

GROUND RULES



PROCESOS DE
MINERÍA



PROCESOS DE MINERÍA
EDAD 11 A 13

INTRODUCCIÓN

A medida que crece la demanda de minerales extraídos, todos, desde los estudiantes a los mineros, los gobiernos y las corporaciones mundiales, deben comprender cómo trabajar en conjunto para satisfacer esas necesidades y, al mismo tiempo, proteger el mundo donde vivimos.

Reglas del terreno: Minería adecuada para un futuro sustentable es un documental producido por Caterpillar y Science North. Sigue el desarrollo de minas nuevas y en funcionamiento a medida que geólogos, ingenieros y administradores de minas abordan problemas complejos. La película utiliza las experiencias y los logros de sitios de minas modernos para ilustrar conceptos creativos y principales del desarrollo sostenible y la responsabilidad social.

Science North desarrolló este conjunto de planes de clases encargado por Caterpillar para complementar la película *Reglas del terreno*. Estos planes son una herramienta para que los docentes examinen aún más los temas y conceptos presentados en la película mediante una serie de actividades “interactivas” en el aula. Les presenta a los estudiantes las diversas fases involucradas en la minería, los diferentes tipos de minas, cómo se procesan los minerales, cómo se forman los depósitos de minerales, cómo las minas modernas pueden funcionar de manera segura y sostenible, y por qué los minerales son importantes en nuestra vida cotidiana. Este material también les presenta a los estudiantes una amplia variedad de profesiones mineras.

Los planes de clases se diseñaron para complementar de manera general los objetivos del plan de estudio para Estados Unidos, Canadá y Australia. Sin embargo, los planes de clases no son específicos de una región y los docentes pueden utilizarlos en todo el mundo. Todos los planes de clases tienen un vínculo estrecho con el plan de estudio de ciencias de la tierra, pero muchas de las actividades incorporan vínculos adicionales con matemática, química, administración de datos, trazado, estudios ambientales, electricidad, magnetismo y solución de problemas. Los planes de clases pueden adaptarse fácilmente para lograr los objetivos específicos de los planes de estudio locales.

En cada plan de clase, se encuentra una sección de introducción que proporciona la referencia adecuada por capítulo de la película y describe los conceptos clave de la clase. Luego, se describen una o dos actividades paso por paso. Estas actividades incluyen experimentos, demostraciones, juegos, actividades de construcción y proyectos de investigación. Los planes de clases finalizan con una sección de análisis que proporciona los posibles temas de seguimiento y preguntas para debatir en clase. Cada plan de clase también incluye vínculos con el plan de estudio, una lista de vocabulario, una lista de materiales y un tiempo aproximado para completar cada sección. Se adjuntan hojas de respuesta del docente u hojas de datos, según corresponda.

Los planes de clases están organizados en cinco temas amplios: geología, minería, procesos de minería, procesamiento de minerales, y minerales y la vida cotidiana. Estos planes se subdividen en tres categorías etarias: de 11 a 13 años, de 13 a 15 años y de 15 a 18 años. En muchos casos, se cubren los mismos temas en cada categoría etaria. Sin embargo, los planes de clases para las categorías etarias mayores tienen actividades adicionales, actividades alternativas de acuerdo con la edad o una mayor complejidad.

Tema: procesos de minería

Este tema aborda los procesos involucrados en la minería, desde la exploración y el desarrollo del sitio hasta la recuperación. El plan de clases principal es un juego en el que los estudiantes explorarán las diversas fases involucradas en el desarrollo de una mina y los aspectos económicos de estas fases. A través de este juego, los estudiantes comprenderán los procesos de toma de decisiones involucrados al determinar si un cuerpo mineral puede extraerse de manera rentable. La complejidad del juego aumenta según la categoría etaria. El misterio del cuerpo mineral es un juego de exploración en el que los estudiantes recolectan muestras básicas de plastilina, analizan su contenido mineral y trazan la extensión de un cuerpo mineral. Los estudiantes más jóvenes investigan el concepto de ventaja mecánica al observar las herramientas simples de minería, y los conceptos de masa, volumen, densidad y gravedad específica en relación con la planificación del oro. En la actividad de recuperación, los estudiantes experimentarán con plantas en crecimiento en paisajes recuperados. Los estudiantes de 15 a 18 años de edad desarrollarán un plan de cierre y recuperación para una mina hipotética y tomarán decisiones respecto de los retos de ingeniería, los impactos ambientales y las repercusiones sociales involucradas en el desarrollo de una mina.

Reglas del terreno - Visualización en línea y recursos de aprendizaje

Como se señaló anteriormente, estos planes de clases están diseñados para utilizarse con *Reglas del terreno: Minería adecuada para un futuro sustentable*. Hay varias opciones disponibles para aplicar la película en su clase:

- **Encargue una copia gratuita de Reglas del terreno en DVD**, que contiene las versiones de la película en inglés, español y francés del sitio web de Caterpillar, <http://www.cat.com/groundrules>.
- **Vea la versión completa de la película en línea** disponible en los idiomas inglés, español y francés, y también en inglés con subtítulos en chino, en <http://www.cat.com/groundrules>.
- **Vea los capítulos individuales de la película** en inglés, español y francés, tal como se hace referencia a ellos en los planes de clases individuales, en nuestro canal de You Tube, <http://youtube.com/catgroundrules>.

El conjunto completo de planes de clases está disponible en <http://www.cat.com/groundrules>, donde se publicará información y actividades adicionales a medida que estén disponibles.

Finalmente, siga las *Reglas del terreno* en línea. Comparta sus experiencias de clases, comentarios e ideas con nosotros. Publique las fotos de sus proyectos y cuéntenos sobre sus logros.

Facebook: <http://tinyurl.com/yzhxrva>

Twitter: <http://twitter.com/catgroundrules>



Acerca de Caterpillar

Durante más de 80 años, Caterpillar Inc. ha construido una infraestructura mundial y, en asociación con su red de distribuidores a nivel mundial, impulsa un cambio positivo y sostenible en cada uno de los continentes. Con ventas e ingresos en 2008 de \$51.324 millones, Caterpillar es el líder en tecnología y el mayor fabricante de equipos de construcción y minería, motores diesel y de gas natural, y turbinas de gas industriales. Para obtener más información, visite www.cat.com.



Acerca de Science North

Science North, que abrió sus puertas en 1984 y está ubicada en Gran Sudbury, es la atracción turística más popular de Ontario del Norte y un recurso educativo para niños y adultos en toda la provincia de Ontario, Canadá. El poder de atracción de Science North radica en su enfoque único en el aprendizaje. El centro de ciencia ha adquirido reconocimiento mundial debido a su estilo único de educación científica interactiva y experiencias de entretenimiento que involucran a las personas en la relación entre la ciencia y la vida cotidiana.

Las atracciones de Science North incluyen un centro de ciencia, el teatro IMAX®, la galería de mariposas, el salón especial de exhibiciones, el planetario digital y Dinamic Earth (Tierra Dinámica), un segundo centro de ciencia que les ofrece a los visitantes una mirada más de cerca a la minería y a las fuerzas geológicas que le dan forma a la Tierra continuamente. Las mismas filosofías utilizadas para enseñar ciencias a los visitantes en Science North se incorporan en cada exhibición en la Tierra Dinámica, que abrió por primera vez en 2003. Este centro de minería y geología combina experiencias de superficie y subterráneas que les permiten a los visitantes trabajar y jugar con equipos y tecnologías de minería reales. Este centro también alberga al famoso Gran Níquel de Sudbury.

Como agencia del gobierno provincial de Ontario, Science North está supervisada por el Ministerio de Cultura provincial. Puede obtener más información en <http://scienorth.ca>.



MASA, VOLUMEN, DENSIDAD Y GRAVEDAD ESPECÍFICA

Descripción

Los estudiantes determinarán la masa, el volumen, la densidad y la gravedad específica de diferentes materiales y los compararán con la densidad del oro. Aprenderán de qué manera estas propiedades permitieron que los primeros mineros cribaran el oro.

VOCABULARIO:

1. Masa
2. Volumen
3. Densidad
4. Gravedad específica
5. Cribado de oro

MATERIALES:

- Película *Reglas del terreno*
- Cilindro graduado (intervalos de milímetros)
- Agua
- Cuerda
- Balanza con pesas
- Calculadora
- Monedas de cobre
- Pesas de plomo para pesca
- Clavos de carpintero de hierro
- Roca de cuarzo
- Roca de granito
- Materiales “misteriosos” que traigan los estudiantes

Introducción (duración: 20 minutos)

Vea el Capítulo 1 “Exploración” de la película *Reglas del terreno*. Céntrense en la sección donde los geólogos criban oro en un riachuelo.

Pregunte a los estudiantes si alguna vez intentaron cribar oro. ¿Sabían cómo funciona y cómo los geólogos separan el oro del agua y otras rocas, arena y cieno? La respuesta está relacionada con las propiedades de masa, volumen, densidad y gravedad específica.

Revise los conceptos de masa y volumen. Cuando pesamos un material, determinamos su masa. Cuando averiguamos qué cantidad de espacio ocupa el material, determinamos su volumen.

La densidad es la relación entre la masa y el volumen de un material.

$$\text{Densidad} = \frac{\text{Masa}}{\text{Volumen}}$$

Si tuviera dos rocas del mismo tamaño, pero una fuera mucho más pesada que la otra, la más pesada tendría mayor densidad. Esto sucede porque los materiales que la forman están compactados de manera más estrecha.



Si pesáramos cada una de las rocas (en gramos) y determináramos su volumen (en centímetros cúbicos), la densidad sería igual a la cantidad de gramos que pesa cada centímetro cúbico de roca.

Muéstreles un ejemplo de dos materiales de aproximadamente el mismo tamaño pero con pesos diferentes. Algunos minerales también son más pesados que otros del mismo tamaño. Por ejemplo, el oro es mucho más pesado que muchos otros minerales.

Los geólogos utilizan una propiedad denominada gravedad específica para determinar si un mineral es más pesado que otro.

La gravedad específica es la cantidad de veces que un mineral pesa más que un volumen igual de agua. Por ejemplo, el oro tiene una gravedad específica de 19,3. Esto significa que una onza de oro será 19,3 veces más pesada que una onza de agua.

$$\text{Gravedad específica} = \frac{\text{Masa (del mineral) en el aire}}{\text{Masa en el aire} - \text{Masa en el agua}}$$

Relacione estas propiedades con el proceso de cribado del oro. Los primeros mineros utilizaron las propiedades de densidad y gravedad específica para desarrollar un método a fin de separar el oro de otros materiales. Sabían que un pedazo de oro era más pesado que el agua y las rocas del mismo tamaño. Por lo tanto, calcularon que, al agregar agua al ceno, la arena y las rocas en la criba, y al agitar la mezcla, el oro más pesado finalmente se ubicaría en la parte inferior de la criba. Luego, tenían que quitar el resto de los materiales de la criba y buscar el oro en la parte inferior. Los principios son fáciles de comprender, pero se requiere de mucha práctica para mejorar el cribado del oro.

Actividad I (duración: 30 minutos)

El objetivo de la actividad es determinar la masa, el volumen, la densidad y la gravedad específica de diferentes materiales y comparar estos valores con las propiedades del oro.

Nota: utilice una cantidad suficiente de cada material para registrar un cambio medible en el nivel del agua dentro del cilindro. Por ejemplo, ate varias monedas juntas en vez de usar una sola.

Paso 1: masa

1. Utilice una balanza para pesar cada material y redondee la medición al gramo más próximo (monedas de cobre, pesas de plomo, clavos de hierro, cuarzo y granito).
2. Registre el peso en gramos en la hoja de trabajo.

Paso 2: volumen

1. Llene un cilindro graduado aproximadamente hasta que esté medio lleno (con la profundidad suficiente para sumergir el material) y registre la cantidad de milímetros de agua que hay en el cilindro.
2. Ate una cuerda al primer material y sumérjalo completamente en el cilindro.
3. El agua debería subir. Lea el nuevo volumen del cilindro en milímetros. La diferencia entre esta medida y la medida de volumen original es igual al volumen de espacio ocupado por el material que se añadió al cilindro.
4. Repita el proceso para cada material.
5. En la hoja de trabajo, registre la cantidad de centímetros cúbicos de volumen ocupado por cada material (tenga en cuenta que 1 milímetro = 1 centímetro cúbico).

Paso 3: densidad

1. Calcule la densidad de cada material por medio de la ecuación anterior. Las unidades deben ser gramos por centímetro cúbico.
2. Registre la densidad en la hoja de trabajo.

Paso 4: gravedad específica

1. La información registrada en el paso 1 es la masa de cada material en el aire.
2. Para determinar la masa de cada material en el agua, deberá registrar la masa del cilindro y el agua combinados, y la masa del cilindro, el agua y el material combinados. La diferencia entre estas dos será igual a la masa del material en el agua.
3. Calcule la gravedad específica mediante esta información y la ecuación anterior.

Actividad II (duración: 20 minutos)

Seleccione 4 materiales “misteriosos” que trajeron los estudiantes. Haga que los estudiantes se turnen para manipular los materiales y solicíteles que los clasifiquen según la densidad o la gravedad específica, desde el valor más bajo hasta el más alto (mediante inspección visual únicamente). Luego, siga el proceso en la actividad I para determinar de manera precisa la densidad y la gravedad específica de los materiales misteriosos. ¿Cómo se comparan las mediciones con las hipótesis?

Análisis (duración: 20 minutos)

¿Qué material tiene la densidad más alta? ¿Cuál tiene la gravedad específica más alta? ¿Qué nos dice eso sobre ese material? ¿Cómo se compara la gravedad específica de estos materiales con la del oro?

Presente una situación en que la clase explotará un área mediante la criba. Si el depósito contenía todos los materiales que se midieron en esta actividad, ¿qué material se encontraría en el fondo de la criba? ¿Qué material se elevaría hacia la superficie de la criba?

Visite cat.com/groundrules para obtener más información, proporcionar comentarios y ver la película *Reglas del terreno* en línea o solicitar una copia de *Reglas del terreno* en DVD.



JUEGO MONOPOLY DE MINERÍA

Descripción

Los estudiantes explorarán las diferentes fases del desarrollo de una mina y los aspectos económicos de estas fases. Comprenderán los procesos de toma de decisiones que se llevan a cabo para determinar si se puede extraer un cuerpo mineral de manera rentable.

VOCABULARIO:

1. Exploración
2. Concesión
3. Perforación
4. Cuerpo mineral
5. Roca estéril
6. Valuación del mineral
7. Ganancia

MATERIALES:

- Película *Reglas del terreno*
- Aproximadamente 500 fichas de póquer (del mismo color)
- Un color de pintura (de distinto color al de las fichas de póquer) y pinceles
- Papel cuadriculado
- Marcadores de colores (dos colores que coincidan con el color de la pintura y el color de las fichas de póquer)
- Dinero ficticio (\$1.000 para cada grupo en billetes de \$5)
- Cronómetros
- Calculadoras

Introducción (duración: 15 minutos)

Vea el Capítulo 1 “Exploración” y el Capítulo 2 “Minería moderna” de la película *Reglas del terreno*.

Analice las etapas del desarrollo de una mina de metal. Ponga énfasis en los procesos de toma de decisiones que se llevan a cabo para decidir si desarrollar o no una mina.

La primera etapa del desarrollo de una mina se llama “Exploración mineral”. Esta fase incluye la identificación de un cuerpo mineral, el trazado de la ubicación y la extensión del cuerpo mineral, la solicitud de concesión, las perforaciones para recolectar muestras básicas, el análisis de las muestras básicas para conocer las características químicas y el contenido mineral, y la determinación del potencial de recursos de la propiedad.

Introduzca el concepto de costos y beneficios. En minería, hay diferentes costos, como por ejemplo, el trabajo de exploración, los procesos regulatorios, los equipos, los retos de ingeniería, el trabajo minero, la capacitación, la salud y la seguridad, y la recuperación de la mina.

Los beneficios de la minería surgen del valor de los metales extraídos. El grado o la concentración del metal, como así también la forma en que aparece, afectarán los costos asociados con la extracción del mineral. Por lo tanto, los costos de la extracción del mineral deben compararse cuidadosamente con el valor del depósito del metal para determinar si la mina puede ser rentable. Las empresas mineras generalmente llevan a cabo estudios de viabilidad para determinar si las minas potenciales son viables.



Analice el concepto de valuación mineral. Los diferentes minerales tienen distintos valores (por ejemplo, una libra de oro vale mucho más que una libra de plomo). El valor del mineral se determina por la demanda de ese mineral para fabricar las cosas que usamos en nuestra vida cotidiana.

Analice el proceso de extracción de minerales. Solo una parte del cuerpo mineral contiene los metales que son de interés. Durante el proceso de minería, los metales de interés se extraen de la roca circundante. La roca estéril que queda se debe desechar de manera responsable desde el punto de vista ambiental. Comúnmente, los volúmenes de roca estéril son mucho más grandes que los volúmenes de metales. La empresa debe decidir dónde apilar la roca estéril y cómo incorporarla en el paisaje recuperado al final del proceso de minería.

Actividad I (duración: 60 minutos + tiempo de preparación de 30 minutos)

El objetivo de la actividad es desarrollar una operación de minería rentable. Los estudiantes deben trabajar en grupos para esta actividad debido a que, en el mundo real, estas decisiones se toman en grupo.

Preparación de los estudiantes (15 minutos):

1. Divida la clase en tres o cuatro grupos que representarán a las empresas mineras.
2. Cada grupo debe elegir un nombre para la empresa y crear un cartel para la empresa (que se utilizará para solicitar la concesión minera).
3. Con el papel cuadriculado, cada grupo deberá preparar un “mapa base” de la habitación donde tendrá lugar la actividad. El mapa debe mostrar todas las características principales, como puertas, ventanas, bancos, mesas, armarios, etc.

Preparación del docente (30 minutos):

1. Pinte un punto en uno de los lados de aproximadamente 100 a 150 fichas de póquer. Las fichas de póquer que queden sin pintar representarán la roca estéril.
2. Mientras los estudiantes están afuera de la habitación, coloque las fichas de póquer en conjuntos en diferentes lugares de la habitación (1 o 2 conjuntos más que la cantidad de grupos de estudiantes que haya). Cada conjunto representa una propiedad que puede o no contener un cuerpo mineral valioso.
3. Coloque aproximadamente el 25 % de las fichas de póquer pintadas con la cara pintada hacia arriba y el resto con la cara pintada hacia abajo.
4. Añada aproximadamente el triple de fichas de póquer sin pintar a cada conjunto (es decir, roca estéril).
5. Lleve una hoja de respuestas que indique cuántas fichas de póquer de cada color se usan en cada conjunto.
6. Proporcione a cada “empresa” un presupuesto de mil dólares en dinero ficticio para que la mina comience a producir.

Actividad:

Antes de comenzar con la actividad, explique a los estudiantes que las fichas de póquer representan minerales y roca estéril, y que algunas de las fichas de póquer pintadas están boca abajo, de manera que no se conozca el alcance total del depósito. El objetivo de la actividad es desarrollar la mina más rentable. Recuerde a los estudiantes que el tiempo es dinero en el proceso de minería, por lo tanto, todas las fases de la minería deben llevarse a cabo lo más rápido posible, pero pensando cuidadosamente.

Fase 1: reconocimiento del sitio:

1. Configure el cronómetro en 10 minutos.
2. Con los marcadores de colores, dos representantes de cada empresa visitarán cada "propiedad" potencial y registrarán puntos en el mapa base donde se encuentran ubicadas las fichas de póquer desconocidas (es decir, las fichas que están boca abajo) y las conocidas (es decir, las fichas con la cara pintada hacia arriba). Esto se denomina mapa de exploración. LAS FICHAS DE PÓQUER NO PUEDEN MOVERSE NI DARSE VUELTA EN ESTE MOMENTO.
3. Cuando termine el trazado, detenga el cronómetro y registre el tiempo transcurrido (10 minutos como máximo).
4. El docente es el banco. Cada equipo debe pagar al banco \$15 por cada minuto utilizado para el reconocimiento del sitio.

Fase 2: solicitud de concesión:

1. Configure el cronómetro en 10 minutos.
2. Durante este tiempo, cada empresa debe examinar el mapa de exploración y decidir dónde van a "solicitar la concesión" (es decir, qué propiedad van a explotar).
3. Cuando se apague el cronómetro, un representante de cada empresa colocará el cartel de la empresa en la propiedad donde quieren la concesión.
4. Solo una empresa puede tener la concesión de una propiedad. La primera empresa que coloque el cartel en la propiedad tiene la concesión. Si hay empate, tire una moneda para desempatar.

Fase 3: perforación de exploración:

1. Configure el cronómetro en 10 minutos.
2. Cada empresa debe perforar hasta seis agujeros en su propiedad. La perforación consiste en dar vuelta hasta 6 fichas de póquer desconocidas para mostrar los tipos de minerales en la parte inferior de estas. El grupo decide cuántas fichas de póquer y qué fichas darán vuelta.
3. La perforación debe completarse antes de que se apague el cronómetro.
4. Cada equipo debe pagar al banco \$30 por cada agujero perforado, ya sea que se haya descubierto algún mineral o no.

Fase 4: desarrollo de la mina:

1. Cada empresa explotará la propiedad en su totalidad al dar vuelta todas las fichas de póquer desconocidas restantes.
2. Registre la cantidad de fichas de póquer explotadas (es decir, la cantidad total de fichas de póquer). Esto incluye las fichas sin pintar (es decir, roca estéril) y las fichas previamente boca arriba, ya que también cuesta dinero extraerlas del suelo.
3. Cada equipo debe pagar al banco \$5 por cada ficha de póquer explotada.

Fase 5: valuación de la mina:

1. Registre la cantidad de fichas de póquer de minerales y fichas de póquer de roca estéril.
2. El banco debe pagar a cada empresa \$50 por cada ficha de póquer de mineral.
3. Cada equipo debe pagar al banco \$5 por cada ficha de póquer de roca estéril para cubrir los costos de eliminación y recuperación.

Análisis (duración: 15 minutos)

¿A qué empresa le sobró más dinero? ¿Qué significa esto (ganancia)? Analice las razones por las que esta mina logró una mayor rentabilidad. Por ejemplo, tenía más contenido mineral en el cuerpo mineral, se minimizaron los costos de exploración, etc. Analice los procesos de toma de decisiones de cada etapa del desarrollo de la mina. ¿Cuál fue la decisión más difícil?

Visite cat.com/groundrules para obtener más información, proporcionar comentarios y ver la película *Reglas del terreno* en línea o solicitar una copia de *Reglas del terreno* en DVD.

© 2009 Caterpillar Inc.



EL MISTERIO DEL CUERPO MINERAL

Descripción

Los estudiantes explorarán los procesos de perforación con extracción de muestras básicas y pruebas geológicas. Los estudiantes recolectarán muestras básicas, las analizarán para conocer su contenido mineral y trazarán la extensión del cuerpo mineral.

VOCABULARIO:

1. Exploración
2. Muestra básica
3. Mineral
4. Cuerpo mineral
5. Roca estéril
6. Muestreo de cuadrícula

MATERIALES:

- Película *Reglas del terreno*
- Plastilina de dos colores
- Pedazos de 2 pulgadas de sorbetes transparentes
- Un palito sin punta (palito de chupetín) que entre en el sorbete y mida más de 2 pulgadas
- Lápices y papel cuadriculado
- Muestras básicas de rocas reales (optativo)
- Lupas (optativo)

Introducción (duración: 30 minutos)

Vea el Capítulo 1 “Exploración” de la película *Reglas del terreno*.

Analice las etapas del desarrollo de una mina de metal. ¿Cómo determinan los geólogos el lugar donde se llevará a cabo el proceso de minería?

Pregunte a los estudiantes si saben qué es un cuerpo mineral. Explíqueles que un cuerpo mineral es un depósito grande de minerales. Los geólogos buscan estos depósitos durante la fase de exploración del desarrollo de la mina.

La fase de exploración incluye la identificación de un cuerpo mineral, el trazado de la ubicación y la extensión del cuerpo mineral, la solicitud de concesión, las perforaciones para recolectar muestras básicas, el análisis de las muestras básicas para conocer las características químicas y el contenido mineral, y la determinación de la aptitud de la propiedad para la minería.

Introduzca el concepto de costos y beneficios. En minería, hay diferentes costos, como por ejemplo, el trabajo de exploración, los procesos regulatorios, los equipos, los retos de ingeniería, el trabajo minero, la capacitación, la salud y la seguridad, y la recuperación de la mina.

Los beneficios de la minería surgen del valor de los metales extraídos. El grado o la concentración del metal, como así también la forma en que aparece, afectarán los costos asociados con la extracción del mineral. Por lo tanto, es importante comprender con precisión las propiedades geológicas de un cuerpo mineral.



Explique que la perforación que se realiza para recolectar muestras básicas es un paso importante en la fase de exploración de la minería. Durante la exploración geológica de un sitio de mina potencial, se usa una plataforma de perforación para perforar la roca y extraer muestras de roca. Estas muestras básicas se analizan para conocer el contenido mineral, las características químicas y otras propiedades geológicas. Toda esta información ayudará a la empresa minera a determinar si vale la pena explotar el cuerpo mineral.

Optativo: si puede obtener una muestra básica de roca real, muéstresela a los estudiantes para que la examinen. También pueden usar lupas para ver la muestra más en detalle. Pídale que describan lo que ven. ¿Es la muestra básica de un color sólido o tiene franjas de varios colores? ¿Pueden ver diferentes tipos de minerales dentro de la muestra?

Actividad (duración: 45 minutos)

El objetivo de la actividad es realizar un trazado preciso de la extensión de un cuerpo mineral según los resultados de la muestra básica.

1. Divida la clase en grupos de 3 a 4 estudiantes.
2. Para cada grupo, pegue con cinta adhesiva un pedazo de papel cuadriculado en el banco y pida a los estudiantes que dibujen un rectángulo que ocupe casi completamente el papel cuadriculado, pero que dejen una o dos filas de cuadrículas visibles en el borde. Las líneas del rectángulo deben trazarse a lo largo de las líneas de las cuadrículas del papel cuadriculado. Etiquete el borde horizontal del rectángulo con letras, una en cada cuadrícula (es decir, A, B, C, D...). Etiquete el borde vertical del rectángulo con números (es decir, 1, 2, 3...). Prepare dos hojas más de papel cuadriculado con las mismas etiquetas y dimensiones del rectángulo (una será la hoja de respuestas y la otra, la de registro).
3. Entregue a cada grupo dos colores de plastilina y explique qué representa cada color (p. ej., el rojo representa el cuerpo mineral y el verde, la roca estéril).
4. Pida a cada grupo que construya un cuerpo mineral arriba del papel cuadriculado dentro de los límites del rectángulo. Deben esparcir el color del cuerpo mineral de manera aleatoria y sin que la plastilina se extienda hasta los bordes del rectángulo.
5. Cada grupo debe hacer un bosquejo de su cuerpo mineral en el papel cuadriculado de la hoja de respuesta y entregárselo al docente.
6. Luego, cada grupo debe esparcir el color que representa la roca estéril arriba de toda la estructura, hasta los bordes del rectángulo. Deben lograr una estructura donde vean únicamente la plastilina del color que representa la roca estéril desde la parte superior y los bordes. La plastilina del color que representa el cuerpo mineral no debe verse en lo absoluto.
7. Los grupos deben intercambiar posiciones de manera que trabajen sobre el cuerpo mineral de otro grupo.
8. Dentro de cada grupo, los estudiantes se turnarán para tomar muestras básicas del cuerpo mineral. Las muestras básicas se recolectan al presionar el sorbete sobre la estructura de plastilina. Luego, se debe sacar el sorbete hacia arriba, extraer la muestra con un palito y examinarla. Utilice las cuadrículas y las letras y los números asociados en los ejes del papel cuadriculado para ubicar de manera precisa la posición de las muestras básicas.
9. Registre los resultados de las muestras básicas en la hoja de registro de papel cuadriculado. Si se observa el color del cuerpo mineral en la muestra básica, ingrese X en la cuadrícula apropiada en el papel cuadriculado. Si no se observa el color del cuerpo mineral, ingrese O en la cuadrícula.

10. Continúe tomando muestras hasta que su grupo considere que tiene suficiente información para trazar la forma del cuerpo mineral.
11. Registre la cantidad de muestras básicas que se necesitan para determinar la forma del cuerpo mineral.
12. Haga un bosquejo de la forma del cuerpo mineral en el papel cuadriculado en base al patrón de X y O registrado en el papel cuadriculado. Compárelo con la hoja de respuestas.

Análisis (duración: 15 minutos)

¿Cuán preciso fue cada grupo para determinar la forma del cuerpo mineral? ¿Qué grupo realizó el mapa del cuerpo mineral más exacto? ¿Qué grupo usó la menor cantidad de muestras básicas para generar su mapa?

Analice cómo este ejercicio se relaciona con la toma de muestras básicas en un cuerpo mineral real. ¿Por qué es importante determinar con precisión la forma del cuerpo mineral? ¿Por qué es importante limitar la cantidad de muestras básicas utilizadas para determinar la forma del cuerpo mineral? Además de la forma, ¿qué más debe saber sobre el cuerpo mineral? Analice cómo podría reunir información de las muestras básicas que recolectó para determinar el volumen del cuerpo mineral.

Visite cat.com/groundrules para obtener más información, proporcionar comentarios y ver la película *Reglas del terreno* en línea o solicitar una copia de *Reglas del terreno* en DVD.

Receta para hacer plastilina

Mezcle 1 taza de harina, $\frac{1}{4}$ de taza de sal y 2 cucharadas de cremor tártaro con 1 taza de agua, 2 cucharaditas de colorante para alimentos y 1 cucharada de aceite en una cacerola. Cocine y revuelva durante 3 a 5 minutos, o hasta que se forme una bola. Amase durante unos minutos en una superficie ligeramente enharinada. Almacene en un envase hermético.



RECUPERACIÓN DE UN SITIO DE MINA

Descripción

Los estudiantes aprenderán cómo se apila e incorpora en el paisaje el destape después del cierre de una mina. Experimentarán el cultivo de plantas en paisajes recuperados con varios tratamientos. Los estudiantes probarán tres variables: el espesor del suelo, la composición del suelo (capas o mezclas) y los nutrientes.

VOCABULARIO:

1. Destape
2. Pila de material
3. Nivelación
4. Tipos de suelo
5. Siembra
6. Estabilidad
7. Germinación de la semilla
8. Nutrientes
9. Planificación de cierre

MATERIALES:

- Película *Reglas del terreno*
- Mezcla de grava, arena y cieno (destape)
- Tierra orgánica
- Cucharaditas de harina de huesos, harina de sangre y potasa, o fertilizante mezclado
- Semillas para césped
- Agua y atomizador
- Acceso a la luz solar o una lámpara
- Paletas pequeñas para jardinería
- Caja de plástico del tamaño de una caja de zapatos
- Jarras medidoras, recipientes grandes para mezclar
- Reglas, calculadoras
- Hoja de datos (proporcionada)

Introducción (duración: 15 minutos)

Vea el Capítulo 8 “Reclamación” (Recuperación) de la película *Reglas del terreno*. Pida a los estudiantes que den las razones por las que los sitios de minas deben recuperarse después del cierre de la mina. Analice los posibles problemas ambientales y de seguridad que pueden ocasionarse si no se recupera el sitio de mina.

Pregunte a los estudiantes qué material se quitó en la mina de carbón antes de que se pudiera llegar al depósito de carbón. Se tuvo que quitar la capa superior del suelo (de un espesor de 60 metros). Esta se denomina “destape”. Pregunte a los estudiantes qué hizo la empresa minera con el destape. Lo apilaron en el sitio de mina y lo guardaron para la recuperación del lugar. Ponga énfasis en el hecho de que la recuperación se debe planificar antes de abrir la mina. Esto se llama “planificación de cierre”. Las empresas mineras tienen que preparar un plan de cierre que cuente con la aprobación del gobierno. Además, tienen que demostrar que obtendrán suficientes ganancias durante la operación de la mina para cubrir los costos de la recuperación.

Pida a los estudiantes que nombren las características que observaron sobre la vegetación natural de la mina de Nueva Guinea en comparación con la vegetación natural del sitio de Wyoming. Pregúnteles cuál de los dos sitios sería más fácil de recuperar. Analice el hecho de que el objetivo de la recuperación es crear un paisaje lo más parecido posible al paisaje natural, pero que esto sería mucho más difícil de lograr en un bosque tropical montañoso que en una región de pradera plana.



Explique que los estudiantes construirán modelos de paisajes recuperados e intentarán hacer crecer plantas sobre ellos. Muestre a la clase a qué se asemeja el destape (mezcla de grava, arena y cieno). Pregúnteles si consideran que las plantas crecerán directamente sobre este y qué necesitan las plantas para crecer (suelo con nutrientes, agua y luz solar). También pregúnteles cómo piensan que harían crecer plantas sobre el destape. Explíqueles que experimentarán con diferentes tipos de suelo y mezclas de nutrientes para ver cuál es el mejor para el crecimiento de las plantas.

Actividad (duración: 30 minutos + observaciones diarias de 5 minutos)

El objetivo de esta actividad es investigar cómo crecerán las plantas sobre un paisaje recuperado con varios tratamientos. Los estudiantes analizarán tres variables: el espesor del suelo, la composición del suelo (capas o mezclas) y los nutrientes.

Cómo construir un paisaje recuperado:

1. Divida la clase en ocho grupos. Entregue a cada grupo una caja de plástico y una paleta para jardinería. El docente también debe tener una caja y una paleta.
2. Cada grupo debe etiquetar su caja de plástico con el número de su grupo (1 a 8) y el docente debe etiquetar su caja con el número 9.
3. Cada grupo debe calcular el área de la parte inferior de la caja al multiplicar la longitud por el ancho.
4. Cada grupo tendrá que determinar el volumen del destape necesario para realizar una capa de 5 cm (2") en la parte inferior de la caja al multiplicar el área de la caja por 5 cm (2"). Cada grupo debe medir el volumen apropiado del destape, verterlo en la caja y alisarlo para lograr una superficie plana de espesor uniforme. También debe medir la profundidad de la capa con una regla en varios lugares de la caja para garantizar que el espesor sea uniforme.
5. Cada grupo preparará un modelo de paisaje recuperado diferente con distintos espesores y mezclas de suelo. Utilice el método del paso 4 para calcular los volúmenes de suelo necesarios a fin de preparar varias capas de suelo de diferentes espesores.
6. Cada grupo debe describir la composición de todos los paisajes recuperados en la hoja de datos.

Grupo 1 (capa de tierra delgada):

1. Mida un volumen de tierra orgánica que forme una capa de exactamente 1 cm (1/2") de espesor cuando se lo coloque en la parte superior de la capa de destape.
2. Esparza la tierra orgánica directamente en la parte superior de la capa de destape. Tenga cuidado de que no se mezclen ambas capas.

Grupo 2 (capa de tierra delgada, fertilizante):

1. Mida un volumen de tierra orgánica que forme una capa de exactamente 1 cm (1/2") de espesor cuando se lo coloque en la parte superior de la capa de destape. Colóquelo en un recipiente para mezclar.
2. Añada 1 cucharadita de harina de huesos, harina de sangre y potasa (o 1 cucharadita de un fertilizante mezclado). Mezcle bien el fertilizante con la tierra orgánica.
3. Esparza la mezcla en una capa en la parte superior de la mezcla de destape. Tenga cuidado de que no se mezclen ambas capas.

Grupo 3 (espesor mediano de la capa de tierra):

1. Mida un volumen de tierra orgánica que forme una capa de exactamente 2,5 cm (1") de espesor cuando se lo coloque en la parte superior de la capa de destape.
2. Esparza la tierra orgánica directamente en la parte superior de la capa de destape. Tenga cuidado de que no se mezclen ambas capas.

Grupo 4 (espesor mediano de la capa de tierra, fertilizante):

1. Mida un volumen de tierra orgánica que forme una capa de exactamente 2,5 cm (1") de espesor cuando se lo coloque en la parte superior de la capa de destape. Colóquelo en un recipiente para mezclar.
2. Añada 2 cucharaditas de harina de huesos, harina de sangre y potasa (o 2 cucharaditas de un fertilizante mezclado). Mezcle bien el fertilizante con la tierra orgánica.
3. Esparza la mezcla en una capa en la parte superior de la mezcla de destape. Tenga cuidado de que no se mezclen ambas capas.

Grupo 5 (capa gruesa de tierra):

1. Mida un volumen de tierra orgánica que forme una capa de exactamente 4 cm (1 ½") de espesor cuando se lo coloque en la parte superior de la capa de destape.
2. Esparza la tierra orgánica directamente en la parte superior de la capa de destape. Tenga cuidado de que no se mezclen ambas capas.

Grupo 6 (capa gruesa de tierra, fertilizante):

1. Mida un volumen de tierra orgánica que forme una capa de exactamente 4 cm (1 ½") de espesor cuando se la coloque en la parte superior de la capa de destape. Colóquela en un recipiente para mezclar.
2. Añada 3 cucharaditas de harina de huesos, harina de sangre y potasa (o 3 cucharaditas de un fertilizante mezclado). Mezcle bien el fertilizante con la tierra orgánica.
3. Esparza la mezcla en una capa en la parte superior de la mezcla de destape. Tenga cuidado de que no se mezclen ambas capas.

Grupo 7 (mezcla de tierra y destape):

1. Mida un volumen de tierra orgánica que forme una capa de exactamente 2,5 cm (1") de espesor cuando se lo coloque en la parte superior de la capa de destape.
2. Mezcle bien la tierra orgánica con la capa de destape. Alise la superficie de la mezcla de tierra orgánica y destape.

Grupo 8 (mezcla de tierra y destape, fertilizante):

1. Mida un volumen de tierra orgánica que forme una capa de exactamente 2,5 cm (1") de espesor cuando se lo coloque en la parte superior de la capa de destape. Colóquelo en un recipiente para mezclar.
2. Añada 2 cucharaditas de harina de huesos, harina de sangre y potasa (o 2 cucharaditas de un fertilizante mezclado). Mezcle bien el fertilizante con la tierra orgánica.
3. Mezcle bien la tierra orgánica y el fertilizante en la capa de destape. Alise la superficie de la mezcla de tierra orgánica, fertilizante y destape.

Cómo añadir las plantas (todos los grupos)

1. Cada grupo y el docente deben esparcir 4 cucharaditas de semillas de césped lo más uniformemente posible en toda la superficie del paisaje recuperado.
2. Apisone suavemente las semillas en la superficie del suelo.
3. Con el atomizador de agua, el docente debe rociar una cantidad abundante de agua de manera uniforme sobre la superficie del paisaje recuperado. Se debe contar y registrar la cantidad total de veces que se roció la superficie.
4. Cada grupo debe rociar sus paisajes recuperados la misma cantidad de veces.
5. Coloque todas las cajas cerca de una ventana o debajo de una lámpara que se encienda durante el día y se apague durante la noche.

Observaciones diarias (todos los grupos)

1. Riegue los modelos de paisajes recuperados todos los días con un atomizador y asegúrese de hacerlo la misma cantidad de veces en cada caja. Añada una cantidad adicional de agua los viernes, de manera que tengan suficiente agua para pasar el fin de semana.
2. Cada grupo debe hacer observaciones diarias de todos los modelos de paisajes recuperados en su hoja de datos. Continúe haciendo observaciones diarias hasta que el césped crezca bien en al menos uno de los modelos.

Análisis (duración: 15 minutos)

¿Qué variables se mantuvieron constantes en este experimento? Agua, luz, semillas de césped, capa de destape, terreno plano. ¿Qué variables se analizaron en este experimento? (espesor de la tierra orgánica, capas contra mezclas de tierra orgánica y destape, fertilizantes [nutrientes]). ¿Qué otras variables se podrían haber analizado? (diferentes tipos de semillas, terrenos con pendientes, diferentes cantidades de fertilizantes, etc.)

¿En cuál de los paisajes recuperados las plantas crecieron mejor o peor? ¿En cuál de los paisajes recuperados las plantas crecieron más rápido? ¿En cuál las plantas parecen ser las más sanas? ¿Eran correctas las hipótesis de los estudiantes? ¿Qué necesitan las plantas para crecer en un paisaje recuperado? Según los resultados del experimento, si tuviera que planificar un paisaje recuperado, ¿cómo lo diseñaría?

Explique que este experimento es una simple demostración de la recuperación de un paisaje plano de un ecosistema de pradera. Analice qué sería necesario para recuperar un paisaje de un ecosistema de bosque o crear un paisaje con una topografía variada.

Visite cat.com/groundrules para obtener más información, proporcionar comentarios y ver la película *Reglas del terreno* en línea o solicitar una copia de *Reglas del terreno* en DVD.

Hoja de datos para la recuperación de un sitio de mina

A) Hipótesis y observaciones iniciales

Fecha: _____

1. Describa la composición de los paisajes recuperados.

Paisaje 1:

Paisaje 2:

Paisaje 3:

Paisaje 4:

Paisaje 5:

Paisaje 6:

Paisaje 7:

Paisaje 8:

Paisaje 9:

¿Qué paisaje es el patrón de comparación? ¿Por qué?

2. ¿En qué paisaje considera que las plantas podrán crecer mejor? ¿Por qué?

3. ¿En qué paisaje considera que las plantas no podrán crecer en lo absoluto? ¿Por qué?

B) Observaciones diarias

Cantidad de días hasta que las plantas comienzan a crecer en al menos uno de los paisajes recuperados: _____

El primer día en que se observe el crecimiento de la planta en al menos uno de los paisajes recuperados, comience a hacer observaciones diarias y complete una tabla para cada día. Copie la siguiente tabla para cada día según sea necesario hasta el final del experimento.

Fecha: _____

Observaciones	1	2	3	4	5	6	7	8	9
¿Se observa crecimiento? (Sí/No)									
% de superficie cubierta con plantas (%)									
Altura de la planta más alta (mm)									
¿Considera que las plantas se ven sanas? (Sí/No) Describa.									
Otras observaciones									



LA VENTAJA DE LA CARRETILLA

Descripción

Los estudiantes explorarán de qué manera las máquinas simples y complejas facilitan el trabajo en un sitio de mina.

VOCABULARIO:

1. Carga
2. Fuerza
3. Ventaja mecánica
4. Plano inclinado
5. Cuña
6. Polea
7. Tornillo
8. Rueda y eje
9. Palanca
10. Máquina simple
11. Máquina compleja

MATERIALES:

- Película *Reglas del terreno*
- Cajas de cartón (del tamaño de una caja de zapatos)
- Pedazos de cartón (divisorios)
- Palos largos o espigas de madera
- Pistola adhesiva
- Dinamómetros
- Pesas u objetos para utilizar como pesas
- Variedad de materiales de construcción o artesanales
- Ruedas y ejes (optativos)
- Calculadoras

Introducción (duración: 20 minutos)

Vea el Capítulo 2 “Minería moderna” de la película *Reglas del terreno*.

Analice de qué manera las máquinas simples y complejas se utilizan para ayudar a los mineros a extraer mineral de un cuerpo mineral. Se utiliza una amplia variedad de máquinas en el proceso de minería para ayudar a los mineros a hacer su trabajo de una manera más eficaz al disminuir la cantidad de esfuerzo y tiempo requeridos para completar las tareas.

Pregunte a los estudiantes si conocen la diferencia entre una máquina simple y una compleja. Describa los seis tipos de máquinas simples para levantar o mover objetos: plano inclinado, cuña, polea, tornillo, rueda y eje, y palanca. Estas seis máquinas simples pueden funcionar solas o en conjunto. Si se colocan dos o más máquinas simples juntas, se obtiene una máquina compleja que facilita aún más el trabajo.

Presente el concepto de ventaja mecánica. Explique que se puede medir la eficacia de una máquina al calcular la ventaja mecánica. La ventaja mecánica se puede utilizar para determinar en qué grado el trabajo se vuelve más fácil con la ayuda de la máquina. La ventaja mecánica es igual a la cantidad de veces que una máquina multiplica el esfuerzo que usted realiza (o la fuerza).

Para calcular la ventaja mecánica, divida la carga por la fuerza de la siguiente manera:

$$\text{Ventaja mecánica} = \frac{\text{Carga}}{\text{Fuerza}}$$



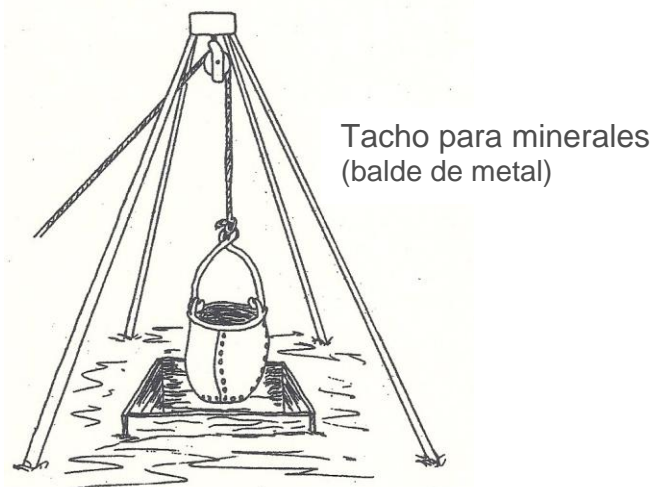
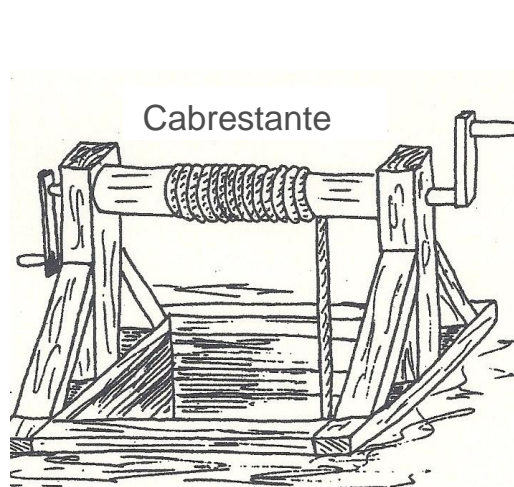
Dé un ejemplo en el pizarrón: si una roca pesa 100 lb (carga) y creamos una máquina simple que requiere que usemos 50 lb de nuestra fuerza para levantar la roca, entonces la ventaja mecánica de nuestra máquina sería 2 (es decir, $100/50 = 2$). En otras palabras, la máquina simple multiplicó nuestro esfuerzo por 2. Nos permitió realizar el trabajo con la mitad del esfuerzo que hubiera sido necesario para realizar el trabajo sin la máquina.

A medida que la ventaja mecánica aumenta, la máquina se vuelve más eficaz y el minero realiza menos esfuerzo. Esto permite realizar una mayor cantidad de trabajo. Los ingenieros pueden usar la fórmula de ventaja mecánica para realizar modificaciones a las máquinas existentes a fin de mejorar aún más la eficacia.

Analice la conexión entre las máquinas y la minería. A principios del siglo XIX, los mineros utilizaban muchas máquinas simples y complejas para aumentar la eficacia del proceso de minería. Estos son algunos ejemplos de estas primeras máquinas:

- Carretilla: rueda y eje, palancas, tornillos
- Pico: palanca, cuña
- Pie de cabra: palanca, cuña
- Tabla de concentración: plano inclinado
- Cabrestante: palanca, rueda y eje, tornillo
- Tacho para minerales: polea, tornillo, rueda y eje

En la actualidad, se utilizan muchas más máquinas complejas en minería, pero los conceptos básicos de ventaja mecánica todavía se aplican.



Analice las dos máquinas simples que forman la carretilla: palanca, rueda y eje. La palanca lo ayuda a levantar la carga; la rueda y el eje, a mover la carga. Esta actividad explorará cómo se utiliza la palanca en la carretilla para crear una ventaja mecánica.

Actividad I (duración: 20 minutos)

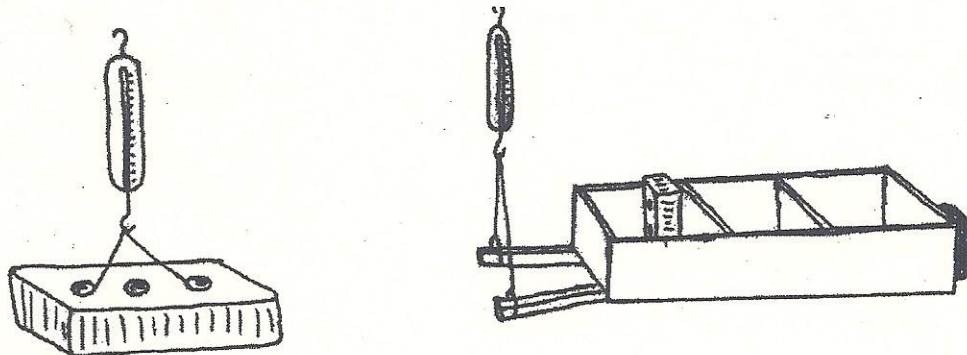
En esta actividad, los estudiantes construirán un modelo de carretilla y explorarán de qué manera la ubicación de la carga afecta la ventaja mecánica de la carretilla.

Recuerde a los estudiantes que una carretilla es en realidad una máquina compleja, ya que está hecha con una rueda y un eje en el extremo de dos palancas. Sin embargo, no es necesario usar una rueda ni un eje para esta actividad.

1. Pida a los estudiantes que construyan una carretilla con una caja de cartón y palos largos o espigas de madera. Sujete pedazos adicionales de cartón en el interior de la caja para dividirla en al menos 3 secciones desde la parte delantera hasta la trasera. Cuanto más secciones tenga, más datos podrá recolectar. Pegue dos palos largos o espigas de madera a la parte inferior de la caja en forma de V, como se muestra a continuación. Los palos deben extenderse más allá de ambos extremos de la caja. En uno de los extremos, los palos se deben sujetar a los bordes externos de la caja para crear las manijas. En el otro extremo, los palos se deben sujetar más cerca uno del otro para formar las palancas.



2. Con un dinamómetro, pese el objeto que está utilizando para representar la carga. Luego añada el objeto a la sección de la carretilla que esté más cerca de las manijas. Coloque un dinamómetro en las manijas y levante la carretilla para determinar la fuerza ejercida para levantar la carga.



3. Calcule la ventaja mecánica.
4. Cambie la ubicación de la carga y colóquela en la próxima sección. Luego, registre la ventaja mecánica. Repita el proceso para cada sección.

¿Qué posición obtuvo la ventaja mecánica más alta? ¿Por qué? Recuerde, cuanto mayor sea el valor de la ventaja mecánica, más fácil le resultará realizar el trabajo. ¿Cuál es el mejor lugar para colocar los materiales en la carretilla?

Actividad II (duración: 20 minutos)

Divida la clase en grupos de 2 a 4 estudiantes. Mediante una variedad de materiales de construcción o artesanales disponibles en el aula, solicite a los grupos que creen una carretilla que consideren que tendrá la mayor ventaja mecánica. Cada grupo debe calcular la ventaja mecánica de su carretilla.

Análisis (duración: 15 minutos)

Actividad I:

¿De qué manera la ubicación de la carga dentro de la carretilla afecta la ventaja mecánica? ¿Qué posición dentro de la carretilla obtuvo la ventaja mecánica más alta? ¿Por qué? Cuanto más lejos se encuentre usted de la carga y cuanto más cerca del eje esté la carga, más fácil será levantarla.

Actividad II:

Analice qué alteraciones mejoraron la ventaja mecánica y cuáles no. ¿Por qué?

Visite cat.com/groundrules para obtener más información, proporcionar comentarios y ver la película *Reglas del terreno* en línea o solicitar una copia de *Reglas del terreno* en DVD.