

La física de las poleas

<p>El plano respectivo</p>	<p>Las poleas</p>
<p>Descripción</p>	<p>En esta secuencia pedagógica los alumnos aprenderán las propiedades de las poleas y las fuerzas que utilizan el sistema de poleas.</p>
<p>Objetivos de aprendizaje</p>	<p>Los estudiantes aprenderán a:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Crear un sistema de poleas - Comprender las fuerzas y la gravedad - Ser capaz de calcular la tensión y la aceleración en un sistema de poleas - Ser capaz de utilizar la segunda ley de Newton

Asignatura(s) curricular(es) relacionada(s)	Física, Historia
Requisitos previos / acciones preparatorias para los profesores	Los profesores deben reunir los materiales para el plano correspondiente.
Requisitos previos / acciones preparatorias para los estudiantes	Comprender los fundamentos de la física, saber utilizar y crear una polea. Tener conocimientos básicos sobre las fuerzas.
Edad de los estudiantes	12-15 años
Duración	2-3 horas
Nivel de dificultad	Difícil

Descripción de las tareas, paso a paso

Paso 1: ¿Qué es una polea?



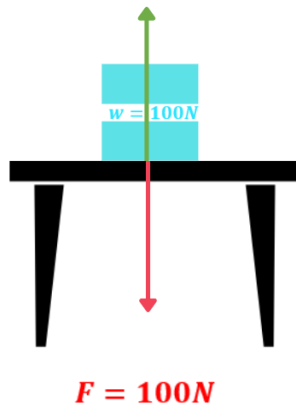
El profesor presenta a la clase el concepto de polea.

Las primeras pruebas de la existencia de las poleas se remontan al Antiguo Egipto (1991-1802 d.C.) y a Mesopotamia a principios del segundo milenio d.C. Las poleas son identificadas como una de las seis máquinas simples utilizadas para levantar pesos por Héroe de Alejandría (c. 10-70 d.C.), en el Egipto romano. Están

formadas por un bloque y un aparejo con el fin de proporcionar una ventaja mecánica para aplicar grandes fuerzas. Las poleas también pueden montarse como transmisiones de correa y cadena para transmitir la potencia de un eje giratorio a otro. En las Vidas paralelas de Plutarco se relata una escena en la que Arquímedes utiliza poleas compuestas y el sistema de poleas para arrastrar hacia él un barco completamente cargado como si se deslizara por el agua, demostrando así su eficacia¹. Las poleas también se utilizaban habitualmente en la agricultura, las obras de construcción y los pozos.

Paso 2: Pequeño recordatorio del concepto de Fuerza y Newtons

Fuerza: "Una **fuerza** es un empuje o un tirón sobre un objeto que resulta de la **interacción del** objeto con otro objeto. Siempre que hay una **interacción** entre dos objetos, hay una fuerza sobre cada uno de ellos. Cuando la **interacción** cesa, los dos objetos dejan de experimentar la fuerza . Las fuerzas sólo existen como resultado de una interacción".²



La resistencia de la Mesa
empuja hacia arriba 100N

La gravedad tira del peso
hacia abajo en 100N

Los sistemas de poleas se utilizan en problemas de mecánica en física. La mejor manera de resolver problemas de poleas en mecánica es utilizando la segunda ley del movimiento de Newton y entendiendo la tercera y la primera ley del movimiento de Newton. La segunda ley de Newton dice:

$$F = m * a$$

¹ *Pulley*. (2001, 5 de septiembre). Wikipedia, la enciclopedia libre. Recuperado el 4 de abril de 2022, de <https://en.wikipedia.org/wiki/Pulley#:~:text=The%20earliest%20evidence%20of%20pulleys,machines%20used>

² *El significado de la fuerza*. (n.d.). El Aula de Física. <https://www.physicsclassroom.com/class/newtlaws/Lesson-2/The-Meaning-of-Force>

Donde: F es para la fuerza neta, que es la suma vectorial de todas las fuerzas que actúan sobre el objeto. M es la masa del objeto, que es una cantidad escalar que significa que la masa sólo tiene magnitud. La aceleración da a la segunda ley de Newton su propiedad vectorial.

El Newton: "La fuerza es una cantidad que se mide utilizando la unidad métrica estándar conocida como **Newton**. Un Newton se abrevia con una "N". Decir "10,0 N" significa 10,0 Newton de fuerza. Un Newton es la cantidad de fuerza necesaria para dar a una masa de 1 kg una aceleración de 1 m/s/s. Por lo tanto, se puede afirmar la siguiente equivalencia de unidades:

$$1 \text{ Newton} = 1 \text{ kg} \cdot \text{m/s}^2$$

Paso 3: Hacer que los alumnos hagan una lluvia de ideas sobre cómo pueden funcionar las poleas y utilizarse en la vida cotidiana

Entonces, ¿para qué se utiliza? En primer lugar, haz una lluvia de ideas con los alumnos para intentar comprender cómo y para qué se puede utilizar la polea. Si es posible, hazles una demostración del funcionamiento de las poleas en la vida real (un pozo cercano, una cortina, etc.). Si no es posible tener una polea de la vida real en la clase, muestras a los alumnos algunos vídeos de una polea funcionando en diferentes contextos (náutica, obra, pozo, etc.). Después de escuchar sus opiniones, puede preguntarles qué utilidad creen que tienen las

³ *Ibid.*

poleas. ¿Y se les ocurre algo en lo que podrían aplicarlas para facilitar su vida cotidiana?

Paso 4: Explicar y/o construir el sistema de poleas - La máquina de Atwood⁴

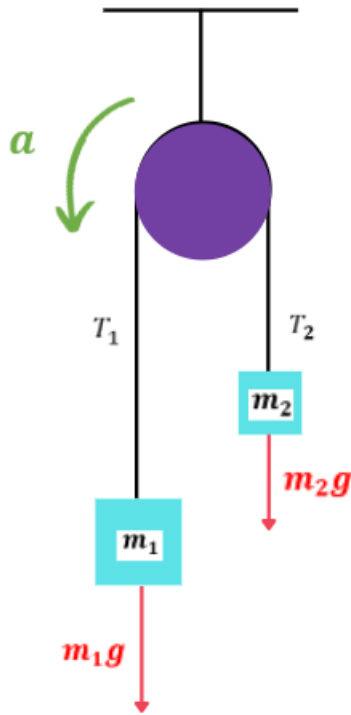
El profesor explica la máquina de Atwood como una ilustración de la segunda ley de Newton. Al mismo tiempo, puedes construir el sistema de poleas con los alumnos para ilustrar cada paso con una polea, 2 poleas, 3 poleas, etc. En lugar de utilizar kg, puedes utilizar algunas monedas. Podrás ver las proporciones de peso necesarias para levantar un peso inicial con diferentes sistemas de poleas. Aconsejamos dejar que los alumnos prueben por su cuenta el sistema de poleas antes de explorar la teoría.

Con una polea, la Máquina Atwood:

Se coloca una cuerda con una polea sin masa y sin fricción (para simplificar el ejercicio, consideramos que la masa y la fricción de la polea son despreciables).

Una masa de 8 kg está suspendida en un extremo mientras que una masa de 5 kg está suspendida en el otro extremo de la cuerda. ¿Cuál es la aceleración del sistema?

⁴ Michel van Biezen. (2013, 20 de enero). *Física - Mecánica: La polea (1 de 2)*. YouTube. <https://www.youtube.com/watch?v=kvCnjVSpv0>



$$m_1 = 8\text{kg} \quad m_2 = 5\text{kg}$$

$$F = m \cdot a$$

$$a = \frac{F_{net}}{m_T}$$

$$a = \frac{m_1g - m_2g}{m_1 + m_2}$$

$$a = \frac{(m_1 - m_2) \cdot g}{m_1 + m_2}$$

$$a = \frac{(8\text{kg} - 5\text{kg}) \cdot (9.8\text{m/sec}^2)}{8\text{kg} + 5\text{kg}}$$

$$a = \frac{(3\text{kg}) \cdot (9.8\text{m/sec}^2)}{13\text{kg}}$$

$$a = \frac{(3\text{kg}) \cdot (9.8\text{m/sec}^2)}{13\text{kg}}$$

$$a = 2.26 \frac{\text{m}}{\text{sec}^2} = 2\text{m/sec}^2$$

Ahora, ¿cómo podemos calcular la tensión de las cuerdas?

$$T_1 = m_1g - m_1a$$

$$T_2 = m_2g + m_2a$$

$$T_1 = (8\text{kg}) \cdot \left(9 \cdot \frac{8\text{m}}{\text{sec}^2}\right) - (5\text{kg}) \cdot (2.26\text{m/sec}^2)$$

$$T_1 = (8kg) \cdot \left(9 \cdot \frac{8m}{sec^2}\right) - (8kg) \cdot (2.26m/sec^2)$$

$$T_1 = 60.32 N$$

$$T_2 = (5kg) \cdot \left(9 \cdot \frac{8m}{sec^2}\right) + (5kg) \cdot (2.26m/sec^2)$$

$$T_2 = 60.3 N$$

$$T_1 = T_2$$

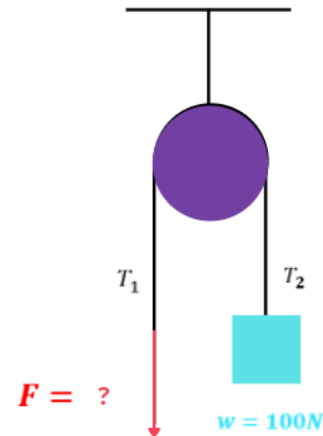
Por tanto, la tensión de dos cuerdas que sostienen pesos a ambos lados de una polea es siempre igual.

Puedes indicar a los alumnos que busquen más información en Internet. Si quieres, puedes utilizar el sistema de poleas que hemos creado para ilustrar el principio de la máquina de Atwood con los alumnos.

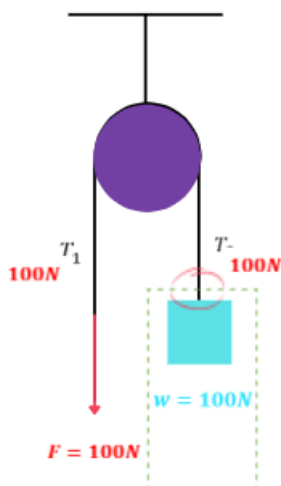
Ahora que sabemos cómo calcular la Tensión y la Aceleración, vamos a animar un poco las cosas.

Paso 5: Presentar la ciencia detrás del experimento del sistema de poleas⁵

El profesor debe explicar los principios de la mecánica de las poleas y la ventaja mecánica. Para cada paso, hazlo físicamente con los alumnos primero y deja que saquen conclusiones, luego repasa la teoría y explica de nuevo usando el sistema de poleas como ejemplo.



Hemos visto con la máquina de Atwood, que, con una sola polea, la tensión 1 y la tensión 2 son siempre iguales. Entonces, con un peso de 100N, ¿qué fuerza se necesita para levantarlo con 1, 2, 3 o 4 poleas?



Con una polea, es lo mismo que con la máquina Atwood.

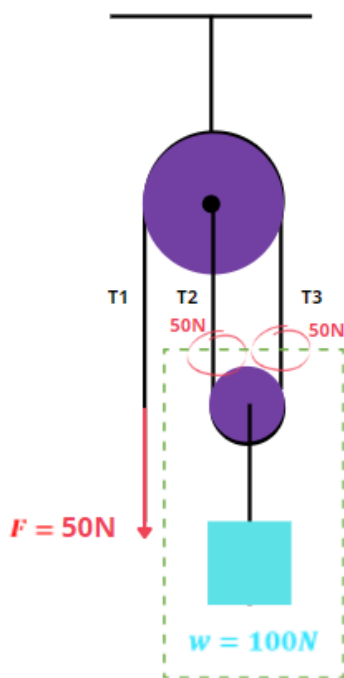
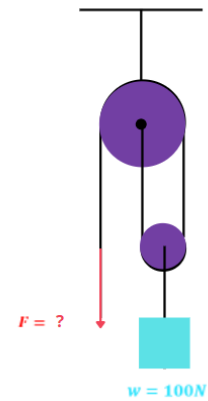
Cuando miras las cuerdas que sujetan el peso, sólo hay una, y la otra cuerda de la polea es de la que se tira. La tensión $T_1 = T_2$. Por lo tanto, necesitas 100 Newton de fuerza para levantar un peso de 100N. La distancia levantada y la distancia tirada es también la misma.

⁵ Michel van Biezen. (2015, 23 de junio). *Ingeniería Mecánica: Equilibrio de partículas (11 de 19) ¿Por qué las poleas son una ventaja mecánica?* YouTube. <https://www.youtube.com/watch?v=6GuldysCVjI>

$$F = 100N$$

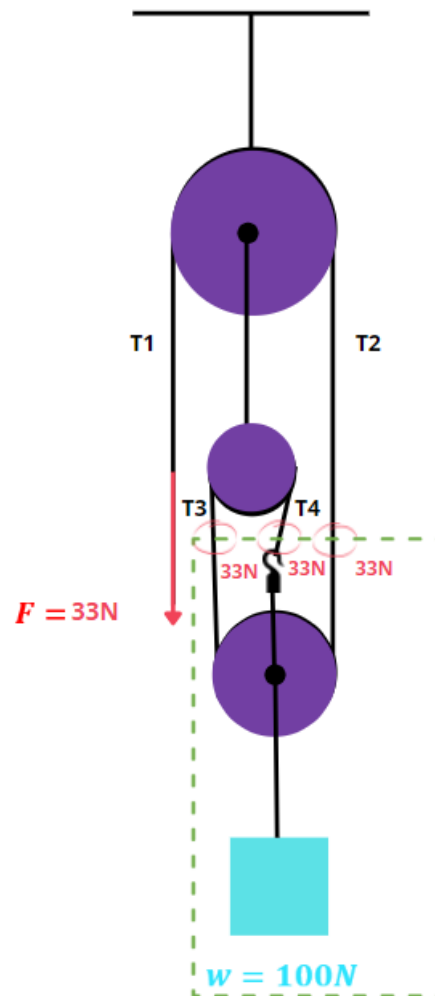
Ahora, observemos con dos poleas:

Observemos el número de cuerdas y la tensión en todas ellas.



El peso se ayuda con dos cuerdas. (T2 y T3) Alrededor de la segunda polea $T_2 = T_3$. Y en la primera polea, $T_1 = T_3$. Lo que significa que $T_1 = T_2 = T_3$. Por lo tanto, para levantar un peso de 100 Newtons, necesitamos una Fuerza de 50 Newtons, ya que se divide en dos cuerdas de sustentación. Sin embargo, el precio de esta Fuerza reducida es que para levantar los 100 N de 1m sobre el suelo, será necesario tirar de la cuerda 2m.

Ahora lo mismo con 3 poleas.
Podemos ver que el peso está sostenido por 3 cuerdas diferentes. Dado que $T_1 = T_2$, y que $T_2 = T_3$, y $T_3 = T_4$, entonces, $T_1 = T_2 = T_3 = T_4$.
Entonces, como el peso se reparte en 3 longitudes de cuerda: T_2 , T_3 , T_4 . La fuerza necesaria es de $100\text{N}/3 = 33\text{N}$.
Sin embargo, para levantar el peso de 1 m, tendrás que tirar de la cuerda 3 m.
La distancia levantada = la distancia tirada/el número de cuerdas que sostienen el peso.



Conclusión

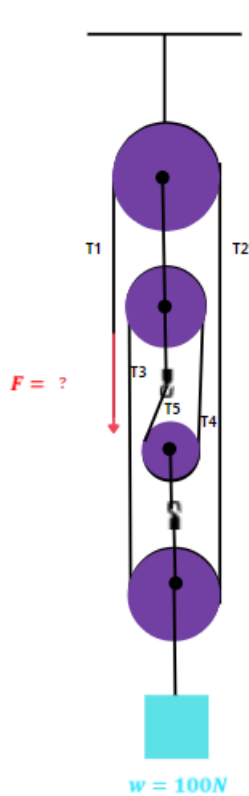
En esta lección los alumnos han aprendido sobre el uso de las poleas y el teorema de Newton. Han aprendido cómo se utilizaban las poleas en el antiguo Egipto, y cómo pueden utilizarlas para realizar algunas de nuestras tareas cotidianas. Han aprendido a calcular la Fuerza necesaria para levantar pesos utilizando varias poleas, así como la Tensión en cada cuerda y la aceleración en un sistema.

Actividades de evaluación

Actividad 1. Busca información sobre la polea y sus componentes y preséntala a la clase.

Actividad 2. Busca información sobre cómo se puede utilizar la Segunda Ley de Newton.

Actividad 3. Con tus alumnos, dibuja y completa el diagrama de un sistema de 4 poleas.



6

¿Cuál es la fuerza necesaria para levantar 100N?

..... N

Para levantar un peso de 100N en 1m, ¿cuántos metros de cuerda necesitarás tirar?

.....m

⁶ Todos los gráficos de las poleas fueron creados por Logopsycom, utilizando Canva

Referencias

- *Doble problema: Dos problemas corporales.* (n.d.). El Aula de Física.
<https://www.physicsclassroom.com/class/newtlaws/Lesson-3/Double-Trouble>
- *Ford end Watermill : Guía para profesores y escuelas.* (n.d.). Ford End Watermill.
<https://www.fordendwatermill.co.uk/schguide.html>
- *El significado de la fuerza.* (n.d.). El Aula de Física.
<https://www.physicsclassroom.com/class/newtlaws/Lesson-2/The-Meaning-of-Force>
- *Ventaja mecánica.* (n.d.).
https://energyeducation.ca/encyclopedia/Mechanical_advantage
- Michel van Biezen. (2013, 20 de enero). *Física - Mecánica: La polea (1 de 2)*. YouTube.
<https://www.youtube.com/watch?v=kvCnjVSpuv0>
- Michel van Biezen. (2015, 23 de junio). *Ingeniería Mecánica: Equilibrio de partículas (11 de 19) ¿Por qué las poleas son una ventaja mecánica?* YouTube.
<https://www.youtube.com/watch?v=6GuldysCVjl>
- *Pulley.* (2001, 5 de septiembre). Wikipedia, la enciclopedia libre. Recuperado el 4 de abril de 2022, de
<https://en.wikipedia.org/wiki/Pulley#:~:text=The%20earliest%20evidence%20of%20pulleys,machines%20used%20to%20lift%20weeweights>



- *Polea.* (n.d.). Educación energética.

<https://energyeducation.ca/encyclopedia/Pulley>