

Parte I: Luz, Circulos, Diametros y radio utilizando las características físicas del sol

El siguiente material **no es una lección**, es sólo una experiencia que utilicé en Sudáfrica, Japón, Italia, Escocia y Estados Unidos). Eso no significa que funcionará en Puerto Rico.

En este módulo los estudiantes deben identificar por sí mismos las diferentes partes del Sol. La única indicación será dónde comenzar la exploración. Dirija al estudiante para que la exploración sea desde el centro del Sol y dirigida hacia afuera en el panel táctil.

Materiales:

modelo a escala de nuestro Sol

linterna

hula hoop

Galletas grandes redondas

Grafica táctil de llamarada solar

Caja de refrigerador o carton que recoja de alguna tienda de muebles. Por ejemplo yo use la caja de una lavadora que me regalaron en roomsToGo.

plano cartesiano tridimensional

1. Hacer un modelo táctil a escala de nuestro sol.
2. Ese modelo táctil a escala de las diferentes regiones del sol representa la fotosfera con una separación de 0,1 cm y el núcleo con un círculo de radio 40 cm.
3. Explique al/la estudiante que frente a si tiene un modelo táctil y sonoro del sol.

Use un hula-hoop para mostrar qué es un círculo. Coloque al estudiante dentro del aro de hula hoop e ajuste el aro del hula hoop a la marca del núcleo del sol en el diagrama. El/la estudiante debe notar que el borde del hula hoop coincide con el arco de goma del modelo táctil. Remueva el hula hoop. De al estudiante algo para medir. Puede ser una cuerda cuidadosamente hecha con nudos cada cinco centímetros.

Coloque al estudiante frente a la marca en el centro del núcleo (el estudiante puede estar dentro del hula hoop). Dígale al estudiante que manteniéndose con su barriga alineada con la marca extienda ambos brazos hacia adelante para trazar un círculo completo que le rodee. (I.e rodeando el hula hoop). Pregunte al/la estudiante que forma es? Lleve al estudiante a entender se encuentra en el centro de un círculo (Puede usar el hula hoop para mas apoyo al estudiante en esta compleja parte de la experiencia) Que cantidad de círculo hay frente a la/el estudiante? (la mitad) y detrás la mitad. Cuantas mitades de círculo necesito para hacer un círculo completo? (respuesta 2).

El estudiante se encuentra ahora en el centro del Sol donde se produce la energía.

Ahora usando el cordón con nudos pida a la/el estudiante que mida de extremo a extremo cuanto mide el círculo. con el cordón

de nudos... ese es el diámetro....(extiende el cordón de puntos a lo largo de la regla, bastón, etc que usaste) ¿cuánto mide? En centímetros...

¿Puedes encontrar la mitad de ese diámetro? ¿Como lo harías?
(Divido entre 2 el diámetro o doble la cuerda.

Estando dentro del círculo es como estar en el centro de una galleta. La maestra/maestro tal vez quiera ilustrar con una galleta con un punto en el centro. Es similar a cortar una galleta en dos trozos del mismo tamaño. Corta la galleta en dos partes iguales, el círculo....

¿Cuántos semicírculos tienes? ¿Cuántos semicírculos necesitas para formar un círculo completo?

4. Describe el material utilizado para realizar el modelo y por qué tiene el tamaño que tiene.
5. Ejemplo: Este es un modelo a escala de las diferentes regiones del Sol. La escala elegida representaría la fotosfera con una separación de 0,1 cm y el núcleo con un círculo de radio 40 cm. Se debe guiar al estudiante para que toque el círculo (arco) que representa el núcleo. Toca y explora las líneas que marcan cada capa. El

modelo ha sido preparado sobre una tabla de espuma, las diferentes regiones del Sol están separadas por una línea gruesa, que dibuja un gran arco, por lo que cada vez que sientas el gran arco estarás entrando y saliendo de una región diferente del Sol. . Pregunte a los estudiantes: ¿Cuántas capas se muestran? Respuesta: Siete: núcleo, zona radiativa, zona convectiva, fotosfera, cromosfera, zona de transición y corona. También notará que los arcos se harán más grandes a medida que se aleje del núcleo.

Utilize una esfera de 2 cm de diámetro para representar el tamaño de la Tierra en la escala de este modelo táctil.

El modelo ha sido realizado sobre una tabla de foam, las diferentes regiones del sol están separadas por una línea gruesa, que dibuja un gran arco, por lo que cada vez que sientas el gran arco estarás entrando y saliendo de una región diferente del Sol. . También notará que los arcos se harán más grandes a medida que se aleje del núcleo. Dígle al estudiante que lleve sus manos al extremo izquierdo del tablero y encuentre el arco grande.

Ahora exploran todo completo con sonido.....y vibración....

Identifique las siguientes partes:

1.Núcleo: (explicación sugerida) La parte blanda del modelo es una escala del núcleo, el radio del núcleo. Siente lo grande que es. Aquí es donde se genera la energía del sol mediante fusión nuclear. Tiene un radio de 175.000 km. El núcleo real es 291.666.666 veces el que estás tocando. Tiene una temperatura de aproximadamente 15 millones de grados centígrados.

2.Zona radiativa:

Explicación sugerida: La siguiente región es la zona radiativa. En la zona radiativa, la energía generada por la fusión nuclear en el núcleo se mueve hacia afuera en forma de radiación electromagnética. En el modelo táctil encontrarás grandes flechas hechas con papel de lija. Observe que esas flechas apuntan en dirección opuesta al núcleo. Lo que significa que la energía se está alejando del núcleo. La zona radiativa mide aproximadamente 315.000 km, por lo que es 630.000.000 veces la zona radiativa que estás tocando. La temperatura aquí es de unos 5 millones de grados centígrados.

3. Zona de convección y/o convectiva: Explicación sugerida:

En esta zona grandes burbujas de plasma caliente se mueven hacia la superficie. Este proceso se llama convección. En este modelo táctil la convección está representada por los 4 hilos de cuentas. Se colocan en el modelo en forma de arcos formando dos círculos. Cada círculo tiene dos espacios. Pida al estudiante que encuentre los dos círculos. Los dos segmentos de cada círculo nos recuerdan el proceso de convección. Un segmento sube con gas caliente. El otro segmento desciende con gas frío. Pida al alumno que mueva las manos en movimientos circulares. La energía se transporta mediante el movimiento del gas en la zona de convección. La zona convectiva del Sol tiene unos 200.000 km de espesor y una temperatura de aproximadamente 1 millón de Kelvin.

Es posible que desee advertir al estudiante que realiza la exploración táctil que está cerca de alcanzar la superficie del Sol.

4.Fotosfera: Explicación sugerida: Esta es la superficie visible del Sol. Esta es la región donde se emite la luz que podemos ver con el ojo humano. Sienta su ancho y observe cuán pequeña es esta región. La fotosfera tiene unos 500 km de espesor y una temperatura de 5800 Kelvin. En la fotosfera aparecen manchas solares y otras características, como llamaradas, que están relacionadas con la actividad solar.

Es posible que desee advertir al estudiante que realiza la exploración táctil que está cerca de alcanzar la atmósfera solar. La atmósfera solar tiene tres capas: la cromosfera, la zona de transición y la corona. La temperatura y la densidad disminuyen a medida que avanza hacia afuera hasta llegar a la zona de transición. La temperatura aumenta a medida que avanza hacia la zona de transición.

5. Cromosfera: Explicación sugerida: Esta región es casi invisible para el ojo humano. Tiene unos 1.500 km de espesor. En esta capa la energía se transfiere por radiación. La cromosfera absorbe la energía luminosa de la fotosfera y la libera en forma de luz roja. La temperatura en la

cromosfera es de unos 4500 Kelvin, esto es más baja que la temperatura de la fotosfera.

6. Zona de transición: Explicación sugerida: Esta capa tiene unos 8500 km de espesor. Aquí la temperatura aumenta de miles de Kelvin a millones de Kelvin.

7. Corona: La corona se extiende unas 20 veces el radio solar hacia el espacio. La temperatura es de millones de Kelvin. La radiación y las partículas en forma de viento solar escapan del Sol al espacio. Puedes medir algún marcador (un edificio cercano, por ejemplo) a 27 m (92 pies). Esto representaría el tamaño de la corona. Encuentre otro marcador a 300 m (0,2 millas o 984 pies) y esa sería la ubicación de la Tierra.

Parte 2. Emision de luz

Las llamaradas solares son explosiones que ocurren en la fotosfera. Liberan una gran cantidad de energía. Cuando hay una erupción solar, normalmente se puede detectar en la Tierra como una explosión de radio con un equipo muy simple. Aunque no podemos escuchar las ondas de radio directamente, podemos

utilizar un receptor de radio para transformar las ondas de radio en ondas sonoras.

Puede descargar un archivo de audio de muestra de una explosión solar desde: <http://jupiter.wcc.hawaii.edu/wcc0921002304utsolarburst.mp3>

Deje que los estudiantes escuchen esta o cualquier otra muestra de audio de una explosión solar. Los estudiantes deben identificar un cambio de intensidad en la grabación cuando ocurre la explosión solar.

Escucha y siente una llamarada solar. (hacer los dibujos con pega y en el plano cartesiano)

Contando beats o desde la grafica...Puedes determinar cuanto duro la emisión?

El sol es una fuente de luz que se propaga. Otro fenómeno que causa disturbios que se propagan es los hollos negros. Ese disturbio es un campo. Un ejemplo es cuando subo una cuesta. Los hollos negros suceden cuando una estrella agota su combustible. El hollo negro... atrae muchas cosas hacia él. Vamos a explorar ese campo expandiendose a traves de Estudiar sensorialmente una gráfica de luz de rayos X. (preparar la gráfica y que la escaneen con el detector de luz... orquestar....y olla con pinches y un diodo o sobre el plano cartesiano tridimensional). Usemos la técnica que usamos antes para

escuchar la duración de las ráfagas de rayos X/ de cada una, y ya que cada emisión sale de un área usando la duración de cada una puedes usar eso para calcular aproximadamente qué tan grande es una región emisora y, dado que la fuente es un agujero negro, nos da el diámetro aproximado del agujero negro.

Y como podemos determinar cuánto dura cada ráfaga? Puedo determinar el tiempo que dura a través de la ilustración gráfica que amablemente me entregó la maestra o puedo escuchar los datos y contar las notas.

Y para qué quiero saber esto? Y cómo se relaciona esto con el radio del Sol?

El radio de un agujero negro está relacionado con su masa mediante la sencilla fórmula $R = 3 M$. Podemos escuchar la curva de luz de una fuente de rayos X utilizando un prototipo de sonificación. (ponga un enlace para que la gente aprenda a usarlo) El eje x, el que está alineado a tu estómago, es el tiempo en días y el eje y (el que está alineado con tu espalda) es el brillo de los rayos x (intensidad de la luz en los rayos x). Como tu sabes que la emisión de rayos x está aumentando? Identifique la duración de los períodos de tonos crecientes a decrecientes que pueden tener un comportamiento similar.

Es posible que también quieras reproducir en el board táctil. Sensorialmente, ¿podrá identificar cuál es la duración **promedio** de las llamadas que identificó en el gráfico de rayos X? La luz viaja a una velocidad de 300.000 km/s. ¿Cuántos kilómetros de ancho tiene la región emisora de rayos X según el tiempo promedio de las tres llamadas de rayos X? (la distancia es la velocidad multiplicada por el tiempo) El tamaño de la región emisora de rayos X es una estimación aproximada del diámetro del agujero negro. Por razones relacionadas con la relatividad, una mejor estimación del tamaño del agujero negro será 100 veces más pequeña que su respuesta.

¿Podrías estimar cuál es la masa del agujero negro en masas solares?

Respuesta: usas $R=3m$

Ya tienes el diametro.

Divide el diametro entre 2 y tienes el radio.

Despeja para dejar la m sola

$$R/3 = \text{masa.}$$