

¿Qué relación existe entre la fuerza de potencia y la fuerza de resistencia con el ángulo de inclinación de la rampa para que la carretilla con arena permanezca en equilibrio?

- Solicite a sus estudiantes que identifiquen las variables a partir de su pregunta de indagación:
  - ¿Cuáles son las variables independientes?  
Las variables independientes son el ángulo de inclinación de la rampa y la fuerza de resistencia.
  - ¿Cuál es la variable dependiente?  
La variable dependiente es la fuerza de potencia, que es la fuerza aplicada por Soledad.
  - ¿Cuál es la variable interviniente?  
El peso de la carretilla con arena.

### Hipótesis

- Guíe a cada equipo para que formule su hipótesis, la cual debe mostrar las variables independiente y dependiente en relación de causa-efecto. Por ejemplo: "Si (antecedente)..., entonces (consecuente)". Pida a sus estudiantes que la escriban en la correspondiente sección de sus fichas. Por ejemplo:

Si el ángulo de inclinación de la rampa y la fuerza de resistencia aumentan, entonces la fuerza de potencia aumenta para mantener la carretilla con arena en equilibrio.

- Solicite a sus estudiantes que presenten su hipótesis y que mencionen las variables independiente y dependiente.
- Asegúrese de que todos los equipos establezcan en su hipótesis la relación causa-efecto entre las variables.

## Objetivos

- Pregunte a sus estudiantes sobre el objetivo de su indagación: ¿Qué se proponen con su indagación? Ejemplo: Establecer la relación entre la fuerza de potencia y la fuerza de resistencia para mantener en equilibrio la carretilla sobre la rampa.

## Diseñamos estrategias para hacer indagación



En equipos

- Oriente con preguntas a sus estudiantes para que propongan el procedimiento de su indagación (cómo y con qué realizarán la manipulación, la medición y el control de las variables), con el fin de obtener datos que permitan corroborar o refutar su hipótesis.
- Muestre a sus estudiantes el plano inclinado del kit de máquinas simples, así como los materiales que utilizarán para simular la situación planteada al inicio.

- ¿Qué materiales, herramientas e instrumentos utilizarán?

Componentes del plano inclinado.

Otros materiales: calculadora, juego de pesas, dinamómetro de 5 N para hallar el valor de la fuerza de potencia y la fuerza de resistencia, las cuales se medirán en newton (N).

- Pida a sus estudiantes que observen la figura 2. Indíqueles que, para determinar la relación de la fuerza de potencia y la fuerza de resistencia sobre el plano inclinado, se considerará el siguiente sistema experimental de la figura 2.

- ¿Cómo mantendrán controlada la variable interviniente?

Manteniendo constante el peso de la carretilla con arena, que representa el peso del carro de Hall.

- Sugíérales que realicen el siguiente procedimiento para poner a prueba su hipótesis:

1. Ubiquen el plano inclinado sobre una mesa fija. Luego, consigan la horizontalidad usando los tornillos niveladores y fijándose en el nivel de burbujas que presenta en su base.
2. Ubiquen el plano en el ángulo de  $30^\circ$ .
3. Unan el carro de Hall con el soporte de pesas por medio de un cordón de poliéster de 90 cm y pasen el cordón por la ranura de la polea (asegúrese de que el cordón de poliéster quede paralelo al plano inclinado). Apoyen el carro en el plano y dejen suspendido el soporte de pesas, como se muestra en la figura 2.
4. Introduzcan en el carro de Hall algunas pesas hasta obtener un valor de 180 g, que equivale a 1,8 N. Esta es la fuerza de resistencia del sistema (carro de Hall y las pesas con el soporte de pesas).
5. Introduzcan en el soporte de pesas algunas pesas hasta obtener el equilibrio; esta es la fuerza de potencia. El valor en promedio debe ser de 90 g, que equivale a 0,9 N. Usen el dinamómetro para medir el peso total de este sistema. Midan en forma vertical empleando el dinamómetro y registren el peso en newton en la tabla prevista.
6. Observen que la relación entre la fuerza de potencia y la fuerza de resistencia es de 1 a 2.
7. Repitan los pasos 2 a 6. En este nuevo caso, el ángulo de inclinación del plano debe ser de  $37^\circ$ , y la fuerza de resistencia, de 2,5 N. La fuerza de potencia es, en promedio, de 1,5 N para mantener el equilibrio. Registren el peso en la tabla prevista para su diseño.

Figura 2



Fuente: Industrias Roland Print SAC

8. Repitan los pasos 2 al 6. En este nuevo caso, el ángulo de inclinación del plano debe ser de 45°, y la fuerza de resistencia, de 2,8 N. La fuerza de potencia es, en promedio, de 2,0 N para mantener el equilibrio. Registren el peso en la tabla prevista.

¿En qué tipo de tabla registrarán y organizarán los datos que obtengan?

- Por ejemplo, en la primera tabla prevista en su diseño o la propuesta de la sección *Organización de los datos*. En ella se registrarán y organizarán los datos de la primera, segunda y tercera medición.
- ¿Se requieren medidas de seguridad personal y del lugar de trabajo? ¿Cuáles? Por ejemplo:



### PRECAUCIÓN

Cuando trabajen con un plano inclinado, fijen la inclinación con las perillas laterales para una mejor estabilidad.

## Generamos y registramos datos e información

### Obtención de datos



En equipos

- Incentive a sus estudiantes a poner en marcha su diseño de estrategias.
- Solicíteles que observen con atención para tener precisión al medir la fuerza de potencia (fuerza aplicada) con el dinamómetro. Recuérdeles, también, que deben leer las mediciones en forma paralela a sus ojos; así evitarán errores al validar la hipótesis.

### Organización de los datos



Sin docente



En equipos

- Solicite a sus estudiantes que completen la tabla prevista en su diseño o la propuesta en su ficha y que registren los datos obtenidos. Por ejemplo:

Tabla 1: Relación de las fuerzas de potencia y de resistencia en función del ángulo de inclinación

Peso 1 = soporte de pesas con pesas (N)	Peso 2 = carro de Hall y pesas (N)	Relación de los pesos = $P_1/P_2$ (aproximada)	Ángulo de inclinación (°)
0,9	1,8	0,50	30
1,5	2,5	0,60	37
2,0	2,8	0,71	45

- Pida a sus estudiantes que elaboren otra tabla como la siguiente (tabla 2) en la que se registren que la relación  $\frac{P_1}{P_2}$  es igual a la función seno del ángulo de inclinación. Indíqueles que el peso 1 es la fuerza de potencia, y el peso 2, la fuerza de resistencia. Recuérdeles que deben asignarle un título.

Tabla 2: Relación de fuerzas  $\frac{P_1}{P_2}$

$\frac{P_1}{P_2}$	Ángulo (°)	senθ
0,5	30	0,50
0,6	37	0,60
0,7	45	0,71

- De la tabla 2, se observa que la relación de fuerzas es la siguiente:  $\frac{P_1}{P_2} = \text{sen}\theta$



- Orienta para que sus estudiantes formulen principios científicos que se desprenden de los datos obtenidos y la información científica utilizada sobre la primera condición de equilibrio, a fin de que se sustenten sus conclusiones usando los resultados obtenidos en la tabla.
  - ¿Qué significa que la relación de  $\frac{P_1}{P_2}$  sea igual a  $\frac{1}{2}$ ?  
Significa que la fuerza de potencia es la mitad de la fuerza de resistencia.
  - ¿Qué significa que la relación de  $\frac{P_1}{P_2}$  sea igual a  $\frac{3}{5}$ ?  
Significa que la fuerza de potencia corresponde a los  $\frac{3}{5}$  de la fuerza de resistencia.
  - ¿Qué se observa en la tabla 1?  
Se observa que al aumentar el ángulo de inclinación y la fuerza de resistencia ( $P_2$ ); aumenta la fuerza de potencia ( $P_1$ ).
  - ¿Qué fuerzas intervienen para que el sistema se encuentre en equilibrio?  
La fuerza de potencia y la fuerza de resistencia.

### Contrastación de los resultados con la hipótesis y la información científica

- Solicite a sus estudiantes que comparen los resultados con su hipótesis. Puede orientar con las siguientes preguntas:
  - ¿Los resultados validan su hipótesis? ¿Por qué?  
Sí, los resultados validan la hipótesis, porque se observa que cuando el ángulo de inclinación de la rampa y la fuerza de resistencia aumentan, la fuerza de potencia aumenta.

### Elaboración de conclusiones

- Solicite a sus estudiantes que, basándose en los resultados, elaboren sus conclusiones. Por ejemplo:
  - De la tabla 1, se observa que  $P_1$ , que es la fuerza aplicada a la carretilla con arena para que se desplace hacia arriba por medio de la rampa inclinada, es menor que el peso de esta. La fuerza aplicada es la fuerza de potencia.
  - De la tabla 1, se observa que si el ángulo de inclinación de la rampa y la fuerza de resistencia ( $P_2$ ) aumentan, entonces la fuerza de potencia ( $P_1$ ) aumenta.
  - De la tabla 2, se observa que  $\frac{P_1}{P_2} = \text{sen}\theta$ , siendo  $P_1$  la fuerza de potencia, la fuerza aplicada por Soledad, y  $P_2$  la fuerza de resistencia, la componente del peso paralela a la rampa.
  - La relación que existe entre la fuerza de potencia y la fuerza de resistencia para mantener la carretilla con arena en equilibrio se expresa mediante:  $P_1 = P_2 \cdot \text{sen}\theta$



## Evaluamos y comunicamos el proceso y los resultados de la indagación

- Continúe brindando retroalimentación a sus estudiantes si observa dificultades; apóyese en la rúbrica de evaluación de quinto grado.
- Pídales que retomen sus conclusiones y determinen si responden a la pregunta de indagación:
  - ¿Qué relación existe entre la fuerza de potencia y la fuerza de resistencia con el ángulo de inclinación de la rampa para que la carretilla con arena permanezca en equilibrio?

Las conclusiones sí dan respuesta a la pregunta planteada porque se logró establecer la relación que existe entre la fuerza de potencia y la fuerza de resistencia con el ángulo de inclinación de la rampa.

$$P_1 = P_2 \cdot \text{sen}\theta$$

- Promueva que debatan y sustenten si los procedimientos les han permitido obtener datos válidos y fiables y que respondan a las siguientes preguntas:
  - ¿Los procedimientos realizados permitieron obtener resultados válidos y fiables? ¿Por qué calibraron el dinamómetro?
  - ¿El objetivo de su indagación ha sido logrado?
  - ¿Qué otros aspectos con el uso del plano inclinado se podría indagar?
- Pida que, individualmente, elaboren un informe escrito de su indagación en el cual den a conocer los detalles del proceso y los resultados obtenidos. Indíqueles que deben presentarlo ante sus compañeras y compañeros. También pueden darlo a conocer en el periódico mural o en el blog del aula o de su institución educativa. Responda de manera reflexiva a sus inquietudes.

### Coevaluación



En equipos



Sin docente

- Pídales que, comparando con la rúbrica de quinto grado, evalúen en sus equipos la actuación de sus compañeras y compañeros durante la indagación científica realizada (ver páginas 47 y 48).

### Para profundizar



Fuera del aula



Individualmente

- Sugiera a sus estudiantes consultar su texto o los libros para reforzar sus aprendizajes. También pueden leer el siguiente artículo: "Máquinas simples", en <http://www.portaleducativo.net/quinto-basico/104/Maquinas-simples> o utilizar el simulador que se encuentra en <https://n9.cl/4jas>
- Luego, pida que respondan la siguiente pregunta:
  - De la actividad, ¿cómo se obtiene la eficiencia del plano inclinado?

El rendimiento del plano inclinado es la relación que existe entre la ventaja mecánica real (VMR) y la ventaja mecánica ideal (VMI); todo ello multiplicado por el 100 %.

$$\frac{VMR}{VMI} \cdot 100\%$$

### Transferencia: Tu casa, tu laboratorio

- Solicite a sus estudiantes que analicen el siguiente caso:

En las zonas rurales, para subir el ganado a los camiones se utilizan tablones, que facilitan su acceso. En otros casos, para trasladar vehículos varados en la carretera o transportar automóviles nuevos que van a ser vendidos, se los carga en los tráileres usando rampas. Por otro lado, los rieles del tren zigzaguean los cerros para ascender con el menor esfuerzo posible.

- ¿Qué beneficios encuentran al usar una rampa? ¿Por qué?



#### Bibliografía

Hewitt, P. (2007). *Física conceptual* (10.ª ed.). México D. F., México: Editorial Pearson Educación, pp. 749 - 751.



#### Sitio electrónico de Internet

Vicente, J. (2009). Fuerzas en el plano inclinado [Instituto de Educación Secundaria Albarregas, de España]. México: Editorial Pearson Educación. <http://fqalbarregas.blogspot.com/2009/04/fuerzas-en-el-plano-inclindado.html>

## ¿Es posible multiplicar nuestra fuerza con una palanca?

### ► Secuencia del aprendizaje


**Con docente**

- Presente a sus estudiantes los propósitos de aprendizaje (ver página 46) en relación con la indagación sobre la palanca de primera clase. Infórmeles que luego deberán entregar un informe en el que describirán el proceso y el resultado de su indagación. Muéstreles la rúbrica como instrumento de evaluación formativa (ver páginas 47 y 48). Solicíteles que lean el nivel esperado y lo comenten. Responda a sus inquietudes e indíqueles que les brindará retroalimentación oportunamente durante la indagación y para la presentación de su informe.

- Presente la situación:  
 Dos hermanas, Norma, la mayor, y Juana, la menor y de menos peso, juegan balanceándose en un subibaja que se encuentra en un parque cercano a su casa. Juana tiene una mochila con útiles escolares, pero la ha dejado en el suelo.

Este juego está formado por una barra larga de metal o de madera con asientos en sus extremos y apoyada en un punto medio.

- Solicite que observen la imagen y respondan:
  - Para el balanceo del subibaja, ¿dónde se ubica el eje de rotación?  
 Se encuentra en el centro de la barra del juego.

Figura 1



Adaptada de Industrias Roland Print SAC

- Comente que el juego del subibaja puede ser modelado empleando el sistema de palanca del kit de máquinas simples. Muestre a sus estudiantes el equipo armado.

### Problematizamos situaciones


**En equipos**

- Plantee las siguientes interrogantes para hacer pensar a sus estudiantes sobre la situación:
  - ¿Es posible que Juana, la menor y de menos peso, pueda elevar a su hermana Norma en el subibaja? ¿Cómo?  
 Sí es posible, si Norma se quedara sentada en una determinada posición y Juana se subiera con su mochila completamente llena de útiles para así aumentar el peso resultante y pueda elevar a su hermana.  
 Este juego es una palanca porque ayuda a Juana a utilizar una fuerza pequeña para mover a su hermana de mayor peso.
  - ¿Qué tendrían que hacer las dos hermanas para encontrarse a la misma altura?  
 Norma, la de mayor peso, debe sentarse cerca del eje de rotación, y Juana, la de menor peso, debe sentarse alejada del eje de rotación. Las dos deberán sentarse en diferentes posiciones hasta lograr encontrarse a la misma altura.

- ¿Qué tipo de palanca representa el subibaja?

Representa a una palanca de primera clase, donde el eje de rotación, llamado fulcro, se encuentra entre la fuerza de resistencia y la fuerza de potencia.

- ¿Cuántos y cuáles son los elementos más importantes en una palanca?

Existen tres elementos muy importantes: la fuerza de potencia, la fuerza de resistencia y el punto de apoyo o fulcro.

- Indíqueles que, para estudiar el caso presentado, se analizará el sistema en equilibrio empleando la teoría con la segunda condición de equilibrio. La expresión matemática de la segunda condición de equilibrio es:

$$\sum \tau = 0$$

$$(BR)(R) = (BP)(P)$$

$$\frac{BR}{BP} = \frac{P}{R}$$

Donde:

$\tau$ : torque de la fuerza. Se mide en newtons metro (N m).

BR: brazo de resistencia. Es la distancia desde el centro del eje de rotación hasta donde se sienta Norma. Se mide en metros (m).

BP: brazo de potencia. Es la distancia desde el centro del eje de rotación hasta donde se sienta Juana. Se mide en metros (m).

R: fuerza de resistencia. Es el peso de Norma. Se mide en newtons (N).

P: fuerza de potencia. Es el peso de Juana. Se mide en newtons (N).

- Realice la siguiente observación: De la expresión matemática, se entiende que los valores de las fuerzas de resistencia y de potencia son inversamente proporcionales a los brazos de resistencia y de potencia.
- Indíqueles que el peso está relacionado con la masa de un cuerpo y que ello se expresa matemáticamente de la siguiente forma:  $P = m \cdot g$

Donde:

P: peso. Se mide en newtons (N).

m: masa del cuerpo. Se mide en kilogramos (kg).

g: aceleración de la gravedad. Tiene un valor de 9,81 m/s<sup>2</sup>.

- Acompañe a los equipos y formule las siguientes preguntas que ayudarán a considerar las medidas que deben obtener:
  - ¿Qué magnitudes intervienen en la situación descrita?  
Las distancias en las que se sientan Norma y Juana. Estas distancias se miden desde el eje de rotación hasta el lugar donde están sentadas. Representan los brazos de resistencia y de potencia, respectivamente. También intervienen sus pesos resultantes. El peso resultante de Norma representa la fuerza de resistencia, y el peso resultante de Juana, la fuerza de potencia.
  - ¿Qué magnitud pueden manipular?  
La distancia en la que se sienta Juana, que es el brazo de potencia.
  - ¿Qué se ve afectado por la magnitud manipulada?  
El peso resultante de Juana, que es la fuerza de potencia.

## Pregunta de indagación



## En equipos

- Solicite que cada equipo plantee preguntas de indagación sobre la situación presentada, en la que Norma y Juana se encuentren a la misma altura. Pida que dialoguen y seleccionen solo una de ellas, la que considere algunas de las magnitudes vistas. La pregunta debe ser susceptible de ser indagada científicamente; es decir, que pueda ser respondida mediante la observación y la experimentación. Por ejemplo:

¿Qué relación existe entre la distancia donde se sienta Juana y su peso resultante para mantener el subibaja en forma horizontal?

- Solicite a sus estudiantes que identifiquen las variables a partir de su pregunta de indagación:
  - ¿Cuál es la variable independiente?  
Es la distancia en la que se sienta Juana, que es el brazo de potencia.
  - ¿Cuál es la variable dependiente?  
Es el peso resultante de Juana, que es la fuerza de potencia.
  - ¿Cuáles son las variables intervinientes?  
Son la distancia en la que se sienta Norma, que es el brazo de resistencia, y su peso, que es la fuerza de resistencia.

## Hipótesis

- Guíe a cada equipo para que formulen su hipótesis, la cual debe mostrar las variables independiente y dependiente en relación de causa-efecto; por ejemplo: “Si (antecedente)..., entonces (consecuente)”. Pídales que la escriban en la correspondiente sección de sus fichas. Por ejemplo:

Si la distancia donde se sienta Juana aumenta, entonces el peso resultante de Juana disminuye para mantener el subibaja en forma horizontal.

- Solicite a sus estudiantes que presenten su hipótesis y que mencionen las variables independiente y dependiente.
- Asegúrese de que en el planteamiento de su hipótesis todos los equipos establezcan la relación causa-efecto entre las variables.

## Objetivos

- Pregunte a sus estudiantes sobre el objetivo de su indagación: ¿Qué se proponen con su indagación? Ejemplo: Establecer la relación entre el brazo de potencia y la fuerza de potencia en las palancas de primera clase.



- Oriente con preguntas a sus estudiantes para que propongan el procedimiento de su indagación (cómo y con qué realizarán la manipulación, la medición y el control de las variables), con el fin de obtener datos que permitan corroborar o refutar su hipótesis.
- Muestre a sus estudiantes el sistema de palanca del kit de máquinas simples. Señale las funciones de sus componentes y la representación de las distancias de los brazos de la palanca y las fuerzas en las pesas colocadas en los sujetadores. Asimismo, indique los materiales que utilizarán para simular la situación planteada al inicio.

- ¿Qué materiales, herramientas e instrumentos utilizarán?

Componentes del kit: sistema de palancas.

Otros materiales: juego de pesas.

- Muestre a sus estudiantes el modelo que representará la situación, como el de la figura 2.

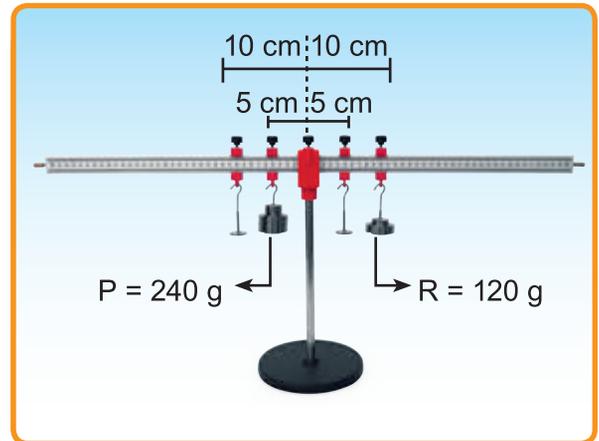
- ¿Cómo mantendrán controladas las variables intervinientes?

Manteniendo el brazo de resistencia y la fuerza de resistencia constantes.

- Sugerimos que, para que pongan a prueba su hipótesis, realicen el siguiente procedimiento:

1. Armen el sistema de palanca con todos sus componentes y colóquenlo en la mesa de trabajo, tal como se observa en la figura 2.
2. Calibren el sistema de palanca usando los tornillos de calibración y hagan coincidir la aguja del balancín con la marca de la horquilla.
3. Ubiquen los sujetadores corredizos con sus portapesas a 5 cm y 10 cm del fulcro, a ambos lados de la regla, tal como se observa en la figura 2. El peso de la pesa que se pondrá a la derecha, a 10 cm, será la fuerza de resistencia  $R$ , la cual permanecerá constante; y la de la izquierda, a 5 cm, será la fuerza de potencia  $P$ , que irá variando.
4. Primera medición: Cuelguen una masa de 120 g en el sujetador que se encuentra a 10 cm de la derecha del fulcro. Luego, en el sujetador que está a 5 cm de la izquierda del fulcro, cuelguen una masa que equilibre el sistema y lo mantenga en forma horizontal (ver la figura 2). Registren en una tabla prevista la masa de la pesa colocada en la izquierda; el peso de esta masa es la fuerza de potencia.
5. El sujetador que se irá cambiando de posición es el segundo, el cual se ubica a 10 cm del lado izquierdo del fulcro.
6. Segunda medición: Ubiquen el segundo sujetador a una distancia de 10 cm del lado izquierdo del fulcro. Cuelguen el soporte de pesas con pesas hasta mantener el equilibrio horizontal. Registren la masa de la nueva fuerza de potencia.
7. Tercera medición: Ubiquen el segundo sujetador a una distancia de 15 cm del lado izquierdo del fulcro. Cuelguen el soporte de pesas con pesas hasta mantener el equilibrio horizontal. Registren la masa de la nueva fuerza de potencia.
8. Cuarta medición: Ubiquen el segundo sujetador a una distancia de 20 cm del lado izquierdo del fulcro. Cuelguen el soporte de pesas con pesas hasta mantener el equilibrio horizontal. Registren la masa de la nueva fuerza de potencia.

Figura 2



Fuente: Industrias Roland Print SAC

9. Quinta medición: Ubiquen el segundo sujetador a una distancia de 30 cm del lado izquierdo del fulcro. Cuelguen el soporte de pesas con pesas hasta mantener el equilibrio horizontal. Registren la masa de la nueva fuerza de potencia en la tabla prevista.
- ¿En qué tipo de tabla registrarán y organizarán los datos que obtengan?  
Por ejemplo, en la tabla prevista en su diseño o la propuesta en la sección *Organización de los datos*; en ella se registrarán y organizarán los datos de la primera, segunda, tercera, cuarta y quinta medición.
  - ¿Se requieren medidas de seguridad personal y del lugar de trabajo? ¿Cuáles? Por ejemplo:



### PRECAUCIÓN

Para usar la palanca, asegúrense de que esté con todos sus accesorios y calibrada. Sosténganla cuando coloquen las pesas.

## Generamos y registramos datos e información

### Obtención de datos



En equipos

- Incentive a sus estudiantes a poner en marcha su diseño de estrategias para obtener datos de las variables independiente y dependiente.
- Pídeles que tengan cuidado al calibrar el sistema de palancas. Asimismo, solicíteles que confirmen que la regla graduada se encuentre en forma horizontal durante toda la actividad; así evitarán errores al validar la hipótesis.

### Organización de los datos



Sin docente



En equipos

- Solicite a sus estudiantes que en la tabla prevista en su diseño o en la propuesta en su ficha registren los datos obtenidos de la fuerza de potencia y la fuerza de resistencia.
- Recuérdeles que deben asignarle un título a la tabla.

Tabla 1: Masas y razones de los brazos y fuerzas

Brazo de resistencia	Brazo de potencia	Masa que produce la fuerza de potencia	Masa que produce la fuerza de resistencia	Razón de brazos	Razón de fuerzas
BR (cm)	BP (cm)	$m_p$ (g)	$m_R$ (g)	BR/BP	P/R
10	5	240	120	2	2
10	10	120	120	1	1
10	15	80	120	2/3	2/3
10	20	60	120	1/2	1/2
10	30	40	120	1/3	1/3

- Pida a sus estudiantes que elaboren otra tabla en la que registren el valor de los pesos de las masas utilizadas y en donde puedan analizar la razón de los brazos de resistencia y de potencia, así como la razón de las fuerzas de potencia y de resistencia. Elaboren una tabla como la que se presenta a continuación (tabla 2). Recuérdeles que deben asignarle un título.

- Solicite que calculen el valor de los pesos utilizando la siguiente expresión matemática:

$$P = m \cdot g$$

- En este caso, la aceleración de la gravedad tendrá el valor de  $g = 10 \text{ m/s}^2$ .

Para el primer caso:

$$P = 0,240 \text{ kg} \cdot 10 \text{ m/s}^2 = 2,4 \text{ N}$$

Para el segundo caso:

$$P = 0,120 \text{ kg} \cdot 10 \text{ m/s}^2 = 1,2 \text{ N}$$

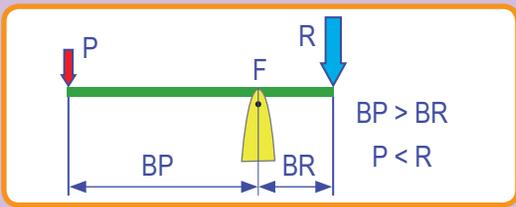
Tabla 2: Fuerza de potencia, de resistencia y razones de los brazos y fuerzas

Brazo de resistencia (cm)	Brazo de potencia (cm)	Fuerza de potencia (N)	Fuerza de resistencia (N)	Razón de brazos	Razón de fuerzas
BR	BP	P	R	BR/BP	P/R
10	5	2,4	1,2	2	2
10	10	1,2	1,2	1	1
10	15	0,8	1,2	2/3	2/3
10	20	0,6	1,2	1/2	1/2
10	30	0,4	1,2	1/3	1/3

En la tabla 2 se observa que, para mantener el equilibrio horizontal de la palanca, la fuerza de potencia disminuye, mientras que el brazo de potencia aumenta. Se concluye que la fuerza de potencia es inversamente proporcional al brazo de potencia.

- Solicite que grafiquen la disposición de las fuerzas y su relación cuando el brazo de potencia es mayor que el brazo de resistencia.

Figura 3

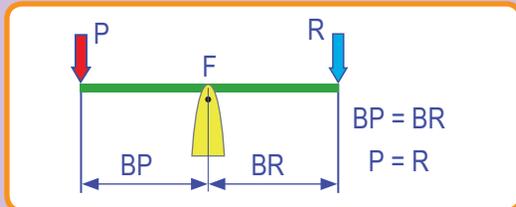


Si BR/BP es **menor** que 1, entonces la potencia P es **menor** que la resistencia R.

Fuente: Industrias Roland Print SAC

- Solicite que grafiquen la disposición de las fuerzas y su relación cuando los brazos de potencia y resistencia son iguales.

Figura 4

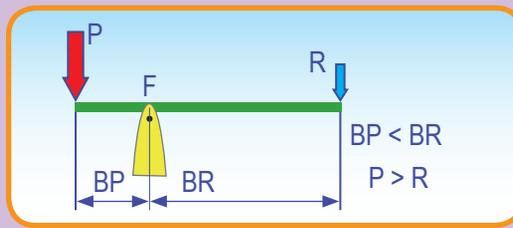


Si BR/BP es **igual** a 1, entonces la potencia P es **igual** a la resistencia R.

Fuente: Industrias Roland Print SAC

- Solicite que grafiquen la disposición de las fuerzas y su relación cuando el brazo de potencia es menor que el brazo de resistencia.

Figura 5



Si  $BR/BP$  es **mayor** que 1, entonces la potencia  $P$  es **mayor** que la resistencia  $R$ .

## Analizamos datos e información



En equipos



Con docente

- Oriente a sus estudiantes para que formulen principios científicos que se desprendan de los datos obtenidos y de la información científica utilizada sobre las leyes de equilibrio.
- Solicite que analicen la tabla 2. Luego, pida que respondan lo siguiente:
  - ¿Qué relación observan entre las fuerzas de potencia y de resistencia cuando los brazos de resistencia y potencia son de 10 cm?  
La fuerza de potencia tiene el mismo valor que la fuerza de resistencia.
  - Si  $BR/BP$  es igual a  $P/R$ , ¿se puede afirmar que las fuerzas necesarias para el equilibrio horizontal son inversamente proporcionales a las longitudes de los brazos?  
Sí, porque a mayor brazo, menor fuerza; o a menor brazo, mayor fuerza.
- Solicite que observen las figuras 3, 4 y 5, las cuales corresponden a los dibujos 1, 2 y 3 de la ficha del estudiante. Luego respondan:
  - En la figura 3, ¿cuál es la relación de la fuerza de potencia con la fuerza de resistencia?  
Si  $BP > BR$ , entonces  $P < R$ .
  - En la figura 4, ¿cuál es la relación de la fuerza de potencia con la fuerza de resistencia?  
Si  $BP = BR$ , entonces  $P = R$ .
  - En la figura 5, ¿cuál es la relación de la fuerza de potencia con la fuerza de resistencia?  
Si  $BP < BR$ , entonces  $P > R$ .

## Contrastación de los resultados con la hipótesis y la información científica

- Invite a sus estudiantes a revisar y analizar la palanca de primera clase y la segunda condición de equilibrio.
- Solicíteles que comparen los resultados con su hipótesis. Puede orientar con las siguientes preguntas:  
¿Los resultados validan la hipótesis? ¿Por qué?  
Sí, porque mientras el brazo de potencia aumenta, la fuerza de potencia disminuye.

## Elaboración de conclusiones

- Solicite a sus estudiantes que, basándose en los resultados, elaboren sus conclusiones. Por ejemplo:
  - De la tabla 2, se puede afirmar que la fuerza de potencia tiene el mismo valor que la fuerza de resistencia cuando los brazos de potencia y de resistencia son iguales.

De la tabla 2, se puede señalar que, a mayor brazo de potencia BP, menor será la fuerza de potencia P. Es decir, mientras mayor sea la distancia del fulcro a la que se sienta Juana, menor será su peso resultante, lo cual indica que están relacionados de manera inversamente proporcional, entonces así el subibaja se mantendrá en posición horizontal.

## Evaluamos y comunicamos el proceso y los resultados de la indagación



En equipos



Con docente

- Continúe brindando retroalimentación a sus estudiantes si observa dificultades; apóyese en la rúbrica de evaluación de quinto grado.
- Pídales que retomen sus conclusiones y determinen si responden a la pregunta de indagación:
  - ¿Qué relación existe entre la distancia donde se sienta Juana y su peso resultante para mantener el subibaja en forma horizontal?  
Las conclusiones sí dan respuesta a la pregunta planteada porque se logró establecer que mientras mayor sea la distancia del fulcro a la que se sienta Juana, menor será su peso resultante, con lo que el subibaja se mantendrá de forma horizontal. Están relacionados de manera inversamente proporcional.
  - Las longitudes de los brazos de potencia y de resistencia son inversamente proporcionales a las fuerzas de potencia y de resistencia. Para mantener el equilibrio del sistema, se cumple la relación:  
$$P \cdot BP = R \cdot BR$$
  - En la igualdad, P es la fuerza de potencia; R, la fuerza de resistencia; BR, el brazo de resistencia; y BP, el brazo de potencia.
- Promueva que discutan y sustenten si los procedimientos les han permitido obtener datos válidos y fiables. Pida que respondan las siguientes preguntas:
  - ¿Los procedimientos realizados permitieron obtener resultados válidos y fiables? ¿Por qué calibraron el sistema de palancas?
  - ¿El objetivo de su indagación ha sido logrado?
  - ¿Qué otros aspectos de las fuerzas en las palancas se podría indagar?
- Pida que, individualmente, elaboren un informe escrito de su indagación, en el cual den a conocer los detalles del proceso y los resultados obtenidos. Indíqueles que deben presentarlo ante sus compañeras y compañeros. También pueden darlo a conocer en el periódico mural o en el blog del aula o de su institución educativa. Responda de manera reflexiva a sus inquietudes.

## Coevaluación



En equipos



Sin docente

- Pídales que, comparando con la rúbrica de quinto grado, evalúen en sus equipos la actuación de sus compañeras y compañeros durante la indagación científica realizada (ver páginas 47 y 48).



- Sugiera a sus estudiantes que consulten su texto o los libros para reforzar su aprendizaje. También pueden leer el siguiente artículo: "La palanca", en [https://www.edu.xunta.es/espazoAbalar/sites/espazoAbalar/files/datos/1464947673/contido/21\\_la\\_palanca.html](https://www.edu.xunta.es/espazoAbalar/sites/espazoAbalar/files/datos/1464947673/contido/21_la_palanca.html)

Luego, pida que respondan las siguientes preguntas:

- En una palanca de primera clase, ¿se puede obtener una gran fuerza aplicando una de menor valor?

En una palanca de primera clase sí se puede obtener una gran fuerza a partir de una pequeña. Cuando el punto de apoyo de una palanca está relativamente cerca de la carga, una fuerza de entrada pequeña producirá una fuerza de salida grande. Esto se debe a que la fuerza de entrada se ejerce en una distancia grande, y la carga se mueve solamente a una distancia corta. Entonces, una palanca puede ser un multiplicador de fuerza.

- ¿Qué ocurre cuando la fuerza de resistencia se acerca al punto de apoyo?

La fuerza de potencia disminuye. Entonces, se puede concluir que, cuanto más grande es el brazo de potencia, la potencia es menor. O también que, cuanto más pequeño es el brazo de resistencia, mayor es la resistencia.

## Transferencia: Tu casa, tu laboratorio

Indique a sus estudiantes que resuelvan el siguiente caso, que está relacionado con la actividad tratada. Pídales también que luego respondan:

*Para poder sacar el caño de su cocina y luego cambiarlo, Pedro utilizará una llave inglesa, como la de la figura, la cual le permitirá hacerlo girar.*



- ¿De dónde deberá sujetar Pedro la llave inglesa para que le sea más fácil cambiar el caño de su cocina: del extremo del mango, del medio o de un punto cercano a la mordaza?  
¿Por qué?

### Bibliografía

Hewitt, P. (2007). *Física conceptual* (10.ª ed.). México D. F., México: Editorial Pearson Educación, pp. 118-119.



### Sitio electrónico de Internet

CEJAROSU. (2005). Palanca de 1.º grado. Recuperado de [http://concurso.cnice.mec.es/cnice2006/material107/operadores/ope\\_pal\\_primergrado.htm](http://concurso.cnice.mec.es/cnice2006/material107/operadores/ope_pal_primergrado.htm)

## ¿Por qué los cuerpos aceleran?

### ► Secuencia del aprendizaje



Con docente

- Presente a sus estudiantes los propósitos de aprendizaje (ver página 46) con relación a la indagación del movimiento rectilíneo uniformemente variado y la causa que origina la aceleración. Indíqueles que entregarán un reporte en el que describirán el proceso y el resultado de su indagación. Muestre la rúbrica como instrumento de evaluación formativa (ver páginas 47 y 48). Solicíteles que lean el nivel esperado y lo comenten. Responda a sus inquietudes y comuníqueles que les brindará retroalimentación durante la indagación y para la presentación de su informe.

- Presente la situación.

Una camioneta se encuentra detenida en la parte baja del cerro San Cristóbal (Lima). Para subir a este cerro, hay una carretera que se ha construido con una pendiente alta. El tramo inicial de la carretera se presenta en línea recta y la camioneta desea ascender por un tramo recto.

Figura 1



Fuente: Industrias Roland Print SAC

Figura 2



Parte de la carretera del cerro San Cristóbal  
Fuente: <https://i.ytimg.com/vi/XDRD5Y1mt-M/maxresdefault.jpg>

- Pregunte a sus estudiantes:

- ¿Puede la camioneta arrancar con velocidad constante? ¿Por qué?  
No, porque la camioneta inicia su movimiento con velocidad cero.
- Si el auto está detenido, ¿qué fuerza genera el movimiento de la camioneta?

La fuerza que genera el movimiento es la diferencia entre la fuerza de tracción de las llantas, y la componente del peso paralela a la pendiente y la fuerza de fricción. A esta fuerza se denomina fuerza resultante.

- Comente que el movimiento del automóvil sobre la pendiente puede ser modelado empleando el plano inclinado del kit de máquinas simples. Muestre a sus estudiantes el equipo armado.

### Problematizamos situaciones



En equipos

- Plantee las siguientes interrogantes y comentarios para que indaguen sobre la situación. Por ejemplo:
  - ¿Cuál es la velocidad de la camioneta cuando se encuentra detenida en la parte baja de la pendiente?  
En ese caso, la velocidad de la camioneta es cero.

- ¿Solo cuando sube una cuesta, la camioneta u otro móvil realizan un movimiento acelerado? No, también pueden realizar un movimiento rectilíneo acelerado cuando bajan una cuesta o cuando van en una pista horizontal.
- ¿Cómo se sabe que la camioneta u otro móvil poseen aceleración luego de iniciar su movimiento a partir del estado de reposo? Observando que la distancia que recorrió la camioneta en un determinado tramo, la recorre en menor o mayor tiempo en otro tramo del recorrido. Esto indica que la velocidad ha cambiado; por lo tanto, existe aceleración.
- Indíqueles que la distancia recorrida por la camioneta está relacionada con la velocidad, con el tiempo transcurrido y con la aceleración, de acuerdo con la siguiente expresión matemática:

$$d = V_0 t + \frac{1}{2} at^2$$

Donde:

d: es la distancia recorrida. Se mide en metros (m).

$V_0$ : es la rapidez inicial de la camioneta. Se mide en metros por segundo (m/s).

t: es el tiempo. Se mide en segundos (s).

a: es la aceleración. Se mide en metros por segundo al cuadrado ( $m/s^2$ ).

$$d = \frac{1}{2} at^2$$

$$2d = at^2$$

$$a = \frac{2d}{t^2}$$

- En el caso de la situación descrita, la camioneta está detenida en la parte baja; por lo tanto, su velocidad inicial es cero. El primer sumando de la ecuación se elimina, y queda de la siguiente forma:
- Recuerde indicarles que la aceleración de la camioneta se debe a la fuerza resultante que genera el movimiento. Para saber que la camioneta se mueve con aceleración, hay que observar si recorre distancias iguales en tiempos diferentes, en distintos tramos del recorrido.
- Acompañe a los equipos y realice las siguientes preguntas para que tengan claro lo que van a medir y para qué lo van a medir.
  - ¿Qué magnitudes intervienen en la situación descrita? La distancia, el tiempo que tarda la camioneta en recorrerla, la fuerza resultante que genera el movimiento de la camioneta y la aceleración producida en el movimiento.
  - ¿Qué magnitudes pueden manipular? La distancia que recorre la camioneta y la fuerza resultante que genera el movimiento de la camioneta.
  - ¿Qué se ve afectado por las magnitudes manipuladas? El tiempo y la aceleración producida en el movimiento.

### Pregunta de indagación



### En equipos

- Solicite que cada equipo plantee preguntas de indagación sobre la situación observada para que la camioneta acelere. Indíqueles que dialoguen y seleccionen solo una de ellas, la que considere algunas de las magnitudes vistas. La pregunta debe ser susceptible de ser indagada científicamente; es decir, que pueda ser respondida mediante la observación y la experimentación. Por ejemplo:

¿Qué relación existe entre la fuerza resultante que genera el movimiento de la camioneta y las distancias recorridas con el tiempo transcurrido al subir la camioneta por la pendiente?

- Solicite a sus estudiantes que identifiquen las variables a partir de su pregunta de indagación:
  - ¿Cuáles son las variables independientes? Las variables independientes son las distancias que recorre la camioneta y la fuerza resultante que genera el movimiento de la camioneta.

- ¿Cuáles son las variables dependientes?

Las variables dependientes son el tiempo que tarda la camioneta en recorrer las distancias y la aceleración de la camioneta.

- ¿Cuáles son las variables intervinientes?

Las variables intervinientes son la masa de la camioneta y el ángulo de inclinación de la pendiente.

## Hipótesis

- Guíe a cada equipo para que formulen su hipótesis, la cual debe mostrar las variables independiente y dependiente en relación de causa-efecto. Por ejemplo: "Si (antecedente)..., entonces (consecuente)". Pida a sus estudiantes que la escriban en la correspondiente sección de sus fichas. Por ejemplo:

Si la fuerza resultante aumenta, entonces la camioneta recorrerá iguales distancias de la pista en menor tiempo al subir la pendiente.

- Indíqueles que si un móvil recorre distancias diferentes en tiempos iguales, entonces realiza un movimiento rectilíneo uniformemente variado (MRUV).
- Solicíteles que presenten su hipótesis y que mencionen las variables independiente y dependiente.
- Asegúrese de que todos los equipos establezcan en su hipótesis la relación causa-efecto entre las variables que intervienen.

## Objetivos

- Pregunte a sus estudiantes sobre el objetivo de su indagación: ¿Qué se proponen con su indagación? Ejemplo: Establecer la relación de la fuerza resultante con la aceleración de un móvil.

## Diseñamos estrategias para hacer indagación



En equipos

- Oriente con preguntas a sus estudiantes para que propongan el procedimiento de su indagación (cómo y con qué realizarán la manipulación, la medición y el control de las variables), con el fin de obtener datos que permitan corroborar o refutar su hipótesis.
- Muestre a sus estudiantes el plano inclinado armado del kit de máquinas simples. Señale sus componentes y funciones, así como los materiales que utilizarán para simular la situación planteada al inicio.
  - ¿Qué materiales, herramientas e instrumentos utilizarán?  
Componentes del kit: plano inclinado.  
Otros materiales: cronómetro digital, calculadora, dinamómetro y juego de pesas.
- Pida que observen la figura 3. Oriente a sus estudiantes para que noten que el soporte de pesas, unido al carro de Hall mediante una cuerda, representa la fuerza necesaria para que suba sobre el plano inclinado. El valor de esta fuerza será medido con el dinamómetro.
- Una vez armado el equipo, como se observa en la figura 3, oriente con preguntas a sus estudiantes para que propongan el procedimiento de su indagación.

Figura 3



Fuente: Industrias Roland Print SAC

Pregúnteles:

- ¿Cómo mantendrán controladas las variables intervinientes?

Manteniendo constantes la masa de la camioneta, que está representada por el carro de Hall, y el ángulo de inclinación durante toda la experiencia.

- Le sugerimos que, para que pongan a prueba su hipótesis, realicen el siguiente procedimiento:

1. Adecúen a  $45^\circ$  el plano inclinado, apoyen el carro de Hall en el plano, tal como se observa en la figura 3, y midan la fuerza necesaria para sostenerlo con el dinamómetro, como se nota en la figura A. Esta fuerza es la componente del peso paralela al plano inclinado. Mantengan la cuerda paralela al plano. Se debe tener en cuenta que el dinamómetro mide la masa y la fuerza.

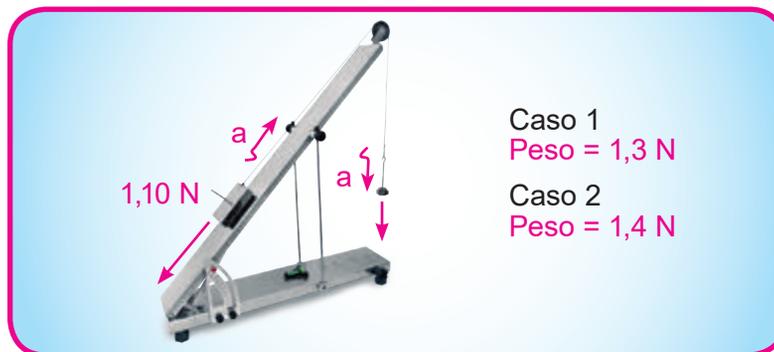
Figura A



Fuente: Industrias Roland Print SAC

Indique a sus estudiantes que para que el carro de Hall ascienda debe haber una fuerza que lo origine. La diferencia entre el peso del soporte de pesas con las masas y la componente de peso paralelo al plano inclinado del carro de Hall, es la que genera el movimiento; esta es la fuerza resultante aplicada sobre el carro de Hall, tal como se ilustra en la figura B. El peso del soporte de pesas y las masas incorporadas, tal como se describe en los procedimientos 2 y 5 son de 1,3 N y 1,4 N, respectivamente. Para el primer caso se observa una diferencia de 0,2 N; y para el segundo, una diferencia de 0,3 N .

Figura B



Fuente: Industrias Roland Print SAC

2. Pongan en el soporte de pesas, de 20 g, una masa de 110 g, sumando así un total de 130 g. Midan con el dinamómetro la fuerza que ejerce el peso del soporte de pesas con las masas agregadas, que equivale a 1,3 N . Pídales que lo anoten en su cuaderno. Luego, aten los extremos del cordón, de 1 m, en el carro de Hall y el gancho del soporte.
3. Ubiquen el carro de Hall en el plano inclinado, donde indica 80 cm . Enseguida, suspendan el soporte y las pesas pasando el cordón por la polea de la parte alta del plano.
4. Alineen la disposición y, con un cronómetro, midan cinco veces el tiempo que el carro demora en recorrer 10 cm, 20 cm, 30 cm, 40 cm y 50 cm, para disminuir los errores en el cálculo. Y registren los resultados en una primera tabla prevista.
5. Repitan el último paso, pero añadiendo una pesa de 10 g en el soporte, haciendo un total de 140 g, que equivale a 1,4 N . Vuelvan a medir con el dinamómetro la nueva fuerza que ejerce el peso del soporte de pesas con la masa agregada. Luego, registren los resultados en una segunda tabla prevista.

6. La aceleración se obtendrá del procesamiento de datos obtenidos, mediante la siguiente expresión matemática:

$$a = \frac{2d}{t^2}$$

Donde:

d: es la distancia. Se fijará para determinados valores empleando la escala graduada en centímetros del plano inclinado.

t: es el tiempo. Se medirá empleando un cronómetro digital, el cual registrará los segundos con aproximación al centésimo.

7. Luego, se graficarán para cada caso la distancia recorrida en función del tiempo promedio y la distancia en función del cuadrado del tiempo promedio, para analizarlas y obtener las conclusiones y validar su hipótesis.

- ¿En qué tipo de tabla registrarán y organizarán los datos que obtengan?  
Por ejemplo, en una tabla como la que se muestra en la sección *Organización de los datos*.
- ¿Se requieren medidas de seguridad personal y del lugar de trabajo? ¿Cuáles? Por ejemplo:



### PRECAUCIÓN

Cuando el carro de Hall se encuentre ubicado en el plano inclinado, no lo suelten hasta que el cordón esté sosteniendo las pesas.

## Generamos y registramos datos e información

### Obtención de datos



En equipos

- Incentive a sus estudiantes a poner en marcha su diseño de estrategias.
- Solicíteles que observen con atención para tener precisión al medir el tiempo que tarda el carro de Hall al recorrer las distancias propuestas.
- Indíqueles que el dinamómetro debe encontrarse en forma vertical. Recuérdeles, también, que deben leer las mediciones en forma paralela a sus ojos, así evitarán errores al validar la hipótesis.

### Organización de los datos



Sin docente



En equipos

- Solicite a sus estudiantes que en su tabla prevista en su diseño o en la propuesta en su ficha, anoten los datos obtenidos del tiempo y la distancia.
- Oriente para que realicen los cálculos necesarios a fin de obtener la aceleración del carro de Hall y lo registren también en la tabla prevista o en la que se presenta en esta ficha. Este proceso también se realizará cuando al carro de Hall se le incorpore 10 g.
- Recuérdeles que deben asignarle un título a la tabla.  
Por ejemplo, en la tabla 1, cuando la fuerza resultante es de 0,2 N .

Tabla 1: Tiempo que demora en recorrer y la aceleración que se produce

Distancia recorrida (m)	Tiempo (s)					Tiempo promedio (s)	Cuadrado del tiempo promedio (s <sup>2</sup> )	Aceleración $2d/t^2$ (m/s <sup>2</sup> )
	t <sub>1</sub>	t <sub>2</sub>	t <sub>3</sub>	t <sub>4</sub>	t <sub>5</sub>			
0,10	0,58	0,57	0,56	0,58	0,60	0,58	0,34	0,59
0,20	0,82	0,83	0,80	0,82	0,80	0,81	0,66	0,61
0,30	1,00	1,01	1,02	1,00	0,99	1,00	1,00	0,60
0,40	1,16	1,15	1,17	1,16	1,18	1,16	1,35	0,59
0,50	1,30	1,31	1,29	1,28	1,32	1,30	1,69	0,59
Promedio de la aceleración (m/s <sup>2</sup> )								0,60

También, en la tabla 2, cuando la fuerza resultante es de 0,3 N .

Tabla 2: Tiempo que demora en recorrer y la aceleración que se produce

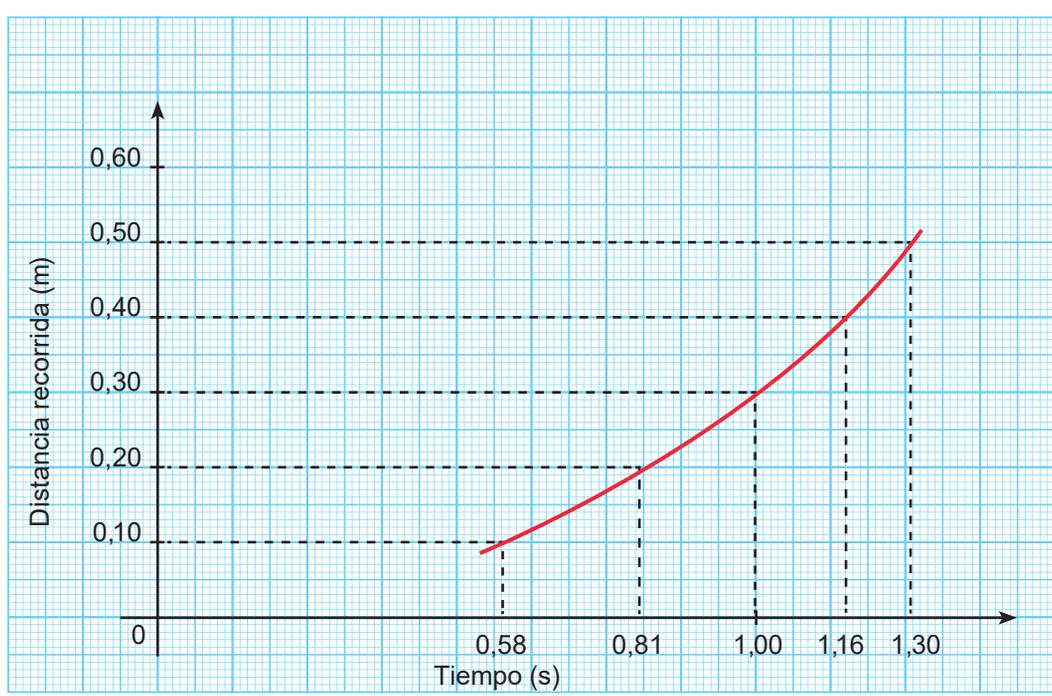
Distancia recorrida (m)	Tiempo (s)					Tiempo promedio (s)	Cuadrado del tiempo promedio (s <sup>2</sup> )	Aceleración $2d/t^2$ (m/s <sup>2</sup> )
	t <sub>1</sub>	t <sub>2</sub>	t <sub>3</sub>	t <sub>4</sub>	t <sub>5</sub>			
0,10	0,47	0,48	0,50	0,47	0,46	0,48	0,23	0,87
0,20	0,66	0,68	0,67	0,65	0,66	0,66	0,44	0,91
0,30	0,81	0,82	0,82	0,80	0,81	0,81	0,66	0,91
0,40	0,94	0,95	0,96	0,93	0,94	0,94	0,88	0,91
0,50	1,06	1,05	1,04	1,06	1,04	1,05	1,10	0,91
Promedio de la aceleración (m/s <sup>2</sup> )								0,90

Comparando los datos de las tablas 1 y 2, se observa que el tiempo transcurrido para recorrer iguales distancias en los mismos tramos, es menor en el segundo caso. Cuanto mayor es la fuerza, menor es el tiempo requerido para recorrer la misma distancia.

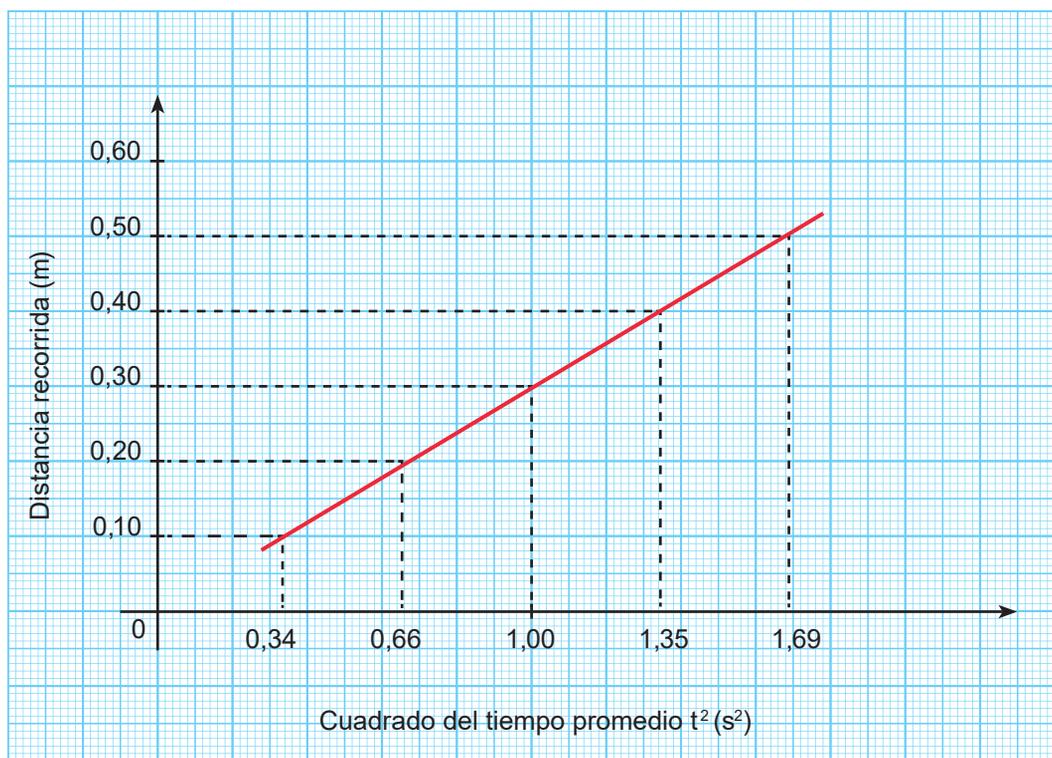
- Solicite a sus estudiantes que, en el papel milimetrado o en la hoja de cálculo de Excel, grafiquen para cada caso la distancia recorrida en función del tiempo promedio y la distancia en función del cuadrado del tiempo promedio.
- Indique que, al trazar la recta, traten de que esta se acerque lo máximo posible a todos los puntos obtenidos, con el fin de tener la línea de mejor ajuste.
- Recuérdeles que le asignen un título a cada gráfica, por ejemplo:

- Gráficas de la tabla 1, cuando la fuerza resultante es de 0,2 N .

Gráfica 1: Distancia en función del tiempo promedio cuando la fuerza resultante es de 0,2 N

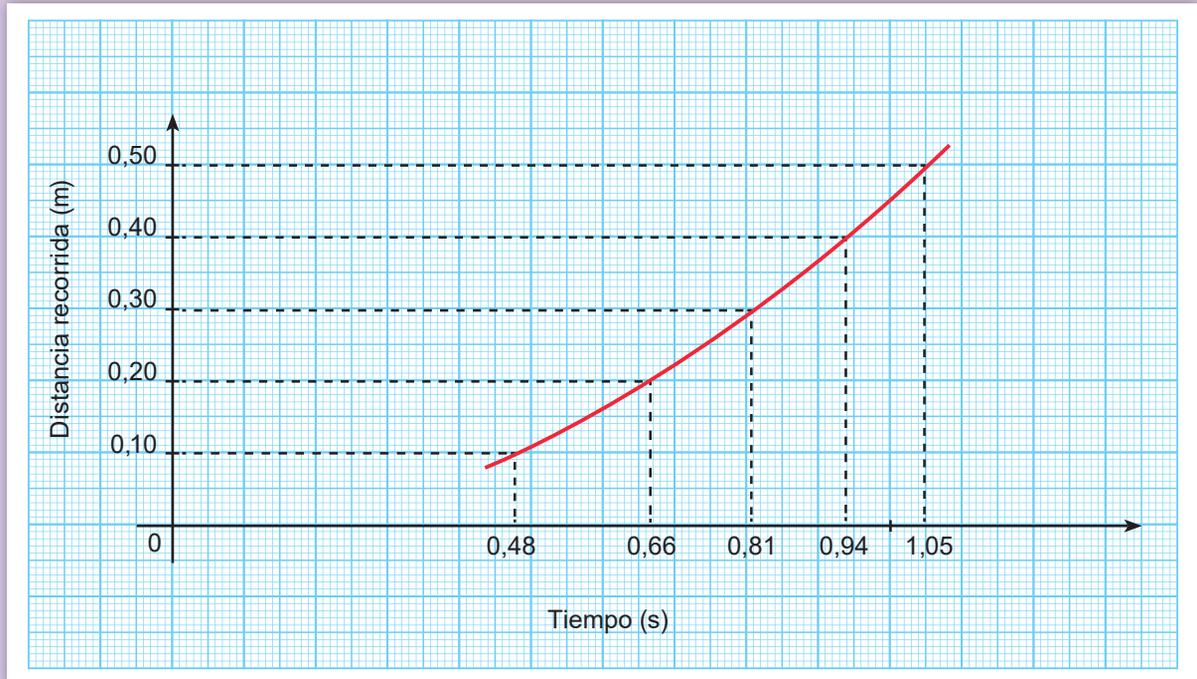


Gráfica 2: Distancia en función del cuadrado del tiempo promedio cuando la fuerza resultante es de 0,2 N

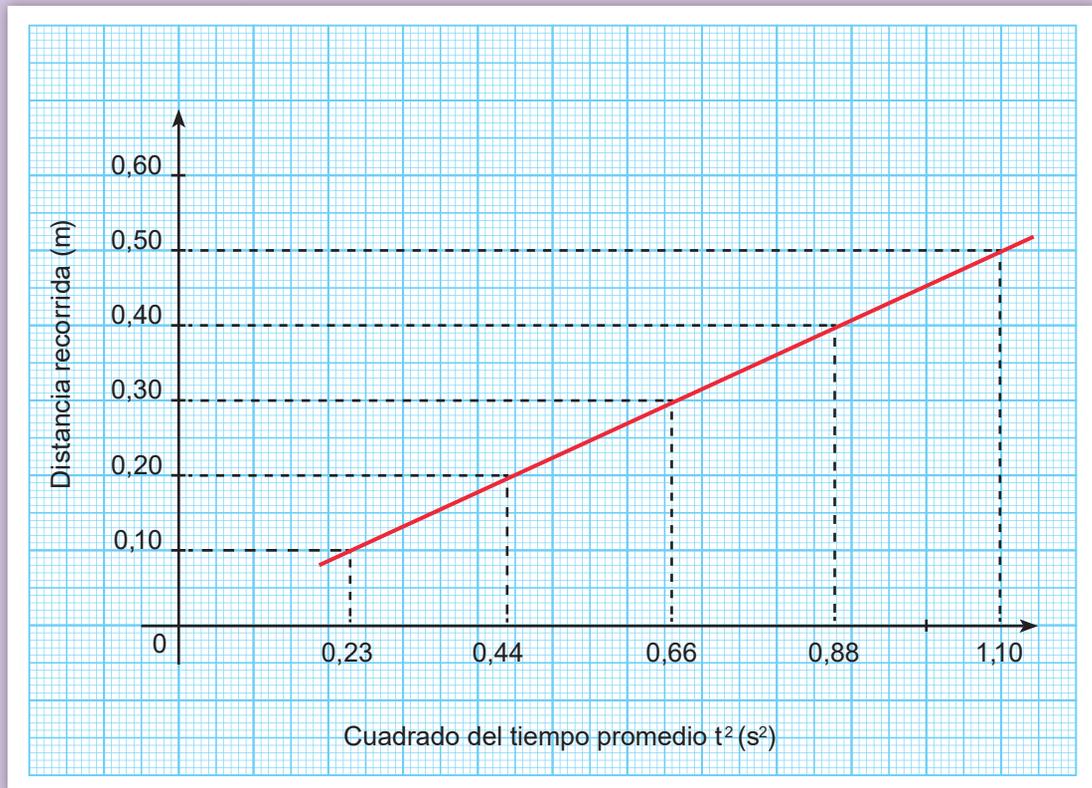


- Gráficas de la tabla 2, cuando la fuerza resultante es de 0,3 N .

Gráfica 3: Distancia en función del tiempo promedio cuando la fuerza resultante es de 0,3 N



Gráfica 4: Distancia en función del cuadrado del tiempo promedio cuando la fuerza resultante es de 0,3 N



De la gráfica 1, se entiende que, a igual variación de la distancia, le corresponde cada vez menores variaciones del tiempo. Esto indica que el móvil se mueve cada vez con mayor rapidez; en consecuencia, el movimiento es acelerado.

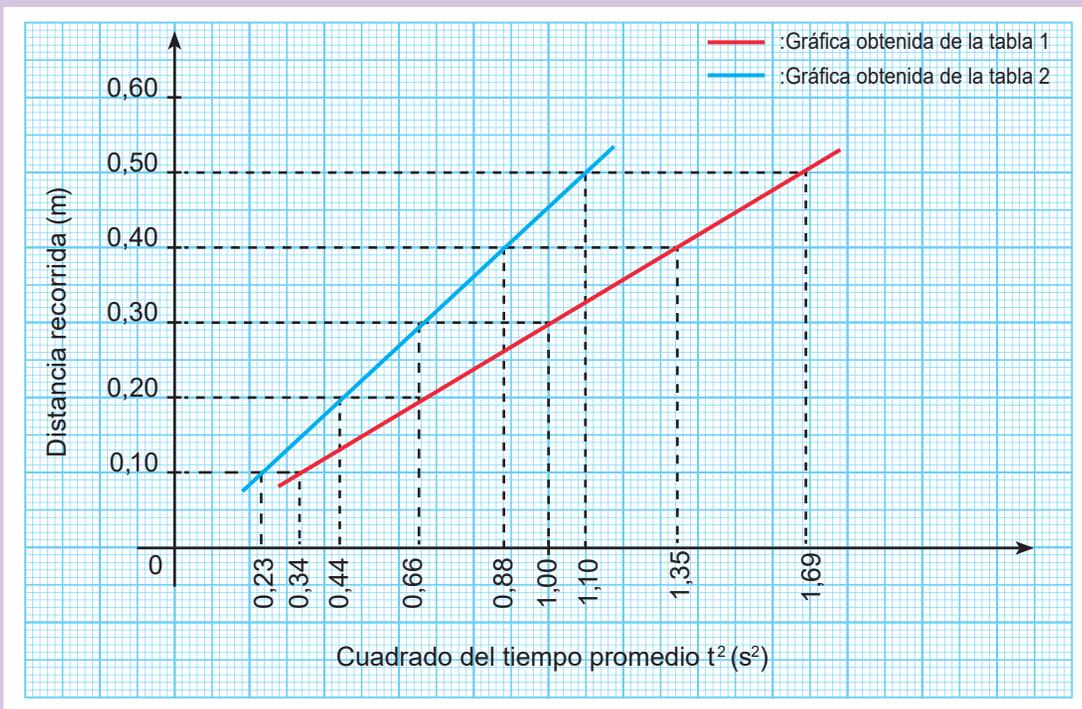
También se debe recordar que en una gráfica de *posición versus tiempo*, la pendiente de la línea nos brinda información sobre la velocidad del móvil. En este caso, se observa que la pendiente no es constante por ser una línea curva cuadrática (semiparábola); por lo tanto, la velocidad varía, lo cual indica

que el móvil acelera. El movimiento estudiado en este caso es un movimiento rectilíneo uniformemente variado (MRUV). Esto se observará también en la gráfica 3.

En la gráfica 2, la pendiente de la recta nos brinda información de la aceleración. Tal como se observa, la pendiente es constante por ser una recta. Esto significa que la aceleración es constante, lo cual caracteriza al movimiento rectilíneo uniformemente variado (MRUV). La pendiente de esta recta es igual a la mitad del valor de la aceleración. Esta misma tendencia se observa en la gráfica 4. Si se compara con la gráfica 4, se determina que el valor de la aceleración es mayor en el caso 2, donde la fuerza que genera el movimiento es mayor.

Solicite que comparen en una sola gráfica las pendientes de las gráficas de las distancias en función del cuadrado del tiempo promedio.

Gráfica 5: Comparación entre las pendientes obtenidas para cada fuerza resultante aplicada de 0,2 N y 0,3 N.



- En la gráfica 5, la pendiente de la recta azul, que corresponde a los datos de la tabla 2, es mayor. Esto quiere decir que la aceleración aumenta si la fuerza resultante aumenta. La aceleración y la fuerza resultante son directamente proporcionales.

### Analizamos datos e información



En equipos



Con docente

- Solicite a sus estudiantes que comparen entre sí los datos obtenidos con relación a las variables y que anoten sus resultados. Puede orientar con las siguientes preguntas:
  - ¿Qué se observa en los resultados de las tablas 1 y 2 con respecto a las distancias y los tiempos transcurridos en recorrerlas?  
Se observa que el tiempo transcurrido para recorrer iguales distancias es menor en el segundo caso, donde la fuerza que genera el movimiento es mayor.
  - Al graficar la distancia en función del tiempo, ¿qué características presenta la gráfica?  
En las gráficas 1 y 3, se obtuvo una línea curva cuadrática (semiparábola). La pendiente de esta línea curva brinda información sobre la velocidad. Como se observa, la pendiente no es constante; por lo tanto, la velocidad varía, lo cual indica que el móvil acelera.

También se observa que, para la variación de distancias iguales, la variación de los tiempos es diferente. Esto indica que el valor de la velocidad varía; por lo tanto, el móvil acelera.

- ¿Qué gráfica puede confirmar que el carro de Hall replica un movimiento rectilíneo uniformemente variado?

En las gráficas 2 y 4 (gráficas de la distancia en función del cuadrado del tiempo promedio), se observa una línea recta. El valor de la aceleración es el doble del valor de la pendiente de esta línea recta; por lo tanto, la aceleración permanece constante en un movimiento rectilíneo uniformemente variado (MRUV).

- ¿Qué origina el movimiento acelerado?

Lo origina la fuerza resultante, que es la diferencia que existe entre el peso del soporte de pesas con las masas y la componente del peso paralela al plano inclinado del carro de Hall.

## Contrastación de los resultados con la hipótesis y la información científica

- Solicite a sus estudiantes que comparen los resultados con su hipótesis. Puede orientar con las siguientes preguntas:

¿Es válida la hipótesis planteada? ¿Por qué?

Sí, porque experimentalmente se demuestra que cuanto mayor es la fuerza resultante, a distancias recorridas iguales, menor es el tiempo transcurrido. Se demuestra así la existencia de la aceleración que se produce en el móvil debido a la fuerza resultante que genera el movimiento de la camioneta.

## Elaboración de conclusiones

- Solicite a sus estudiantes que, basándose en los resultados, elaboren sus conclusiones; por ejemplo:
  - De las tablas 1 y 2, se evidencia que el tiempo transcurrido para recorrer iguales distancias es menor en el segundo caso, donde la fuerza que genera el movimiento es mayor.
  - En las gráficas 1 y 3, se evidencia que la línea que se obtiene entre la distancia frente al tiempo promedio es una semiparábola, la pendiente de la línea curva cuadrática nos brinda información sobre la velocidad del móvil. En este caso, se observa que su pendiente no es constante; esto indica que la velocidad varía; por lo tanto, es un movimiento acelerado.
  - En las gráficas 2 y 4, se evidencia que la línea que se obtiene entre la distancia frente al cuadrado del tiempo promedio es una línea recta, cuya pendiente nos proporciona el valor de la aceleración, equivalente al doble de la pendiente, valor que permanece constante.
  - De la gráfica 5, se comprende que, a mayor fuerza aplicada, mayor será el valor de la aceleración del móvil.

## Evaluamos y comunicamos el proceso y los resultados de la indagación



En equipos



Con docente

- Continúe brindando retroalimentación a sus estudiantes si observa dificultades; apóyese en la rúbrica de evaluación de quinto grado.
- Pídales que retomen sus conclusiones y determinen si responden a la pregunta de indagación:
  - ¿Qué relación existe entre la fuerza resultante que genera el movimiento de la camioneta y la distancia recorrida con el tiempo transcurrido al subir la camioneta por la pendiente?

Las conclusiones sí dan respuesta a la pregunta planteada porque se logró establecer que si la fuerza resultante aplicada a un móvil es mayor, el tiempo transcurrido para distancias iguales es menor al subir por la pendiente del plano inclinado. De esta manera, se demuestra que, a mayor fuerza resultante aplicada al móvil, se genera mayor aceleración.

- Promueva que debatan y sustenten si los procedimientos le han permitido obtener datos válidos y fiables. Solicite que respondan las siguientes preguntas:

- ¿Los procedimientos realizados permitieron obtener resultados válidos y fiables? ¿Por qué calibraron el dinamómetro?
- ¿El objetivo de su indagación ha sido logrado?
- ¿Qué otros aspectos de la aceleración se podría indagar?
- Pídales que, individualmente, elaboren un informe escrito de su indagación, en el cual den a conocer los detalles del proceso y los resultados obtenidos. Indíqueles que deben presentarlo ante sus compañeras y compañeros. También pueden darlo a conocer en el periódico mural o en el blog del aula o de su institución educativa. Responda de manera reflexiva a sus inquietudes.

## Coevaluación



En equipos



Sin docente

- Pídales que, comparando con la rúbrica de quinto grado, evalúen en sus equipos la actuación de sus compañeras y compañeros durante la indagación científica realizada (ver páginas 47 y 48)

## Para profundizar



Fuera del aula



Individualmente

- Sugiera a sus estudiantes consultar en su texto o libros sobre el movimiento rectilíneo uniformemente acelerado. También pueden leer el siguiente artículo: “Aceleración”, en [http://www.educaplus.org/movi/2\\_6aceleracion.html](http://www.educaplus.org/movi/2_6aceleracion.html)
- Luego, pídales que analicen, practiquen y respondan:
  - ¿Qué ocurre con el valor de la velocidad si la aceleración y la velocidad tienen la misma dirección? El valor de la velocidad aumenta; se trata de un movimiento acelerado.
  - ¿Qué ocurre con el valor de la velocidad cuando esta y la aceleración tienen direcciones opuestas? El valor de la velocidad disminuye; se trata de un movimiento desacelerado.

## Transferencia: Tu casa, tu laboratorio

- Solicite a sus estudiantes que resuelvan el siguiente caso, el cual está relacionado con la actividad realizada. Pídales que la analicen y luego respondan las preguntas que se formulan.

Un gato observa inmóvil a un ratón que, en busca de alimento, se asoma sigilosamente desde su escondite. Cuando el desprevenido roedor sale y está a su alcance, el gato se lanza tras él y comienza una persecución por las inmediaciones del lugar en el que se encuentran. El ratón corre realizando varios giros para no ser alcanzado.

Figura 4



Fuente: Industrias Roland Print SAC

- ¿Cuál es la velocidad inicial del gato? ¿Por qué?
- ¿El ratón acelera durante su movimiento? ¿Por qué?

### Bibliografía

Giancoli, D. (2006). *Física*. México D.F., México: Editorial Pearson Educación.



### Sitio electrónico de Internet

E-ducativa. Movimiento rectilíneo uniformemente acelerado. Recuperado de [http://e-ducativa.catedu.es/44700165/aula/archivos/repositorio/1000/1147/html/2\\_movimiento\\_rectilneo\\_uniformemente\\_acelerado\\_mrua.html](http://e-ducativa.catedu.es/44700165/aula/archivos/repositorio/1000/1147/html/2_movimiento_rectilneo_uniformemente_acelerado_mrua.html)

# ¿Cómo funciona una palanca de tercera clase?

## ► Secuencia del aprendizaje



Con docente

- Presente a sus estudiantes los propósitos de aprendizaje (ver página 46) en relación con la indagación de la palanca de tercera clase. Comuníqueles que luego deberán entregar un informe en el que describirán el proceso y el resultado de su indagación. Muéstreles la rúbrica como instrumento de evaluación formativa (ver páginas 47 y 48). Solicíteles que lean el nivel esperado y lo comenten. Responda sus consultas e indíqueles que les brindará retroalimentación oportunamente durante la indagación y para la presentación de su informe.

- Presente la situación:

A Franco le gusta viajar y pescar. Por ello, cada vez que llega a una playa, no pierde la oportunidad de hacer lo que le gusta: coge su caña de pescar y se dirige muy temprano hacia el mar. La corvina, el lenguado y la chita son sus peces preferidos. Estas especies habitan en las aguas de la corriente de Humboldt, especialmente en el litoral peruano de los departamentos de Ica y Arequipa.

Figura 1



Fuente: <https://n9.cl/0nms>

- Pregunte a los estudiantes:

- ¿Dónde se apoya la caña de pescar para poder levantar al pez?  
El punto de apoyo se encuentra en un extremo inferior de la caña de pescar, cerca de las piernas de Franco.
- ¿Dónde se ubica la fuerza que debe aplicar Franco para poder levantar al pez?  
Se ubica en la zona donde Franco coloca las manos en la caña de pescar, que está a una distancia cerca del punto de apoyo.
- ¿Dónde se ubica la fuerza que representa al peso del pez?  
En el extremo de la caña de pescar donde se encuentra el anzuelo.

- Comente a sus estudiantes que el equipo de la caña de pescar es una palanca y que puede ser modelado empleando el sistema de palanca del kit de máquinas simples. Luego, muéstreles el equipo armado.

## Problematizamos situaciones



En equipos

- Plantee las siguientes interrogantes para hacer pensar a sus estudiantes sobre la situación:
  - ¿A qué tipo de palanca representa la caña de pescar? ¿Por qué?  
Representa a una palanca de tercera clase, porque en el centro de la caña de pescar se encuentra la fuerza que aplica Franco para sacar al pez, y en los extremos está el punto de apoyo y el peso del pez.

- Identifica las partes de la palanca en la caña de pescar.

El punto de apoyo sería el fulcro; la fuerza que aplica Franco para levantar al pez es la fuerza de potencia, y el peso del pez es la fuerza de resistencia. Como se observa, la fuerza de potencia se encuentra entre el fulcro y la fuerza de resistencia.

- Indíqueles que, para estudiar el caso presentado, se analizará el sistema en equilibrio, empleando la teoría de la segunda condición de equilibrio. La expresión matemática de la segunda condición de equilibrio es:

$$\sum \tau = 0$$

$$BP \cdot P = BR \cdot R$$

Donde:

$\tau$ : torque de la fuerza. Se mide en newtons metro (N m).

P: fuerza de potencia. Es la fuerza que ejerce Franco para levantar al pez. Se mide en newtons (N).

BP: brazo de potencia. Es la distancia desde el fulcro hasta donde Franco aplica su fuerza. Se mide en metros (m).

R: fuerza de resistencia. Es el peso del pez. Se mide en newtons (N).

BR: brazo de resistencia. Es la distancia desde el fulcro hasta donde se levanta al pez. Se mide en metros (m).

- Realice la siguiente observación: De la expresión matemática, se deduce que el valor de la fuerza de potencia es inversamente proporcional al valor del brazo de potencia.
- Indíqueles que el peso se relaciona con la masa de un cuerpo mediante la siguiente expresión matemática:

$$P = m \cdot g$$

Donde:

P: peso del cuerpo. Se mide en newtons (N).

m: masa del cuerpo. Se mide en kilogramos (kg).

g: aceleración de la gravedad. Tiene un valor de 9,81 m/s<sup>2</sup>.

- Acompañe a los equipos y formule las siguientes preguntas para que tengan claro qué y para qué van a medir.
  - ¿Qué magnitudes intervienen en la situación presentada?  
La fuerza que ejerce Franco para elevar al pez, que es la fuerza de potencia; el peso del pez, que es la fuerza de resistencia; la distancia desde el fulcro hasta donde Franco aplica su fuerza, que es el brazo de potencia, y la distancia desde el fulcro hasta donde se eleva al pez, que es el brazo de resistencia.
  - ¿Qué magnitud se puede manipular?  
La distancia desde el fulcro hasta donde Franco aplica su fuerza, que es el brazo de potencia.
  - ¿Qué se ve afectado por la magnitud manipulada?  
La fuerza que ejerce Franco para elevar al pez, que es la fuerza de potencia.

### Pregunta de indagación



### En equipos

- Solicite a cada equipo que planteen preguntas de indagación sobre la situación presentada, en la que se analizará la fuerza que debe aplicar Franco para poder sacar al pez del agua. Pídales que dialoguen y seleccionen solo una de sus preguntas, la que considere alguna de las magnitudes vistas. La pregunta debe ser susceptible de ser indagada científicamente; es decir, que pueda ser respondida mediante la observación y la experimentación. Por ejemplo:

¿Qué relación existe entre la distancia del punto donde Franco aplica su fuerza en su caña de pescar y la fuerza que utiliza para sacar al pez del agua?

- Solicite a sus estudiantes que identifiquen las variables a partir de su pregunta de indagación:
  - ¿Cuál es la variable independiente?  
La distancia desde el fulcro hasta donde Franco aplica su fuerza, que es el brazo de potencia.
  - ¿Cuál es la variable dependiente?  
La fuerza aplicada por Franco para sacar al pez del agua, que es la fuerza de potencia.
  - ¿Cuál es la variable interviniente?  
El peso del pez.

## Hipótesis

- Guíe a cada equipo para que formulen su hipótesis, la cual debe mostrar las variables independiente y dependiente en relación de causa-efecto; por ejemplo: “Si (antecedente)..., entonces (consecuente)”. Pídales que la escriban en la correspondiente sección de sus fichas. Por ejemplo:

Si aumenta la distancia desde el punto donde Franco aplica su fuerza en su caña de pescar, entonces la fuerza que utiliza para sacar al pez del agua disminuye.

- Solicite a sus estudiantes que presenten su hipótesis y que mencionen las variables independiente y dependiente.
- Asegúrese de que en el planteamiento de su hipótesis todos los equipos establezcan la relación causa-efecto entre las variables.

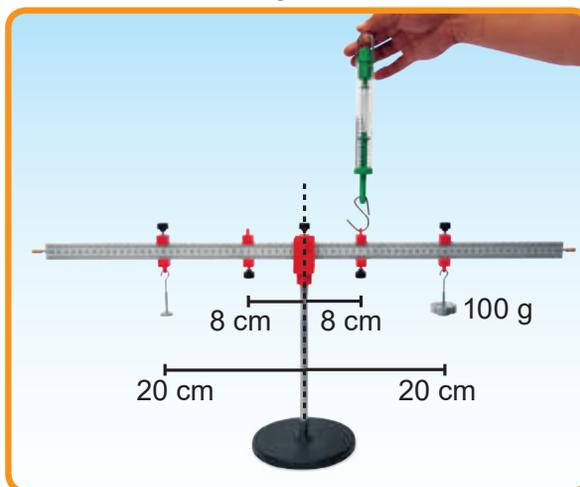
## Objetivos

- Pregunte a sus estudiantes sobre el objetivo de su indagación: ¿Qué se proponen con su indagación? Ejemplo: Establecer la relación entre la fuerza de potencia y la fuerza de resistencia usando una palanca.

## Diseñamos estrategias para hacer indagación

- Oriente con preguntas a sus estudiantes para que propongan el procedimiento de su indagación (cómo y con qué realizarán la manipulación, la medición y el control de las variables), con el fin de obtener datos que permitan corroborar o refutar su hipótesis.
- Muestre a sus estudiantes el sistema de palanca del kit de máquinas simples. Señale la función de sus componentes y otros materiales que utilizarán para simular la situación planteada al inicio.
  - ¿Qué materiales, herramientas e instrumentos utilizarán?  
Componentes del kit: sistema de palancas.  
Otros materiales: dinamómetro de 5 N y juego de pesas.
- Muestre a sus estudiantes el modelo que representará la situación presentada. Pídales que observen la figura 2.

Figura 2



Fuente: Industrias Roland Print SAC

- ¿Cómo mantendrán controlada la variable interviniente?

Manteniendo constante el peso del pez.

- Les sugerimos que, para que pongan a prueba su hipótesis, realicen el siguiente procedimiento:

**Actividad 1.** Cuando el brazo de potencia aumenta (distancia desde el punto de aplicación de la fuerza de Franco en su caña de pescar):

1. Calibren el sistema de palanca usando los tornillos calibradores. El fulcro debe ubicarse en el punto cero de la regla.
2. Ubiquen dos sujetadores al lado derecho del fulcro de la palanca. Uno de ellos a 8 cm del fulcro con el ojal hacia arriba, y el otro a 20 cm del fulcro con el ojal hacia abajo. Hagan lo mismo para el lado izquierdo del fulcro de la palanca.
3. Cuelguen un soporte de pesas en los sujetadores corredizos que se ubican a 20 cm, en ambos lados. Coloquen una pesa de 100 g en el soporte que se encuentra a la derecha. Calculen el valor de este peso utilizando la siguiente expresión matemática:

$$P = m \cdot g$$

En este caso, la aceleración de la gravedad tendrá el valor de  $g = 10 \text{ m/s}^2$ ; el valor resultante es de 1,0 N . Esta es la fuerza de resistencia.

4. Calibren el dinamómetro y engánchenlo en el sujetador ubicado a 8 cm a la derecha del fulcro (ver figura 2). Este sujetador será el que se moverá a diferentes posiciones.
5. Primera medición: Levanten el brazo de la palanca empleando el dinamómetro hasta que quede en forma horizontal. Cuando consigan el equilibrio horizontal, registren el valor que marca el dinamómetro en la tabla prevista; esta es la fuerza de potencia.
6. Segunda medición: Ubiquen el sujetador con el ojal hacia arriba a 10 cm y levanten el brazo de la palanca empleando el dinamómetro hasta que quede en forma horizontal. Cuando consigan el equilibrio horizontal, registren el valor que marca el dinamómetro en la tabla prevista.
7. Repitan el procedimiento número 6 para 12 cm, 14 cm y 16 cm .

**Actividad 2.** Cuando cambia el valor de la fuerza de resistencia (cuando varía el peso del pez):

1. Calibren el sistema de palanca usando los tornillos calibradores.
2. Ubiquen dos sujetadores al lado derecho del fulcro de la palanca. Uno de ellos a 10 cm del fulcro con el ojal hacia arriba, y el otro a 20 cm del fulcro con el ojal hacia abajo. Hagan lo mismo en el lado izquierdo del fulcro de la palanca.

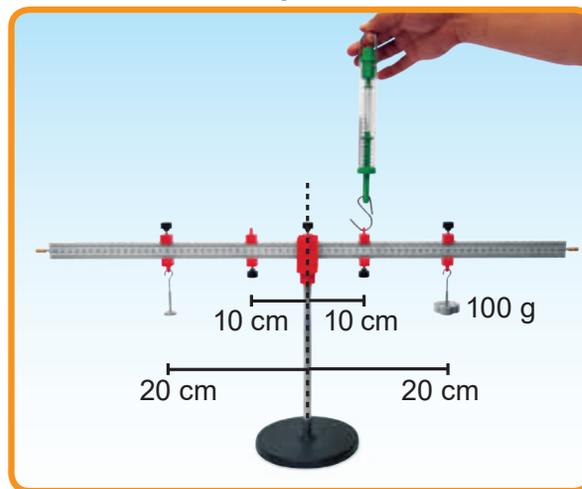
- Cuelguen un soporte de pesas en los sujetadores corredizos que se ubican a 20 cm, en ambos lados. Coloquen una pesa de 100 g en el soporte que se encuentra a la derecha. El peso del soporte de pesas con la pesa es la fuerza de resistencia. Calculen el valor de los pesos utilizando la siguiente expresión matemática:

$$P = m \cdot g$$

En este caso, la aceleración de la gravedad tendrá el valor de  $g = 10 \text{ m/s}^2$ .

- Calibren el dinamómetro y engánchenlo en el sujetador ubicado a 10 cm a la derecha del fulcro (ver la figura 3). Este sujetador no se moverá de esa posición.
- Primera medición: Levanten el brazo de la palanca empleando el dinamómetro hasta que quede en forma horizontal. Cuando consigan el equilibrio horizontal, registren el valor que marca el dinamómetro. La fuerza que registra el dinamómetro es la fuerza de potencia.
- Segunda medición: Incrementen la fuerza de resistencia aumentando una pesa de 20 g a la pesa de 100 g, para obtener así un total de 120 g. Levanten el brazo de la palanca empleando el dinamómetro hasta que quede en forma horizontal. Cuando consigan el equilibrio horizontal, registren el nuevo valor de la fuerza de potencia que marca el dinamómetro.
- Repitan el procedimiento anterior y adicione pesas hasta obtener una masa total de 140 g, 160 g y 180 g.

Figura 3



Fuente: Industrias Roland Print SAC

- ¿En qué tipo de tabla registrarán y organizarán los datos que obtengan?  
Por ejemplo, en la primera tabla prevista en su diseño o en la propuesta de la sección *Organización de los datos*; en ella se registrarán y organizarán los datos de la primera, segunda, tercera, cuarta y quinta medición.
- ¿Se requieren medidas de seguridad personal y del lugar de trabajo? ¿Cuáles? Por ejemplo:



### PRECAUCIÓN

Para evitar la caída de sus componentes, sujeten ligeramente el lado opuesto de la regla cuando pongan o retiren las pesas en el sistema de palancas.

## Generamos y registramos datos e información

### Obtención de datos



### En equipos

- Incentive a sus estudiantes a poner en marcha su diseño de estrategias para la obtención de datos manipulando la variable independiente y también para la obtención de datos de la variable dependiente.

- Indique a sus estudiantes que tengan cuidado al calibrar el sistema de palancas y que se aseguren de que la regla graduada se encuentre en forma horizontal durante toda la actividad.
- Indíqueles que el dinamómetro debe encontrarse en forma vertical. Recuérdeles, también, que deben leer las mediciones en forma paralela a sus ojos; así evitarán errores al validar la hipótesis.

### Organización de los datos



Sin docente



En equipos

- Solicite a sus estudiantes que en su tabla prevista en su diseño o en la propuesta en su ficha, registren los datos obtenidos de las fuerzas de potencia y resistencia, así como de los brazos de potencia y resistencia.
- Recuérdeles que deben asignarle un título a la tabla.
- Indíqueles que tengan en cuenta lo siguiente:
  - El brazo de potencia es numéricamente igual a la posición de la potencia.
  - El brazo de resistencia es numéricamente igual a la posición de la resistencia.

De la tabla 1: Cuando el brazo de potencia aumenta.

Tabla 1: Medida del brazo de potencia y de la fuerza de potencia

Mediciones	Brazo de potencia (cm)	Brazo de resistencia (cm)	Fuerza de potencia P (N)	Fuerza de resistencia R (N)
1	8	20	2,50	1,00
2	10	20	2,00	1,00
3	12	20	1,65	1,00
4	14	20	1,40	1,00
5	16	20	1,25	1,00

- Oriente a sus estudiantes para dar lectura a los datos de la tabla 1: Se observa que la fuerza de potencia disminuye a medida que el brazo de potencia aumenta; esto demuestra que la fuerza de potencia es inversamente proporcional al brazo de potencia. También se nota que el valor de la fuerza de potencia es, en todos los casos, mayor que el valor de la fuerza de resistencia.

De la tabla 2: Cuando cambia el valor de la fuerza de resistencia.

Tabla 2: Medidas de las fuerzas de potencia y de resistencia

Mediciones	Brazo de potencia (cm)	Brazo de resistencia (cm)	Fuerza de potencia P (N)	Fuerza de resistencia R (N)
1	10	20	2,00	1,00
2	10	20	2,40	1,20
3	10	20	2,80	1,40
4	10	20	3,20	1,60
5	10	20	3,60	1,80

- Oriente a sus estudiantes para que den lectura a los datos de la tabla 2: Se observa que si la fuerza de resistencia aumenta, la fuerza de potencia también aumenta. Asimismo, se nota que en todos los casos, la fuerza de potencia siempre es mayor. Se concluye que en una palanca de tercera clase, la fuerza de potencia siempre es mayor que la fuerza de resistencia.

- Con los datos obtenidos en la tabla 2, completen la siguiente tabla:

Tabla 3: Relación entre la fuerza de potencia y la fuerza de resistencia

Mediciones	P (N)	R (N)	P/R
1	2,00	1,00	2,00
2	2,40	1,20	2,00
3	2,80	1,40	2,00
4	3,20	1,60	2,00
5	3,60	1,80	2,00

## Analizamos datos e información



En equipos



Con docente

- Oriente a sus estudiantes para que formulen principios científicos que se desprendan de los datos obtenidos y de la información científica utilizada sobre la palanca de tercera clase.

Análisis de la actividad 1:

- ¿Qué sucede con el valor de la fuerza de potencia y el valor del brazo de potencia?  
En la tabla 1, se observa que el valor de la fuerza de potencia disminuye cuando el brazo de potencia aumenta; por lo tanto, son inversamente proporcionales.
- ¿En qué caso la fuerza de resistencia es mayor que la fuerza de potencia?  
En la tabla 1, se observa que en ningún caso el valor de la fuerza de resistencia es mayor que la fuerza de potencia.

Análisis de la actividad 2:

- Observen la tabla 2, ¿qué fuerza es mayor cuando las distancias de los brazos se mantienen constantes?  
El valor de la fuerza de potencia es mayor que el valor de la fuerza de resistencia para todos los casos.
- De la tabla 3, ¿la relación entre la fuerza de potencia y la fuerza de resistencia es constante? ¿A qué número se aproxima?  
La relación P/R sí es constante y es igual a 2.
- Con los datos de la tabla 2, calcula la razón entre el brazo de resistencia y el brazo de potencia: (BR/BP). ¿Qué valor se obtiene?  
El valor de la razón es 2 en todos los casos.
- De las tablas 2 y 3, se deduce la siguiente relación:  $BP \cdot P = BR \cdot R$ . ¿Qué demuestra esta relación?  
Demuestra que la palanca se encuentra en equilibrio de rotación.
- ¿Qué características presenta una palanca de tercera clase?  
La fuerza de potencia se encuentra entre el fulcro y la fuerza de resistencia.  
La fuerza de potencia siempre es mayor que la fuerza de resistencia.  
El brazo de potencia siempre es menor que el brazo de resistencia.

## Contrastación de los resultados con la hipótesis y la información científica

- Pida a sus estudiantes que en sus fichas respondan las preguntas.
- Solicíteles que revisen y analicen la palanca de tercera clase y la segunda condición de equilibrio.
  - ¿Los resultados validan la hipótesis? ¿Por qué?  
Sí, porque la fuerza aplicada por Franco para sacar cualquier pez disminuye si aumenta la distancia del punto de aplicación de su fuerza en su caña de pescar.

## Elaboración de conclusiones

- Recuérdeles que la palanca utilizada es de tercera clase. Luego, solicite a sus estudiantes que, basándose en los resultados, elaboren sus conclusiones. Por ejemplo:
  - En la tabla 1, se observa que la fuerza de potencia disminuye a medida que el brazo de potencia aumenta; esto demuestra que la fuerza de potencia es inversamente proporcional al brazo de potencia. También se observa que el valor de la fuerza de potencia es mayor, en todos los casos, que el valor de la fuerza de resistencia.
  - En la tabla 2, se observa que si la fuerza de resistencia aumenta, la fuerza de potencia también aumenta; pero se nota, igualmente, que en todos los casos la fuerza de potencia siempre es mayor. Se concluye que en una palanca de tercera clase, la fuerza de potencia siempre es mayor que la fuerza de resistencia.
  - De lo observado en las tablas 2 y 3, se determina que la fuerza de potencia siempre es mayor que la fuerza de resistencia para cualquier caso, como variar los brazos de potencia y/o de resistencia, pero siempre considerando la fuerza de potencia entre el fulcro y la fuerza de resistencia, característica de una palanca de tercera clase.
  - En la tabla 3, se observa que la relación P/R es constante y que es igual a 2, y de la tabla 2 se calcula que la relación BR/BP también es igual a 2. Con estos resultados se llega a la siguiente relación:

$$BP \cdot P = BR \cdot R$$

Esta relación demuestra el equilibrio del sistema.

## Evaluamos y comunicamos el proceso y los resultados de la indagación



En equipos



Con docente

- Continúe brindando retroalimentación a sus estudiantes si observa dificultades; apóyese en la rúbrica de evaluación de quinto grado.
- Pídales que retomen sus conclusiones y que determinen si responden a la pregunta de indagación:
  - ¿Qué relación existe entre la distancia del punto donde Franco aplica su fuerza en su caña de pescar y la fuerza que utiliza para sacar al pez del agua?  
Las conclusiones sí dan respuesta a la pregunta planteada porque se logró establecer que si aumenta la distancia donde Franco aplica la fuerza para sacar al pez del agua, el valor de su fuerza disminuye. La relación es que el brazo de potencia es inversamente proporcional a la fuerza de potencia.

- La siguiente relación demuestra que el sistema se encuentra en equilibrio:

$$BP \cdot P = BR \cdot R$$

Siendo BP el brazo de potencia; BR el brazo de resistencia; P la fuerza de potencia y R la fuerza de resistencia.

- Cuando el punto de aplicación de la fuerza de potencia se encuentra entre el fulcro y el punto de aplicación de la fuerza de resistencia, la fuerza de potencia siempre es mayor. La relación que se obtiene para una palanca de tercera clase es:

$$P > R$$

- Promueva que debatan y sustenten si los procedimientos les han permitido obtener datos válidos y fiables. Pídales también que respondan las siguientes preguntas:
  - ¿Los procedimientos realizados permitieron obtener resultados válidos y fiables? ¿Por qué calibraron el sistema de palancas y el dinamómetro?
  - ¿El objetivo de su indagación ha sido logrado?
  - ¿Qué otros aspectos de las fuerzas en las palancas de tercera clase se podría indagar?
- Pida que, individualmente, elaboren un informe escrito de su indagación, en el cual den a conocer los detalles del proceso y los resultados obtenidos. Indíqueles que deben presentarlo ante sus compañeras y compañeros. También pueden darlo a conocer en el periódico mural o en el blog del aula o de su institución educativa. Responda de manera reflexiva a sus inquietudes.

### Coevaluación



En equipos



Sin docente

- Pídales que, comparando con la rúbrica de quinto grado, evalúen en sus equipos la actuación de sus compañeras y compañeros durante la indagación científica realizada (ver páginas 47 y 48).

### Para profundizar



Fuera del aula



Individualmente

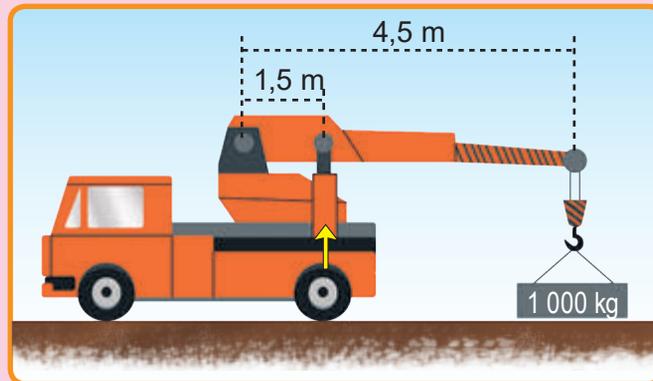
- Sugiera a sus estudiantes consultar su texto o los libros para reforzar sus aprendizajes. También pueden leer el siguiente artículo: "Palancas", en <http://www.educaciontecnologica.cl/palancas.htm>
- Luego pídale que analicen y respondan:
  - En una palanca de tercera clase, ¿qué fuerza es mayor?  
La fuerza de potencia siempre es mayor que la fuerza de resistencia.
  - Solicite también que mencionen ejemplos de palancas de tercera clase e identifiquen la posición de la fuerza de potencia, de la fuerza de resistencia y del fulcro.  
Un ejemplo es el martillo al clavar un clavo en una madera: la fuerza de potencia es la que se aplica al golpear; la fuerza de resistencia es la oposición que pone la madera al clavo; y el fulcro es la muñeca de la mano.  
Otros ejemplos son las pinzas y la caña de pescar.

### Transferencia: Tu casa, tu laboratorio

- Pídales que resuelvan el siguiente problema, el cual está relacionado con la actividad tratada.

- La figura 4 muestra una grúa mecánica. ¿Qué fuerza necesitará aplicar el cilindro hidráulico de la grúa para levantar un cuerpo de 1000 kg? ¿Qué tipo de palanca es? ( $g = 10 \text{ m/s}^2$ ).

Figura 4



Fuente: Industrias Roland Print SAC

Datos y diagrama de cuerpo libre del sistema	Expresión válida en el análisis
	<p>En la figura se observa que es una palanca de tercera clase, puesto que la potencia "P" está entre el punto de apoyo y la resistencia.</p> <p>Luego, calculamos la potencia "P" mediante la fórmula:</p> $BP \cdot P = BR \cdot R$
Operación	
<p>Reemplazando los valores de las variables expresadas en la gráfica, se obtiene:</p> $1,5 \text{ m} \cdot P = 4,5 \text{ m} \cdot 10\,000 \text{ N}$ <p>Por lo tanto: <math>P = 30\,000 \text{ N}</math></p> <p>Respuesta: La fuerza que realiza el cilindro hidráulico es de 30 000 N</p>	

- Invite a sus estudiantes a leer el siguiente caso, el cual está relacionado con la actividad tratada.
- Solicíteles que observen el uso de un cortaúñas. Pídales que identifiquen a qué tipo de palanca corresponde. Indíqueles que dibujen y señalen dónde se ubican el fulcro, los brazos de potencia y de resistencia, así como las fuerzas de potencia y de resistencia.

Figura 5



### Bibliografía

Milachay, Y. y Arenas, E. (2010). *Ciencia, tecnología y ambiente 5: Física* (1.ª ed.). Lima, Perú: Editorial Pearson Educación.



### Sitio electrónico de Internet

Junta de Andalucía. Máquinas y mecanismos. (s.f.). Recuperado de [http://agrega.juntadeandalucia.es//repositorio/12032012/8a/es-an\\_2012031213\\_9132925/NDIAND-20071010-0021/index.html](http://agrega.juntadeandalucia.es//repositorio/12032012/8a/es-an_2012031213_9132925/NDIAND-20071010-0021/index.html)

## ¿Cómo podemos elevar exponencialmente nuestra fuerza?

### ► Secuencia del aprendizaje



Con docente

- Presente los propósitos de aprendizaje (ver página 46) en relación con la indagación de polipastos potencial y factorial. Infórmeles que luego deberán entregar un informe en el que describirán el proceso y el resultado de su indagación. Muéstreles la rúbrica como instrumento de evaluación formativa (ver páginas 47 y 48). Solicíteles que lean el nivel esperado y lo comenten. Responda sus consultas e indíqueles que les brindará retroalimentación oportunamente durante la indagación y para la presentación de su informe.

- Presente la situación:

En las grandes construcciones que se realizan en algunos lugares, se utilizan grúas para elevar materiales y cuerpos muy pesados. Las grúas han permitido que las edificaciones sean cada vez más altas y que las construcciones de obras civiles se realicen en menos tiempo.

Figura 1



Fuente: <https://bit.ly/37SSb6q>

Figura 2



Fuente: Industrias Roland Print SAC

- Pregunte a sus estudiantes sobre el caso presentado:
  - ¿Qué mecanismos se pueden observar en las grúas?  
Se observan poleas, largos brazos de metal, cuerdas que unen a las poleas con los brazos, cuerdas que unen a las poleas con el cuerpo que van a trasladar y cuerdas que unen a las poleas con el motor de la grúa.
  - ¿Qué parte de la grúa genera la fuerza para elevar los cuerpos?  
El motor de la grúa.

- Comente a sus estudiantes que la grúa puede ser modelada empleando el sistema de poleas del kit de máquinas simples. Luego, muéstreles el equipo armado.

### Problematizamos situaciones



En equipos

- Plantee las siguientes interrogantes para hacer reflexionar a sus estudiantes sobre la situación:
  - ¿Las grúas levantan los cuerpos aplicando una fuerza igual al peso del cuerpo que se levantará?  
No, porque usan un sistema de poleas que hacen que la fuerza aplicada sea menor que el peso del cuerpo que se trasladará.

- Entonces, dependiendo del sistema de poleas, ¿es posible reducir aún más el valor de la fuerza utilizada para elevar una carga?

Sí, los polipastos son sistemas conformados por poleas fijas y móviles que reducen la fuerza de aplicación para elevar cargas muy pesadas.

- Indíqueles que, dependiendo del arreglo de poleas, se puede elevar cuerpos aplicando fuerzas mucho menores que el peso del cuerpo. Mencione que la fuerza aplicada para elevar el cuerpo se llama *fuerza de potencia* y que el peso del cuerpo se denomina *fuerza de resistencia*. Estos arreglos de poleas se llaman *polipastos*, y son los siguientes:

Figura A



- Polipastos factoriales (figura A):  
La relación entre la fuerza de potencia, la fuerza de resistencia y el número de poleas está dada por la siguiente expresión matemática:

$$P = \frac{R}{2n}$$

Fuente: Industrias Roland Print SAC

Donde:

P: es la fuerza que se necesita para elevar el cuerpo; esta es la fuerza de potencia.

R: es el peso del cuerpo que se elevará; esta es la fuerza de resistencia.

n: es el número de poleas móviles en el arreglo.

Figura B



- Polipastos potenciales (figura B):  
La relación entre la fuerza de potencia, la fuerza de resistencia y el número de poleas, está dada por la siguiente expresión matemática:

$$P = \frac{R}{2^n}$$

Fuente: Industrias Roland Print SAC

- Acompañe a los equipos y formule las siguientes preguntas para que tengan claro qué y para qué van a medir.
  - ¿Qué magnitudes están presentes en la situación presentada?  
La fuerza aplicada por el motor de la grúa para elevar el cuerpo, que es la fuerza de potencia; el valor del peso del cuerpo que se elevará, que es la fuerza de resistencia, y el número de poleas móviles.
  - ¿Qué magnitudes se pueden manipular?  
El número de poleas móviles y el peso del cuerpo, que es la fuerza de resistencia.
  - ¿Qué se ve afectado por la magnitud manipulada?  
La fuerza aplicada para elevar el cuerpo, que es la fuerza de potencia.

### Pregunta de indagación



### En equipos

- Solicite que cada equipo plantee preguntas de indagación sobre la situación presentada, relacionada con la fuerza aplicada por el motor de la grúa para elevar cuerpos. Pida que dialoguen y seleccionen solo una de ellas, la que considere algunas de las magnitudes vistas. La pregunta debe ser susceptible de ser indagada científicamente, es decir, que pueda ser respondida mediante la observación y la experimentación. Por ejemplo:

¿Qué relación existe entre el número de poleas y la fuerza aplicada por el motor de la grúa para elevar el cuerpo empleando un polipasto factorial y otro potencial?

- Solicite a sus estudiantes que identifiquen las variables a partir de su pregunta de indagación:
  - ¿Cuáles son las variables independientes?  
Las variables independientes son el peso del cuerpo que se elevará, que es la fuerza de resistencia, y el número de poleas móviles.

- ¿Cuál es la variable dependiente?  
La variable dependiente es la fuerza aplicada para elevar el cuerpo, que es la fuerza de potencia.
- ¿Cuál es la variable interviniente?  
La masa de las poleas móviles.

## Hipótesis

- Guíe a cada equipo para que formulen su hipótesis, la cual debe mostrar las variables independiente y dependiente en relación de causa-efecto; por ejemplo: “Si (antecedente)..., entonces (consecuente)”. Pídales que la escriban en la correspondiente sección de sus fichas. Por ejemplo:

Si el número de poleas móviles aumenta en un polipasto factorial y en otro potencial, entonces disminuye la fuerza aplicada por el motor de la grúa.

- Solicite a sus estudiantes que presenten su hipótesis y que mencionen las variables independiente y dependiente.
- Asegúrese de que en el planteamiento de su hipótesis todos los equipos establezcan la relación causa-efecto entre las variables.

## Objetivos

- Pregunte a sus estudiantes sobre el objetivo de su indagación: ¿Qué se proponen con su indagación? Ejemplo: Establecer la relación entre la fuerza de potencia y la fuerza de resistencia empleando un polipasto factorial y otro potencial.

## Diseñamos estrategias para hacer indagación



### En equipos

- Oriente con preguntas a sus estudiantes para que propongan el procedimiento de su indagación (cómo y con qué realizarán la manipulación, la medición y el control de las variables), con el fin de obtener datos que permitan corroborar o refutar su hipótesis.
- Muestre a sus estudiantes el sistema de poleas del kit de máquinas simples. Señale la función de sus componentes y otros materiales que utilizarán para simular la situación planteada al inicio.
  - ¿Qué materiales, herramientas e instrumentos utilizarán?  
Componentes del kit: sistema de poleas.  
Otros materiales: dinamómetro de 5 N y juego de pesas.
- Pida que observen todas las figuras de los diversos sistemas que se armarán. Oriente para que sus estudiantes identifiquen cuál es la fuerza de resistencia y cuál es la fuerza de potencia. Indíqueles que la fuerza de potencia será medida con el dinamómetro, tal como se observa en todas las figuras.
  - ¿Cómo mantendrán controlada la variable interviniente?  
Manteniendo constante la masa de las poleas móviles.
- Indíqueles que para probar su hipótesis se tendrá que establecer la relación entre la fuerza aplicada para elevar el cuerpo, que es la fuerza de potencia, y el peso del cuerpo, que es la fuerza de resistencia, utilizando un determinado número de poleas móviles.
  - Para el polipasto factorial se utilizará la siguiente expresión matemática:  $P = \frac{R}{2n}$
  - Para el polipasto potencial se utilizará la siguiente expresión matemática:  $P = \frac{R}{2^n}$

- A fin de que sus estudiantes puedan realizar el siguiente procedimiento, explíqueles sobre las técnicas que permiten controlar las variables.

### Estudio del polipasto factorial:

- Armen el sistema de poleas, manteniendo la base en posición horizontal, firme y segura sobre la mesa.

#### Con una polea móvil

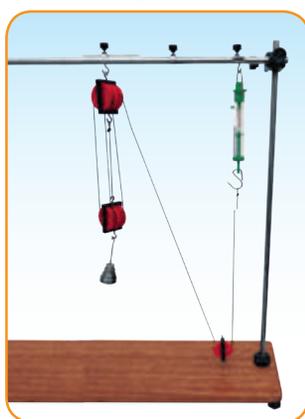
1. Registren el peso de la polea simple con gancho usando el dinamómetro.
2. Cuelguen una polea simple de doble gancho en un sujetador con gancho, el cual se encuentra en la varilla horizontal del sistema de poleas.
3. Amarren uno de los extremos del cordón al gancho libre de la polea fija.
4. Pasen el otro extremo por la polea simple con gancho, y que el mismo extremo pase por la polea fija, tal como muestra la figura 3.
5. Cuelguen el soporte de pesas en el gancho de la polea móvil. Luego, coloquen 180 g de pesas.
6. Pasen el cordón por la polea sujeta en la armella y amarren el extremo libre al dinamómetro. Hagan la lectura y registrenla en una primera tabla prevista.

Figura 3



Fuente: Industrias Roland Print SAC

Figura 4



Fuente: Industrias Roland Print SAC

#### Con dos poleas móviles

1. Registren el peso de las poleas en paralelo con gancho usando el dinamómetro.
2. Cuelguen una polea en paralelo en un sujetador con gancho.
3. Amarren uno de los extremos del cordón al gancho libre de la polea en paralelo.
4. Pasen el otro extremo por dos de las poleas móviles y fijas. Luego, coloquen en el gancho libre de la polea móvil en paralelo, el soporte de pesas y 180 g de pesas, tal como muestra la figura 4.
5. Pasen el cordón por la polea sujeta en la armella y amarren el extremo libre al dinamómetro. Hagan la lectura y registrenla en la primera tabla prevista.

#### Con tres poleas móviles y tres poleas fijas

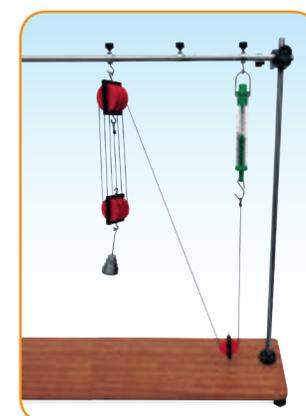
Repitan los pasos anteriores, pero con tres poleas fijas y tres poleas móviles. Luego, registren la lectura del dinamómetro en la primera tabla prevista. Guíense de la figura 5.

### Estudio del polipasto potencial:

#### Con una polea móvil

1. Registren el peso de la polea simple con gancho usando el dinamómetro.
2. Cuelguen una polea simple de doble gancho en un sujetador con gancho.
3. Amarren uno de los extremos del cordón a un sujetador con gancho de la izquierda.
4. Pasen el otro extremo del cordón por la polea simple con gancho (polea móvil).
5. Pasen este mismo extremo del cordón por la polea fija, tal como muestra la figura 6.
6. Cuelguen el soporte de pesas en el gancho de la polea móvil; luego coloquen, 180 g de pesas.
7. Pasen el cordón por las poleas, amarren el extremo libre al dinamómetro; luego, hagan la lectura y registren en una segunda tabla prevista.

Figura 5

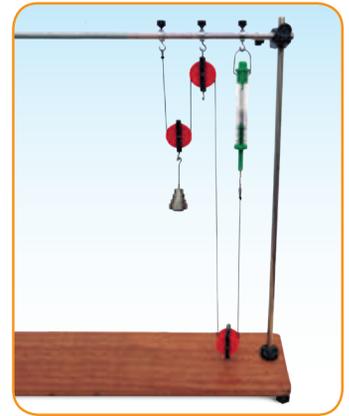


Fuente: Industrias Roland Print SAC

### Con dos poleas móviles

1. Registren el peso de las poleas simples con gancho usando el dinamómetro.
2. Cuelguen una polea simple de doble gancho en un sujetador con gancho.
3. Amarren uno de los extremos del cordón al sujetador con gancho.
4. Pasen el otro extremo por una de las poleas móviles y por la polea fija. Amarren el extremo de otro cordón al gancho de la polea móvil. Pasen este mismo extremo por otra polea móvil y sujételo a un segundo sujetador con gancho. Guíense de la figura 7.
5. Cuelguen el soporte de pesas en el gancho de la segunda polea móvil y pongan 180 g de pesas.
6. Registren la lectura del dinamómetro en la segunda tabla prevista.

Figura 6

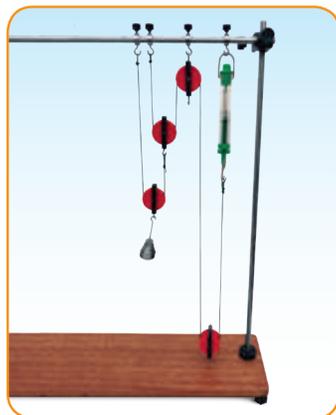


Fuente: Industrias Roland Print SAC

### Con tres poleas móviles

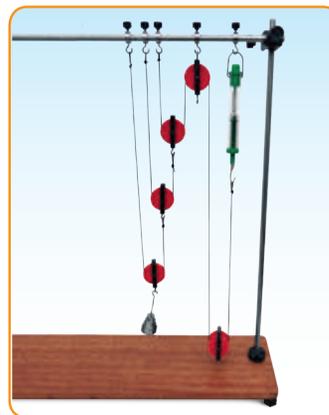
Repitan los pasos anteriores, pero con tres poleas móviles; luego, anoten la lectura del dinamómetro. Guíense de la figura 8.

Figura 7



Fuente: Industrias Roland Print SAC

Figura 8



Fuente: Industrias Roland Print SAC

- ¿En qué tipo de tabla registrarán y organizarán los datos que obtengan? Por ejemplo, en la primera tabla prevista en su diseño o la propuesta de la sección *Organización de los datos*; en ella se registrarán y organizarán los datos de la primera, segunda y tercera medición.
- ¿Se requieren medidas de seguridad personal y del lugar de trabajo? ¿Cuáles? Por ejemplo:



#### PRECAUCIÓN

Antes de usar el dinamómetro deben calibrarlo y manipular con cuidado las piezas metálicas al armar el sistema de poleas.

## Generamos y registramos datos e información

### Obtención de datos



### En equipos

- Incentive a sus estudiantes a poner en marcha su diseño de estrategias para la obtención de datos manipulando la variable independiente y también para la obtención de datos de la variable dependiente.
- Solicite a sus estudiantes que tengan cuidado al armar el polipasto.

- Indíqueles que el dinamómetro debe encontrarse en forma vertical. Recuérdeles, también, que deben leer las mediciones en forma paralela a sus ojos; así evitarán errores al validar la hipótesis.

## Organización de los datos



Sin docente



En equipos

- Solicite a sus estudiantes que en la tabla prevista en su diseño o en la propuesta en su ficha, registren los datos obtenidos de la fuerza de potencia y la fuerza de resistencia.
- Recuérdeles que deben asignarle un título a la tabla.
  - Por ejemplo, en la tabla prevista 1, sobre el estudio del polipasto factorial con una, dos y tres poleas móviles:

Tabla 1: Medida de la fuerza de potencia y la fuerza de resistencia usando el polipasto factorial

Cantidad de poleas móviles	Potencia = lectura del dinamómetro (N)	Resistencia = peso del soporte + pesas + polea móvil (N)
1	1,10	2,2
2	0,70	2,8
3	0,47	2,8

- En la tabla 1, se observa que la fuerza de potencia cumple con la relación  $P = \frac{R}{2n}$ , donde  $n$  es el número de poleas móviles. La fuerza de potencia es menor que la fuerza de resistencia.
- También en la tabla prevista 2, sobre el estudio del polipasto potencial con una, dos y tres poleas móviles:

Tabla 2: Medida de la fuerza de potencia y la fuerza de resistencia usando el polipasto potencial

Cantidad de poleas móviles	Potencia = lectura del dinamómetro (N)	Resistencia = peso del soporte + pesas + polea móvil (N)
1	1,0	2,0
2	0,5	2,0
3	0,3	2,4

- En la tabla 2 se observa que la fuerza de potencia cumple con la relación  $P = \frac{R}{2^n}$ , donde  $n$  es el número de poleas móviles. La fuerza de potencia es menor que la fuerza de resistencia.
- Solicite que calculen la razón de la fuerza de potencia ( $P$ ) con la fuerza de resistencia ( $R$ ) en cada caso, considerando los datos de la tabla 1. Luego, pídeles que completen la siguiente tabla:

Tabla 3: Razón entre la fuerza de potencia y la fuerza de resistencia usando el polipasto factorial

	Para una polea	Para dos poleas	Para tres poleas
Cociente de P/R	1/2	1/4	1/6

- Solicite que observen los datos de la tabla 2 y que calculen la razón de la fuerza de potencia con la de resistencia en cada caso. Luego pida que completen la siguiente tabla:

Tabla 4: Razón entre la fuerza de potencia y la fuerza de resistencia usando el polipasto potencial

	Para una polea	Para dos poleas	Para tres poleas
Cociente de P/R	1/2	1/4	1/8

## Analizamos datos e información



En equipos



Con docente

- Orienta a sus estudiantes para que formulen principios científicos que se desprendan de los datos obtenidos y de la información científica utilizada sobre polipasto factorial y polipasto potencial.
  - Estudio del polipasto factorial o en serie:**
- Pida que observen las tablas 1 y 3, así como las figuras 3, 4 y 5. Luego, solicite que respondan lo siguiente:
  - ¿Por qué la fuerza de potencia es menor que la fuerza de resistencia?  
Es menor porque la polea, o las poleas móviles, se encargan de distribuir la fuerza de resistencia. Como se observa en la tabla 3, para una polea, la fuerza de resistencia se distribuye en dos; para dos poleas, se distribuye en cuatro; y para tres poleas, se distribuye en seis.
  - ¿Qué ocurre con el valor de la fuerza de potencia a medida que el número de poleas aumenta?  
Disminuye. Para una polea móvil, resulta la mitad; para dos poleas, la cuarta parte; y para tres, la sexta. Se puede concluir que la reducción depende del número de poleas.
  - ¿Se puede afirmar que la fuerza de potencia es una fracción de la fuerza de resistencia y que depende de la cantidad de poleas? ¿Cuál será la relación entre la fuerza de potencia y la fuerza de resistencia?  
Sí. La fuerza de potencia es igual que la fuerza de resistencia dividida entre el doble del número de poleas. La expresión matemática es  $P = \frac{R}{2n}$ , donde  $n$  es el número de poleas móviles.
  - ¿Cómo se calcula la ventaja mecánica en un polipasto factorial?  
La ventaja mecánica se calcula con la relación  $\frac{R}{P}$ . También se puede calcular con la siguiente ecuación  $VM = 2n$ , donde  $n$  es el número de poleas móviles. En la tabla 3 se demuestra esta ecuación. Para una polea, la VM es 2; para tres poleas, la VM es 6.
- Estudio del polipasto potencial:**
- Pida que observen la tabla 4, así como las figuras 6, 7 y 8. Luego, solicite que respondan:
  - ¿Qué relación existe entre la fuerza de potencia y la fuerza de resistencia?  
La fuerza de potencia se reduce más a medida que aumenta el número de poleas móviles.
  - ¿Se puede afirmar que la fuerza de potencia se reduce exponencialmente conforme aumenta el número de poleas? ¿Por qué?  
Observando los valores, se puede decir que con una polea se reduce a la mitad; con dos poleas, a la cuarta parte; y con tres, a la octava. La expresión matemática es  $P = \frac{R}{2^n}$ , donde  $n$  es el número de poleas móviles.
  - ¿Cómo se calcula la ventaja mecánica en un polipasto potencial?  
La ventaja mecánica se calcula con la relación  $\frac{R}{P}$ . También se puede calcular con la siguiente ecuación  $VM = 2^n$ , donde  $n$  es el número de poleas móviles. En la tabla 4 se demuestra esta ecuación: para una polea, la VM es 2; para tres poleas, la VM es 8.

## Contrastación de los resultados con la hipótesis y la información científica

- Invite a sus estudiantes a revisar y analizar respecto a poleas y polipastos.
- Solicíteles que comparen los resultados con su hipótesis. Puede orientar con las siguientes preguntas:
  - ¿Los resultados validan la hipótesis? ¿Por qué?  
Sí, porque se demuestra que la fuerza aplicada por el motor de la grúa disminuye si aumenta el número de poleas móviles de un polipasto factorial o de uno potencial.

## Elaboración de conclusiones

- Solicite a sus estudiantes que, basándose en los resultados, elaboren sus conclusiones. Por ejemplo:
  - En la tabla 1, para un sistema de polipasto factorial, se observa que la fuerza de potencia cumple con la relación  $P = \frac{R}{2n}$ , donde  $n$  es el número de poleas móviles. La fuerza de potencia es menor que la fuerza de resistencia.
  - En la tabla 2, para un sistema de polipasto potencial, se observa que la fuerza de potencia cumple con la relación  $P = \frac{R}{2^n}$ , donde  $n$  es el número de poleas móviles. La fuerza de potencia es menor que la fuerza de resistencia.
  - De las relaciones de la fuerza de potencia con la fuerza de resistencia, se deduce que la fuerza de potencia cuando se emplea un polipasto potencial es menor que cuando se utiliza un polipasto factorial.

## Evaluamos y comunicamos el proceso y los resultados de la indagación



En equipos



Con docente

- Continúe brindando retroalimentación a sus estudiantes si observa dificultades; apóyese en la rúbrica de evaluación de quinto grado.
- Pídales que retomen sus conclusiones y determinen si responden a la pregunta de indagación:
  - ¿Qué relación existe entre el número de poleas y la fuerza aplicada por el motor de la grúa para elevar el cuerpo empleando un polipasto factorial y otro potencial?  
Las conclusiones sí dan respuesta a la pregunta planteada porque se logró establecer que la fuerza aplicada por el motor de la grúa es menor si el número de poleas móviles aumenta.  
La relación entre la fuerza de potencia y la de resistencia en un polipasto factorial es:  $P = \frac{R}{2n}$   
La relación entre la fuerza de potencia y la de resistencia en un polipasto potencial es:  $P = \frac{R}{2^n}$   
La fuerza de potencia se reduce más si se emplea un polipasto potencial que un polipasto factorial.
- Promueva que debatan y sustenten si los procedimientos les han permitido obtener datos válidos y fiables. Pida también que respondan las siguientes preguntas:
  - ¿Los procedimientos realizados permitieron obtener resultados válidos y fiables? ¿Por qué calibraron el dinamómetro?
  - ¿El objetivo de su indagación ha sido logrado?
  - ¿Qué otros aspectos al arreglo de poleas fijas y móviles se podría indagar?
- Pida que, individualmente, elaboren un informe escrito de su indagación en el cual den a conocer los detalles del proceso y los resultados obtenidos. Indíqueles que deben presentarlo ante sus compañeras y compañeros. También pueden darlo a conocer en el periódico mural o en el blog del aula o de su institución educativa. Responda de manera reflexiva a sus inquietudes.

## Coevaluación



En equipos



Sin docente

- Pídeles que, comparando con la rúbrica de quinto grado, evalúen en sus equipos la actuación de sus compañeras y compañeros durante la indagación científica realizada (ver páginas 47 y 48).

## Para profundizar



Fuera del aula



Individualmente

- Sugiera a sus estudiantes consultar su texto o los libros para reforzar su aprendizaje. También pueden visitar el siguiente blog: <https://victoryepes.blogs.upv.es/tag/aparejo-factorial/>
- Luego, pida que respondan:
  - ¿Cómo funciona un polipasto de cadena?  
Tiene dos cadenas, una se utiliza para aplicar la fuerza y la otra para levantar la carga. La cadena que se jala está unida a treinta eslabones; por lo tanto, se multiplica la fuerza treinta veces.
  - Menciona las partes del polipasto de cadena.  
Son las siguientes: La cadena manual, la rueda dentada, el eje de transmisión, el engranaje, la cadena de ruedas dentadas y la cadena de carga.

## Transferencia: Tu casa, tu laboratorio

- Pida que representen y resuelvan el siguiente problema:
  - Dibuja un sistema de polipasto potencial con tres poleas móviles y una fija; para ello, considera el siguiente caso: Si quisiera elevar una carga de 1600 N, ¿qué fuerza habrá que aplicar para poder levantarla?

Operación	Gráfico
Resistencia, $R = 1600 \text{ N}$ . Si $P = \frac{R}{2^n}$ Reemplazando los datos, obtenemos: $P = 1600 \text{ N}/2^3$ $P = 1600 \text{ N}/8$ $P = 200 \text{ N}$ La fuerza para levantar la carga es de 200 N	 <p>Polipasto potencial con 3 poleas móviles. <math>n = 3</math></p> <p>Fuente: Industrias Roland Print SAC</p>

- Solicite que resuelvan el siguiente caso: Tu familia ha planeado construir las paredes del tercer piso de tu casa. Ante esto, para subir los materiales de una forma fácil y rápida, deciden armar un polipasto. Construye un polipasto con materiales reciclables y comprueba su funcionamiento. Representalo con un dibujo.



Fuente: <https://n9.cl/4yad>



### Bibliografía

Giancoli, D. (2006). *Física*. México D. F., México: Editorial Pearson Educación.



### Sitio electrónico de Internet

Cristi, I. (2003). Sobre palancas, poleas y garruchas. Recuperado de [http://casanchi.com/fis/05\\_palancas.pdf](http://casanchi.com/fis/05_palancas.pdf)

## Normas de seguridad, conservación e higiene de los kits de Ciencia y Tecnología

### Normas de seguridad:

Para el desarrollo de las actividades de indagación científica con el uso de los kits, se requieren tomar en cuenta ciertas normas de seguridad, dentro y fuera del aula o laboratorio, destinadas a prevenir riesgos de accidentes y preservar la salud de estudiantes y docentes.

1. Identifica la señalética de seguridad y las rutas de evacuación en el ambiente donde se desarrolla la indagación.
2. Conoce la ubicación de las llaves generales del agua y la electricidad, así como la ubicación del extintor.
3. Despeja la zona de trabajo cuando se realicen experimentos de mayor complejidad. Evita que haya compañeras, compañeros u otras personas delante o en dirección hacia donde se colocarán los materiales para ser usados.
4. Prevé con la orientación de tu docente medidas de seguridad específicas, según el material que se va a utilizar en la indagación.
5. Mantén el cabello corto o recogido; evita el uso de accesorios que se puedan enganchar (corbatas, aretes, anillos, pulseras u otros).
6. Evita comer, beber o correr durante el desarrollo de la actividad.
7. Emplea ambas manos para asegurar la estabilidad de los materiales durante su traslado al lugar donde se desarrollará la indagación.
8. Solicita la orientación de tu docente en caso de alguna dificultad o imprevisto durante el desarrollo de la actividad.

### Conservación e higiene

Es importante realizar el mantenimiento preventivo de los respectivos kits para garantizar su buen funcionamiento. Con este fin, te recomendamos lo siguiente:

1. Lava tus manos con agua a chorro y jabón y sécalas bien antes de realizar la actividad de indagación.
2. Evita forzar las uniones, durante el armado de los equipos, para no romperlos o malograrlos.
3. Evita en todo momento pintar, golpear o rayar los materiales para mantener su buen estado y puedan seguir siendo utilizados en las siguientes indagaciones.
4. Desmonta el material cuidadosamente antes de realizar su limpieza. Utiliza un paño para sacar el polvo u otras impurezas.
5. Deja limpio el ambiente de trabajo al finalizar la actividad.

## Pautas para el uso de los kits en las actividades de indagación

### Antes de la actividad

- Lee atentamente las orientaciones que se brindan en las fichas de actividades de indagación y asegúrate de que los materiales e instrumentos que se utilizarán estén completos en la mesa de trabajo.
- Organízate en equipos para el trabajo colaborativo, donde todos participen durante el desarrollo de la actividad de indagación.

### Durante la actividad

- Recurre a tu docente para que te oriente y te ayude a resolver las dificultades que se te presenten durante el desarrollo de las actividades.
- Ten en cuenta las orientaciones de tu docente para el armado y uso adecuado de los kits. Recuerda que el buen uso y cuidado de los instrumentos de medición permite que las medidas que indiquen tengan un menor margen de error.
- Mantén tu curiosidad científica, tu colaboración, tu atención, tu perseverancia y tu buena disposición durante el desarrollo de la indagación científica.

### Al finalizar la actividad

- Revisa que los materiales proporcionados estén completos y ordenados.
- Guarda los materiales en el lugar que les corresponde.

## Referencias Bibliográficas

### Kit de máquinas simples

#### Bibliografía

- Equipo Pedagógico Roland Print SAC. (2016). *kit de máquinas simples. Guía de uso y conservación*. Lima, Perú: Industrias Roland Print SAC.
- Giancoli, D. (2006). *Física*. México: Editorial Pearson Educación.
- Hewitt, P. (2007). *Física conceptual*. México: Editorial Pearson Educación.
- Milachay, Y. y Arenas, E. (2010). *Ciencia, tecnología y ambiente 5: Física*. Perú: Pearson Educación
- Wilson, J. y Buffa, A. (2007). *Física*. México: Editorial Prentice Hall Hispanoamericana.

#### Sitios electrónicos de Internet

- CEJAROSU. (2005). Palanca de primer grado. Recuperado de [http://concurso.cnice.mec.es/cnice2006/material107/operadores/ope\\_pal\\_primergrado.htm](http://concurso.cnice.mec.es/cnice2006/material107/operadores/ope_pal_primergrado.htm)
- Cristi, I. (2003). Sobre palancas, poleas y garruchas. Recuperado de [http://casanchi.com/fis/05\\_palancas.pdf](http://casanchi.com/fis/05_palancas.pdf)
- E-ducativa. Movimiento rectilíneo uniformemente acelerado. Recuperado de [http://e-ducativa.catedu.es/44700165/aula/archivos/repositorio/1000/1147/html/2\\_movimiento\\_rectilneo\\_uniformemente\\_acelerado\\_mrua.html](http://e-ducativa.catedu.es/44700165/aula/archivos/repositorio/1000/1147/html/2_movimiento_rectilneo_uniformemente_acelerado_mrua.html)
- Escobar, J. (2012). Biografía de Isaac Newton. Recuperado de <http://astrojem.com/precursores/newton.html>
- Giancoli, D. (2006). *Física. Principios con aplicaciones* (Trad. Campos). México: Pearson Educación. Recuperado de [http://www.fica.unsl.edu.ar/~fisica/Fisica\\_TUMI/Fisica\\_Vol.\\_01\\_-\\_6ta\\_Edicion\\_-\\_Giancoli.pdf](http://www.fica.unsl.edu.ar/~fisica/Fisica_TUMI/Fisica_Vol._01_-_6ta_Edicion_-_Giancoli.pdf)
- Junta de Andalucía de España. (s.f.). Máquinas y mecanismos. Recuperado de <http://www.juntadeandalucia.es/averroes/centros-tic/21700290/helvia/aula/archivos/repositorio/0/41/html/simples.html>
- Junta de Andalucía de España. (2011). Máquinas y mecanismos. Recuperado de [http://stith.ddns.net/mochila/sec/recursos\\_ambito/cientifico\\_tecnico/maquinas/index.html](http://stith.ddns.net/mochila/sec/recursos_ambito/cientifico_tecnico/maquinas/index.html)
- Materiales Educativos. (2014). Polipastos, poleas y engranajes. Recuperado de [http://ntic.educacion.es/w3/eos/MaterialesEducativos/mem2005/mecanica\\_basica/index.html](http://ntic.educacion.es/w3/eos/MaterialesEducativos/mem2005/mecanica_basica/index.html)
- Materiales Educativos. (2014). Polipastos, poleas y engranajes. Recuperado de <http://concurso.cnice.mec.es/cnice2006/material022/index.html>
- Olmo, M. y Nave, R. (s. f.). Primera ley de Newton. Recuperado de <http://hyperphysics.phy-astr.gsu.edu/hbasees/newt.html#ntcon>
- Phet. (2019). Phet TM Interactive Simulations (Versión 2.3.16) [Fuerzas y movimiento: Fundamentos]. Recuperado de <https://n9.cl/4jas>
- Peñas, J. (2019). Aceleración. Recuperado de [http://www.educaplus.org/movi/2\\_6aceleracion.html](http://www.educaplus.org/movi/2_6aceleracion.html)
- Portal Educativo. (2011). Máquinas simples [Mensaje en un blog]. Recuperado de <http://www.portaleducativo.net/quinto-basico/104/Maquinas-simples>
- Romero, J. (s.f.). Palancas. Recuperado de <http://www.educaciontecnologica.cl/palancas.htm>
- Torres, M. (2014). Máquinas simples – La palanca. Recuperado de [https://www.edu.xunta.es/espazoAbalar/sites/espazoAbalar/files/datos/1464947673/contido/21\\_la\\_palanca.html](https://www.edu.xunta.es/espazoAbalar/sites/espazoAbalar/files/datos/1464947673/contido/21_la_palanca.html)
- Vicente, J. (2009). Fuerzas en el plano inclinado [Mensaje en un blog]. Recuperado de <http://fqalbarregas.blogspot.com/2009/04/fuerzas-en-el-plano-inclindado.html>
- Yepes, V. (2016). ¿Qué es el polipasto o aparejo? [Mensaje en un blog]. Recuperado de <https://victoryepes.blogs.upv.es/tag/aparejo-factorial/>

# CARTA DEMOCRÁTICA INTERAMERICANA

## I

### La democracia y el sistema interamericano

#### Artículo 1

Los pueblos de América tienen derecho a la democracia y sus gobiernos la obligación de promoverla y defenderla.

La democracia es esencial para el desarrollo social, político y económico de los pueblos de las Américas.

#### Artículo 2

El ejercicio efectivo de la democracia representativa es la base del estado de derecho y los regímenes constitucionales de los Estados Miembros de la Organización de los Estados Americanos. La democracia representativa se refuerza y profundiza con la participación permanente, ética y responsable de la ciudadanía en un marco de legalidad conforme al respectivo orden constitucional.

#### Artículo 3

Son elementos esenciales de la democracia representativa, entre otros, el respeto a los derechos humanos y las libertades fundamentales; el acceso al poder y su ejercicio con sujeción al estado de derecho; la celebración de elecciones periódicas, libres, justas y basadas en el sufragio universal y secreto como expresión de la soberanía del pueblo; el régimen plural de partidos y organizaciones políticas; y la separación e independencia de los poderes públicos.

#### Artículo 4

Son componentes fundamentales del ejercicio de la democracia la transparencia de las actividades gubernamentales, la probidad, la responsabilidad de los gobiernos en la gestión pública, el respeto por los derechos sociales y la libertad de expresión y de prensa.

La subordinación constitucional de todas las instituciones del Estado a la autoridad civil legalmente constituida y el respeto al estado de derecho de todas las entidades y sectores de la sociedad son igualmente fundamentales para la democracia.

#### Artículo 5

El fortalecimiento de los partidos y de otras organizaciones políticas es prioritario para la democracia. Se deberá prestar atención especial a la problemática derivada de los altos costos de las campañas electorales y al establecimiento de un régimen equilibrado y transparente de financiación de sus actividades.

#### Artículo 6

La participación de la ciudadanía en las decisiones relativas a su propio desarrollo es un derecho y una responsabilidad. Es también una condición necesaria para el pleno y efectivo ejercicio de la democracia. Promover y fomentar diversas formas de participación fortalece la democracia.

## II

### La democracia y los derechos humanos

#### Artículo 7

La democracia es indispensable para el ejercicio efectivo de las libertades fundamentales y los derechos humanos, en su carácter universal, indivisible e interdependiente, consagrados en las respectivas constituciones de los Estados y en los instrumentos interamericanos e internacionales de derechos humanos.

#### Artículo 8

Cualquier persona o grupo de personas que consideren que sus derechos humanos han sido violados pueden interponer denuncias o peticiones ante el sistema interamericano de promoción y protección de los derechos humanos conforme a los procedimientos establecidos en el mismo.

Los Estados Miembros reafirman su intención de fortalecer el sistema interamericano de protección de los derechos humanos para la consolidación de la democracia en el Hemisferio.

#### Artículo 9

La eliminación de toda forma de discriminación, especialmente la discriminación de género, étnica y racial, y de las diversas formas de intolerancia, así como la promoción y protección de los derechos humanos de los pueblos indígenas y los migrantes y el respeto a la diversidad étnica, cultural y religiosa en las Américas, contribuyen al fortalecimiento de la democracia y la participación ciudadana.

#### Artículo 10

La promoción y el fortalecimiento de la democracia requieren el ejercicio pleno y eficaz de los derechos de los trabajadores y la aplicación de normas laborales básicas, tal como están consagradas en la Declaración de la Organización Internacional del Trabajo (OIT) relativa a los Principios y Derechos Fundamentales en el Trabajo y su Seguimiento, adoptada en 1998, así como en otras convenciones básicas afines de la OIT. La democracia se fortalece con el mejoramiento de las condiciones laborales y la calidad de vida de los trabajadores del Hemisferio.

## III

### Democracia, desarrollo integral y combate a la pobreza

#### Artículo 11

La democracia y el desarrollo económico y social son interdependientes y se refuerzan mutuamente.

#### Artículo 12

La pobreza, el analfabetismo y los bajos niveles de desarrollo humano son factores que inciden negativamente en la consolidación de la democracia. Los Estados Miembros de la OEA se comprometen a adoptar y ejecutar todas las acciones necesarias para la creación de empleo productivo, la reducción de la pobreza y la erradicación de la pobreza extrema, teniendo en cuenta las diferentes realidades y condiciones económicas de los países del Hemisferio. Este compromiso común frente a los problemas del desarrollo y la pobreza también destaca la importancia de mantener los equilibrios macroeconómicos y el imperativo de fortalecer la cohesión social y la democracia.

#### Artículo 13

La promoción y observancia de los derechos económicos, sociales y culturales son consustanciales al desarrollo integral, al crecimiento económico con equidad y a la consolidación de la democracia en los Estados del Hemisferio.

#### Artículo 14

Los Estados Miembros acuerdan examinar periódicamente las acciones adoptadas y ejecutadas por la Organización encaminadas a fomentar el diálogo, la cooperación para el desarrollo integral y el combate a la pobreza en el Hemisferio, y tomar las medidas oportunas para promover estos objetivos.

#### Artículo 15

El ejercicio de la democracia facilita la preservación y el manejo adecuado del medio ambiente. Es esencial que los Estados del Hemisferio implementen políticas y estrategias de protección del medio ambiente, respetando los diversos tratados y convenciones, para lograr un desarrollo sostenible en beneficio de las futuras generaciones.

#### Artículo 16

La educación es clave para fortalecer las instituciones democráticas, promover el desarrollo del potencial humano y el alivio de la pobreza y fomentar un mayor entendimiento entre los pueblos. Para lograr estas metas, es esencial que una educación de calidad esté al alcance de todos, incluyendo a las niñas y las mujeres, los habitantes de las zonas rurales y las personas que pertenecen a las minorías.

## IV

### Fortalecimiento y preservación de la institucionalidad democrática

#### Artículo 17

Cuando el gobierno de un Estado Miembro considere que está en riesgo su proceso político institucional

democrático o su legítimo ejercicio del poder, podrá recurrir al Secretario General o al Consejo Permanente a fin de solicitar asistencia para el fortalecimiento y preservación de la institucionalidad democrática.

#### Artículo 18

Cuando en un Estado Miembro se produzcan situaciones que pudieran afectar el desarrollo del proceso político institucional democrático o el legítimo ejercicio del poder, el Secretario General o el Consejo Permanente podrá, con el consentimiento previo del gobierno afectado, disponer visitas y otras gestiones con la finalidad de hacer un análisis de la situación. El Secretario General elevará un informe al Consejo Permanente, y éste realizará una apreciación colectiva de la situación y, en caso necesario, podrá adoptar decisiones dirigidas a la preservación de la institucionalidad democrática y su fortalecimiento.

#### Artículo 19

Basado en los principios de la Carta de la OEA y con sujeción a sus normas, y en concordancia con la cláusula democrática contenida en la Declaración de la ciudad de Quebec, la ruptura del orden democrático o una alteración del orden constitucional que afecte gravemente el orden democrático en un Estado Miembro constituye, mientras persista, un obstáculo insuperable para la participación de su gobierno en las sesiones de la Asamblea General, de la Reunión de Consulta, de los Consejos de la Organización y de las conferencias especializadas, de las comisiones, grupos de trabajo y demás órganos de la Organización.

#### Artículo 20

En caso de que en un Estado Miembro se produzca una alteración del orden constitucional que afecte gravemente su orden democrático, cualquier Estado Miembro o el Secretario General podrá solicitar la convocatoria inmediata del Consejo Permanente para realizar una apreciación colectiva de la situación y adoptar las decisiones que estime conveniente.

El Consejo Permanente, según la situación, podrá disponer la realización de las gestiones diplomáticas necesarias, incluidos los buenos oficios, para promover la normalización de la institucionalidad democrática.

Si las gestiones diplomáticas resultaren infructuosas o si la urgencia del caso lo aconsejare, el Consejo Permanente convocará de inmediato un período extraordinario de sesiones de la Asamblea General para que ésta adopte las decisiones que estime apropiadas, incluyendo gestiones diplomáticas, conforme a la Carta de la Organización, el derecho internacional y las disposiciones de la presente Carta Democrática. Durante el proceso se realizarán las gestiones diplomáticas necesarias, incluidos los buenos oficios, para promover la normalización de la institucionalidad democrática.

#### Artículo 21

Cuando la Asamblea General, convocada a un período extraordinario de sesiones, constate que se ha producido la ruptura del orden democrático en un Estado Miembro y que las gestiones diplomáticas han sido infructuosas, conforme a la Carta de la OEA tomará la decisión de suspender a dicho Estado Miembro del ejercicio de su derecho de participación en la OEA con el voto afirmativo de los dos tercios de los Estados Miembros. La suspensión entrará en vigor de inmediato.

El Estado Miembro que hubiera sido objeto de suspensión deberá continuar observando el cumplimiento de sus obligaciones como miembro de la Organización, en particular en materia de derechos humanos.

Adoptada la decisión de suspender a un gobierno, la Organización mantendrá sus gestiones diplomáticas para el restablecimiento de la democracia en el Estado Miembro afectado.

#### Artículo 22

Una vez superada la situación que motivó la suspensión, cualquier Estado Miembro o el Secretario General podrá proponer a la Asamblea General el levantamiento de la suspensión. Esta decisión se adoptará por el voto de los dos tercios de los Estados Miembros, de acuerdo con la Carta de la OEA.

## V

### La democracia y las misiones de observación electoral

#### Artículo 23

Los Estados Miembros son los responsables de organizar, llevar a cabo y garantizar procesos electorales libres y justos.

Los Estados Miembros, en ejercicio de su soberanía, podrán solicitar a la OEA asesoramiento o asistencia para el fortalecimiento y desarrollo de sus instituciones y procesos electorales, incluido el envío de misiones preliminares para ese propósito.

#### Artículo 24

Las misiones de observación electoral se llevarán a cabo por solicitud del Estado Miembro interesado. Con tal finalidad, el gobierno de dicho Estado y el Secretario General celebrarán un convenio que determine el alcance y la cobertura de la misión de observación electoral de que se trate. El Estado Miembro deberá garantizar las condiciones de seguridad, libre acceso a la información y amplia cooperación con la misión de observación electoral.

Las misiones de observación electoral se realizarán de conformidad con los principios y normas de la OEA. La Organización deberá asegurar la eficacia e independencia de estas misiones, para lo cual se las dotará de los recursos necesarios. Las mismas se realizarán de forma objetiva, imparcial y transparente, y con la capacidad técnica apropiada.

Las misiones de observación electoral presentarán oportunamente al Consejo Permanente, a través de la Secretaría General, los informes sobre sus actividades.

#### Artículo 25

Las misiones de observación electoral deberán informar al Consejo Permanente, a través de la Secretaría General, si no existiesen las condiciones necesarias para la realización de elecciones libres y justas.

La OEA podrá enviar, con el acuerdo del Estado interesado, misiones especiales a fin de contribuir a crear o mejorar dichas condiciones.

## VI

### Promoción de la cultura democrática

#### Artículo 26

La OEA continuará desarrollando programas y actividades dirigidos a promover los principios y prácticas democráticas y fortalecer la cultura democrática en el Hemisferio, considerando que la democracia es un sistema de vida fundado en la libertad y el mejoramiento económico, social y cultural de los pueblos. La OEA mantendrá consultas y cooperación continua con los Estados Miembros, tomando en cuenta los aportes de organizaciones de la sociedad civil que trabajen en esos ámbitos.

#### Artículo 27

Los programas y actividades se dirigirán a promover la gobernabilidad, la buena gestión, los valores democráticos y el fortalecimiento de la institucionalidad política y de las organizaciones de la sociedad civil. Se prestará atención especial al desarrollo de programas y actividades para la educación de la niñez y la juventud como forma de asegurar la permanencia de los valores democráticos, incluidas la libertad y la justicia social.

#### Artículo 28

Los Estados promoverán la plena e igualitaria participación de la mujer en las estructuras políticas de sus respectivos países como elemento fundamental para la promoción y ejercicio de la cultura democrática.

## EL ACUERDO NACIONAL

El 22 de julio de 2002, los representantes de las organizaciones políticas, religiosas, del Gobierno y de la sociedad civil firmaron el compromiso de trabajar, todos, para conseguir el bienestar y desarrollo del país. Este compromiso es el Acuerdo Nacional.

El acuerdo persigue cuatro objetivos fundamentales. Para alcanzarlos, todos los peruanos de buena voluntad tenemos, desde el lugar que ocupemos o el rol que desempeñemos, el deber y la responsabilidad de decidir, ejecutar, vigilar o defender los compromisos asumidos. Estos son tan importantes que serán respetados como políticas permanentes para el futuro.

Por esta razón, como niños, niñas, adolescentes o adultos, ya sea como estudiantes o trabajadores, debemos promover y fortalecer acciones que garanticen el cumplimiento de esos cuatro objetivos que son los siguientes:

### **1. Democracia y Estado de Derecho**

La justicia, la paz y el desarrollo que necesitamos los peruanos sólo se pueden dar si conseguimos una verdadera democracia. El compromiso del Acuerdo Nacional es garantizar una sociedad en la que los derechos son respetados y los ciudadanos viven seguros y expresan con libertad sus opiniones a partir del diálogo abierto y enriquecedor; decidiendo lo mejor para el país.

### **2. Equidad y Justicia Social**

Para poder construir nuestra democracia, es necesario que cada una de las personas que conformamos esta socie-

dad, nos sintamos parte de ella. Con este fin, el Acuerdo promoverá el acceso a las oportunidades económicas, sociales, culturales y políticas. Todos los peruanos tenemos derecho a un empleo digno, a una educación de calidad, a una salud integral, a un lugar para vivir. Así, alcanzaremos el desarrollo pleno.

### **3. Competitividad del País**

Para afianzar la economía, el Acuerdo se compromete a fomentar el espíritu de competitividad en las empresas, es decir, mejorar la calidad de los productos y servicios, asegurar el acceso a la formalización de las pequeñas empresas y sumar esfuerzos para fomentar la colocación de nuestros productos en los mercados internacionales.

### **4. Estado Eficiente, Transparente y Descentralizado**

Es de vital importancia que el Estado cumpla con sus obligaciones de manera eficiente y transparente para ponerse al servicio de todos los peruanos. El Acuerdo se compromete a modernizar la administración pública, desarrollar instrumentos que eliminen la corrupción o el uso indebido del poder. Asimismo, descentralizar el poder y la economía para asegurar que el Estado sirva a todos los peruanos sin excepción.

Mediante el Acuerdo Nacional nos comprometemos a desarrollar maneras de controlar el cumplimiento de estas políticas de Estado, a brindar apoyo y difundir constantemente sus acciones a la sociedad en general.

# SÍMBOLOS DE LA PATRIA



Bandera Nacional



Himno Nacional



Escudo Nacional

## DECLARACIÓN UNIVERSAL DE LOS DERECHOS HUMANOS

El 10 de diciembre de 1948, la Asamblea General de las Naciones Unidas aprobó y proclamó la Declaración Universal de Derechos Humanos, cuyos artículos figuran a continuación:

### Artículo 1

Todos los seres humanos nacen libres e iguales en dignidad y derechos y, (...) deben comportarse fraternalmente los unos con los otros.

### Artículo 2

Toda persona tiene los derechos y libertades proclamados en esta Declaración, sin distinción alguna de raza, color, sexo, idioma, religión, opinión política o de cualquier otra índole, origen nacional o social, posición económica, nacimiento o cualquier otra condición. Además, no se hará distinción alguna fundada en la condición política, jurídica o internacional del país o territorio de cuya jurisdicción dependa una persona (...).

### Artículo 3

Todo individuo tiene derecho a la vida, a la libertad y a la seguridad de su persona.

### Artículo 4

Nadie estará sometido a esclavitud ni a servidumbre; la esclavitud y la trata de esclavos están prohibidas en todas sus formas.

### Artículo 5

Nadie será sometido a torturas ni a penas o tratos crueles, inhumanos o degradantes.

### Artículo 6

Todo ser humano tiene derecho, en todas partes, al reconocimiento de su personalidad jurídica.

### Artículo 7

Todos son iguales ante la ley y tienen, sin distinción, derecho a igual protección de la ley. Todos tienen derecho a igual protección contra toda discriminación que infrinja esta Declaración (...).

### Artículo 8

Toda persona tiene derecho a un recurso efectivo, ante los tribunales nacionales competentes, que la ampare contra actos que violen sus derechos fundamentales (...).

### Artículo 9

Nadie podrá ser arbitrariamente detenido, preso ni desterrado.

### Artículo 10

Toda persona tiene derecho, en condiciones de plena igualdad, a ser oída públicamente y con justicia por un tribunal independiente e imparcial, para la determinación de sus derechos y obligaciones o para el examen de cualquier acusación contra ella en materia penal.

### Artículo 11

1. Toda persona acusada de delito tiene derecho a que se presuma su inocencia mientras no se pruebe su culpabilidad (...).
2. Nadie será condenado por actos u omisiones que en el momento de cometerse no fueron delictivos según el Derecho nacional o internacional. Tampoco se impondrá pena más grave que la aplicable en el momento de la comisión del delito.

### Artículo 12

Nadie será objeto de injerencias arbitrarias en su vida privada, su familia, su domicilio o su correspondencia, ni de ataques a su honra o a su reputación. Toda persona tiene derecho a la protección de la ley contra tales injerencias o ataques.

### Artículo 13

1. Toda persona tiene derecho a circular libremente y a elegir su residencia en el territorio de un Estado.
2. Toda persona tiene derecho a salir de cualquier país, incluso el propio, y a regresar a su país.

### Artículo 14

1. En caso de persecución, toda persona tiene derecho a buscar asilo, y a disfrutar de él, en cualquier país.
2. Este derecho no podrá ser invocado contra una acción judicial realmente originada por delitos comunes o por actos opuestos a los propósitos y principios de las Naciones Unidas.

### Artículo 15

1. Toda persona tiene derecho a una nacionalidad.
2. A nadie se privará arbitrariamente de su nacionalidad ni del derecho a cambiar de nacionalidad.

### Artículo 16

1. Los hombres y las mujeres, a partir de la edad núbil, tienen derecho, sin restricción alguna por motivos de raza, nacionalidad o religión, a casarse y fundar una familia (...).
2. Sólo mediante libre y pleno consentimiento de los futuros esposos podrá contraerse el matrimonio.
3. La familia es el elemento natural y fundamental de la sociedad y tiene derecho a la protección de la sociedad y del Estado.

### Artículo 17

1. Toda persona tiene derecho a la propiedad, individual y colectivamente.
2. Nadie será privado arbitrariamente de su propiedad.

### Artículo 18

Toda persona tiene derecho a la libertad de pensamiento, de conciencia y de religión (...).

### Artículo 19

Todo individuo tiene derecho a la libertad de opinión y de expresión (...).

### Artículo 20

1. Toda persona tiene derecho a la libertad de reunión y de asociación pacíficas.
2. Nadie podrá ser obligado a pertenecer a una asociación.

### Artículo 21

1. Toda persona tiene derecho a participar en el gobierno de su país, directamente o por medio de representantes libremente escogidos.
2. Toda persona tiene el derecho de acceso, en condiciones de igualdad, a las funciones públicas de su país.
3. La voluntad del pueblo es la base de la autoridad del poder público; esta voluntad se expresará mediante elecciones auténticas que habrán de celebrarse periódicamente, por sufragio universal e igual y por voto secreto u otro procedimiento equivalente que garantice la libertad del voto.

### Artículo 22

Toda persona (...) tiene derecho a la seguridad social, y a obtener, (...) habida cuenta de la organización y los recursos de cada Estado, la satisfacción de los derechos económicos, sociales y culturales, indispensables a su dignidad y al libre desarrollo de su personalidad.

### Artículo 23

1. Toda persona tiene derecho al trabajo, a la libre elección de su trabajo, a condiciones equitativas y satisfactorias de trabajo y a la protección contra el desempleo.
2. Toda persona tiene derecho, sin discriminación alguna, a igual salario por trabajo igual.
3. Toda persona que trabaja tiene derecho a una remuneración equitativa y satisfactoria, que le asegure, así como a su familia, una existencia conforme a la dignidad humana y que será completada, en caso necesario, por cualesquiera otros medios de protección social.
4. Toda persona tiene derecho a fundar sindicatos y a sindicarse para la defensa de sus intereses.

### Artículo 24

Toda persona tiene derecho al descanso, al disfrute del tiempo libre, a una limitación razonable de la duración del trabajo y a vacaciones periódicas pagadas.

### Artículo 25

1. Toda persona tiene derecho a un nivel de vida adecuado que le asegure, así como a su familia, la salud y el bienestar, y en especial la alimentación, el vestido, la vivienda, la asistencia médica y los servicios sociales necesarios; tiene asimismo derecho a los seguros en caso de desempleo, enfermedad, invalidez, vejez y otros casos de pérdida de sus medios de subsistencia por circunstancias independientes de su voluntad.
2. La maternidad y la infancia tienen derecho a cuidados y asistencia especiales. Todos los niños, nacidos de matrimonio o fuera de matrimonio, tienen derecho a igual protección social.

### Artículo 26

1. Toda persona tiene derecho a la educación. La educación debe ser gratuita, al menos en lo concerniente a la instrucción elemental y fundamental. La instrucción técnica y profesional habrá de ser generalizada; el acceso a los estudios superiores será igual para todos, en función de los méritos respectivos.
2. La educación tendrá por objeto el pleno desarrollo de la personalidad humana y el fortalecimiento del respeto a los derechos humanos y a las libertades fundamentales; favorecerá la comprensión, la tolerancia y la amistad entre todas las naciones y todos los grupos étnicos o religiosos; y promoverá el desarrollo de las actividades de las Naciones Unidas para el mantenimiento de la paz.
3. Los padres tendrán derecho preferente a escoger el tipo de educación que habrá de darse a sus hijos.

### Artículo 27

1. Toda persona tiene derecho a tomar parte libremente en la vida cultural de la comunidad, a gozar de las artes y a participar en el progreso científico y en los beneficios que de él resulten.
2. Toda persona tiene derecho a la protección de los intereses morales y materiales que le correspondan por razón de las producciones científicas, literarias o artísticas de que sea autora.

### Artículo 28

Toda persona tiene derecho a que se establezca un orden social e internacional en el que los derechos y libertades proclamados en esta Declaración se hagan plenamente efectivos.

### Artículo 29

1. Toda persona tiene deberes respecto a la comunidad (...).
2. En el ejercicio de sus derechos y en el disfrute de sus libertades, toda persona estará solamente sujeta a las limitaciones establecidas por la ley con el único fin de asegurar el reconocimiento y el respeto de los derechos y libertades de los demás, y de satisfacer las justas exigencias de la moral, del orden público y del bienestar general en una sociedad democrática.
3. Estos derechos y libertades no podrán en ningún caso ser ejercidos en oposición a los propósitos y principios de las Naciones Unidas.

### Artículo 30

Nada en la presente Declaración podrá interpretarse en el sentido de que confiere derecho alguno al Estado, a un grupo o a una persona, para emprender y desarrollar actividades (...) tendientes a la supresión de cualquiera de los derechos y libertades proclamados en esta Declaración.