

# 01

## Equilibrio radiativo y albedo de la superficie de la tierra

### Acerca de esta actividad

Esta actividad demostrará la influencia de la reflectividad de la superficie de la tierra (medida por el albedo) influencia la temperatura de esta. Aprenderás además los conceptos de temperatura de equilibrio y equilibrio radiativo.

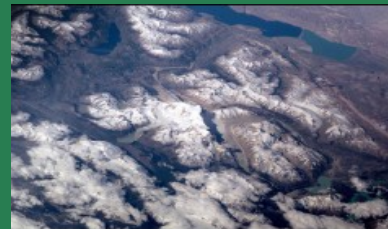


Imagen de una parte de la superficie de la tierra, tomada desde la estación espacial internacional. Aquí se puede apreciar la gran variedad de materiales y colores presentes en la superficie, los cuales reflejan en diferentes cantidades la luz que les llega del sol.

*Credito: NASA*

### Qué hacer

**Importante:** maneja con mucho cuidado los termómetros.

1. Toma todos los elementos del *Paquete 1*.
2. Retira el protector de los termómetros e inserta un termómetro en cada pelota, uno representará la tierra sin hielo o nieve, el otro una tierra congelada.
3. Retira el bombillo de su caja y enróscalo en la roseta que se encuentra en la parte superior de la base negra. Conecta el enchufe y prende la fuente con el switch. Apunta la fuente de luz a las pelotas de icopor de modo que sean irradiadas con la misma intensidad.



4. Mide la temperatura ( $T$ ) de los dos bloques cada 30 segundos con el cronómetro del *Paquete 2*, anota los resultados en la tabla y gráficelos.

t en s	0	30	60	90	120	150	180	210	240	270	300
T negro en °C											
T blanco en °C											

5. Guarda el cronómetro en el *Paquete 2*. Apaga el bombillo con el switch, desconecta la base y espera a que el bombillo se enfríe para retirarlo de la roseta y ponerlo en su caja. Pon los protectores a los termómetros. Guarda todo en el *Paquete 6*.

### Lo que necesitarás

Fuente de luz

2 pelotas de icopor con sus bases, una pintada de negro y otra de blanco

2 termómetros

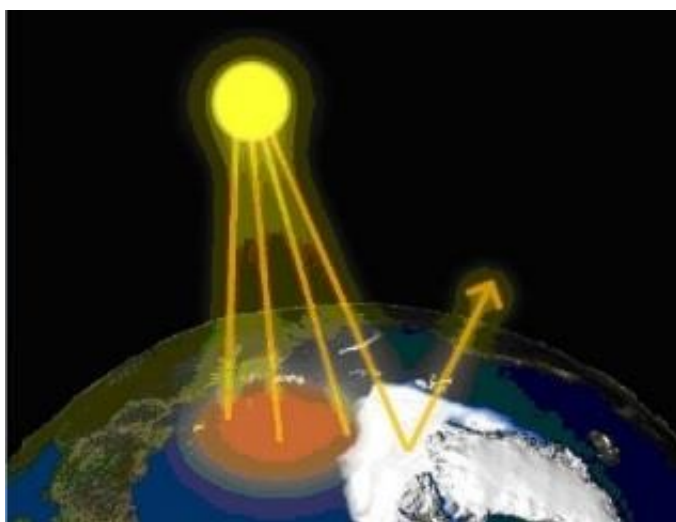
Cronómetro



## Lo que está sucediendo

En esta actividad se observa que la pelota blanca se calienta más que el aluminio oscurecido. Esto se debe a que las superficies claras tienen un albedo alto: la luz que incide sobre estas superficies es reflejada en su mayoría y solo una pequeña fracción de luz es absorbida, calentándose muy poco el aluminio. La pelota negra, por el contrario, tiene un albedo bajo y absorbe una mayor cantidad de la luz que incide sobre el, por lo que se calienta mucho más.

Sobre la superficie de la tierra sucede lo mismo: en la imagen de abajo la luz del Sol es absorbida por los océanos oscuros (con albedo bajo) y reflejada por los glaciares (con albedo alto).



*Crédito: NASA*

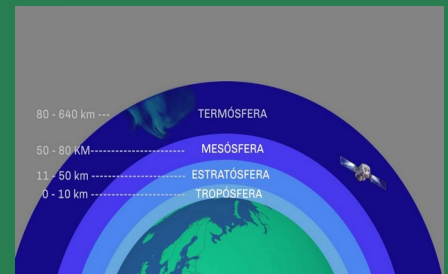
Otro hecho interesante es que la temperatura de ambos bloques de aluminio deja de aumentar. Cuando la luz incide sobre estos, la energía que absorben los calienta (aumenta su temperatura) y al calentarse, los bloques irradian energía térmica. Entre más calientes, más energía irradian. En algún punto llegan a un equilibrio radiativo: la energía absorbida es igual a la irradiada. La temperatura a la que esto sucede se conoce como temperatura de equilibrio.

# 02A

## Calentamiento de diferentes capas atmosféricas

### Acerca de esta actividad

La atmósfera juega un papel fundamental en el clima de la tierra. En esta actividad verás que la radiación directa la calienta solo ligeramente, en contraste a la radiación térmica emitida por el suelo.



En esta imagen se muestran las capas de la atmósfera y la distancia a la que se encuentran de la superficie de la tierra.

Crédito: Servicio Meteorológico Nacional Argentina

### Lo que necesitarás

Fuente de luz

Vaso

2 termómetros

2 ganchos de ropa

Cronómetro

### Qué hacer

1. Toma el vaso y el cronómetro del *Paquete 2*.
2. Toma los dos termómetros del *Paquete 1*. Retira el protector de los termómetros y usa dos ganchos de ropa de tu casa para poner un termómetro cerca al fondo del vaso y otro a la mitad del vaso, como se ve en la figura.



3. Toma la base negra y la caja del bombillo del *Paquete 1*. Saca el bombillo de la caja y enróscalo en la roseta que se encuentra en la parte superior de la base. Conecta el enchufe y prende el bombillo con el switch.
4. Sostén la fuente de luz sobre el vaso tan verticalmente como sea posible.
5. Mide la temperatura en cada termómetro cada 30 segundos y anótalas en una tabla como la siguiente.

t en s	0	30	60	90	120	150	180	210	240	270	300
T en el fondo °C											
T en el medio °C											

6. Apaga el bombillo con el switch, desconecta la base y espera a que el bombillo se enfríe para retirarlo de la fuente y ponerlo en su caja. Ponle los protectores a los termómetros y guarda la caja del bombillo, la fuente y los termómetros en el *Paquete 1*. Guarda el vaso y el termómetro en el *Paquete 2*.



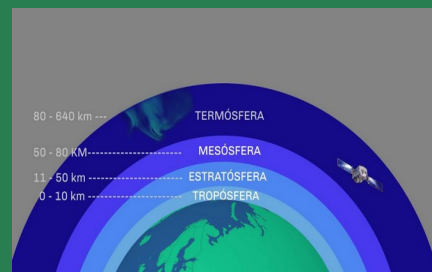
# 02B

(Opcional)

## Calentamiento de diferentes capas atmosféricas

### Acerca de esta actividad

La atmósfera juega un papel fundamental en el clima de la tierra. En esta actividad se usará una analogía sencilla para ilustrar cómo la radiación solar que absorbe el suelo y es luego reemitida, calienta progresivamente las capas de la atmósfera.



En esta imagen se muestran las capas de la atmósfera y la distancia a la que se encuentran de la superficie de la tierra.

Crédito: Servicio Meteorológico Nacional Argentina

### Lo que necesitarás

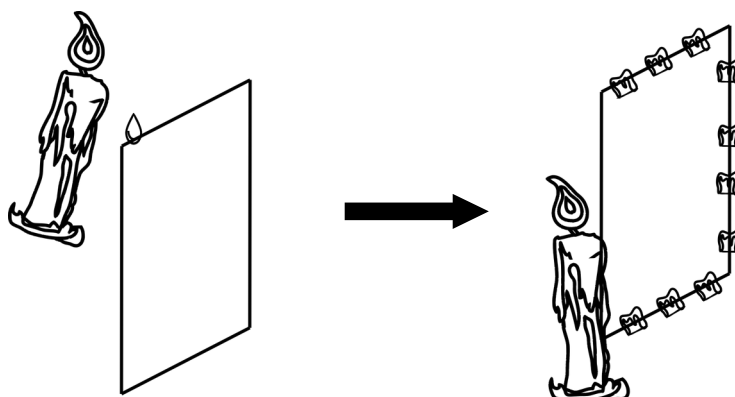
Vela de cera

Alambre

Plastilina

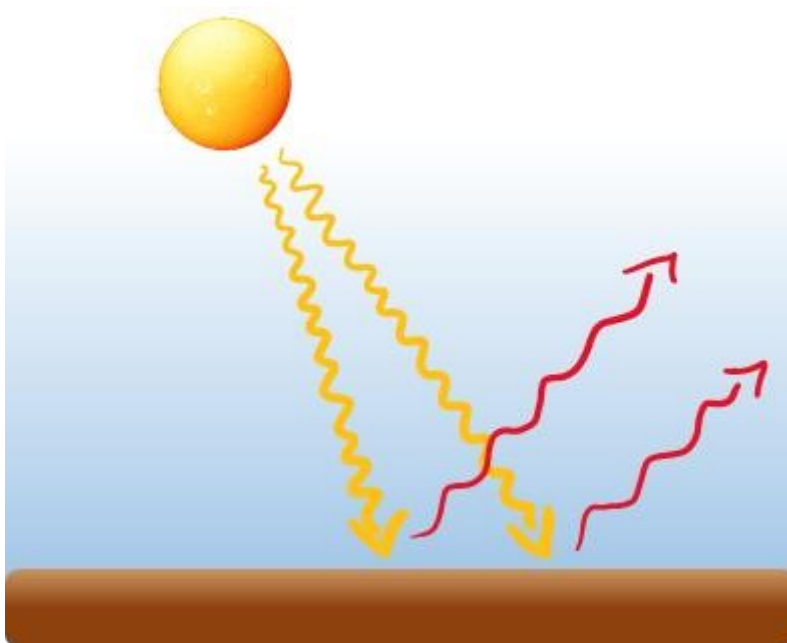
### Qué hacer

1. Arma con el alambre un rectángulo dejando el lado largo de al menos 15 cm.
2. Ubica el rectángulo de forma vertical y áncalo a una base con plastilina.
3. Con la vela encendida agrega gotitas de cera a lo largo del rectángulo.
4. Pon la vela en un extremo del rectángulo y deja que vaya calentando el alambre.
5. Registra en una tabla el tiempo que tarda en desprenderse cada una de las gotitas del alambre.



## Lo que está sucediendo

La radiación solar con longitud de onda en el espectro visible es apenas absorbida por la atmósfera y llega al suelo casi sin ser alterada. En el suelo (superficie con un albedo bajo) es absorbida y por lo tanto contribuye al calentamiento de la superficie de la Tierra. El suelo irradia esta energía de vuelta al espacio como radiación térmica de onda larga (radiación infrarroja, IR). En el camino, parte de esta radiación térmica es absorbida por los gases de efecto invernadero en la atmósfera.



*Crédito: Scorza, Strähle*

En la actividad realizada es la radiación absorbida por la cartulina negra y reemitida posteriormente la que calienta en aire del vaso progresivamente. En la actividad alternativa podemos observar cómo la energía que es transmitida al alambre al ser calentado por la vela se transmite a lo largo de todo el alambre derritiendo las gotas de la vela, de manera análoga la radiación del sol que es absorbida y reemitida por el suelo transmiten energía a las capas atmosféricas calentándolas.

# 03

## Detectando la radiación infrarroja invisible

### Acerca de esta actividad

Esta actividad usarás una cámara para detectar radiación que nuestros ojos no pueden detectar.

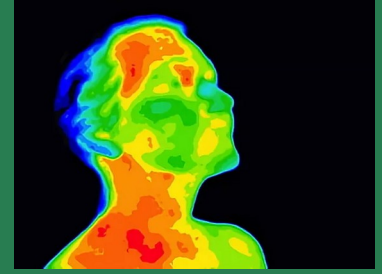


Imagen de una persona vista a través una cámara de infrarrojo.

*Crédito: AnitaVDB/GettyImages*

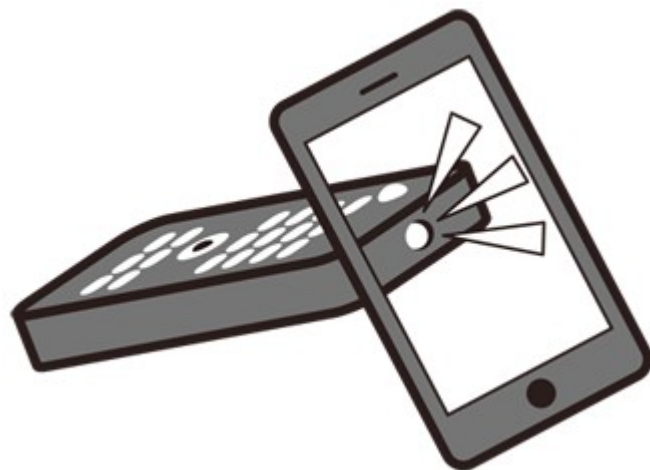
### Lo que necesitarás

Control remoto

Celular con cámara

### Qué hacer

1. Abre la cámara del celular.
2. Observa el bombillo del control remoto con tus ojos de manera directa.
3. Observa el bombillo del control remoto al oprimir cualquier botón del control.



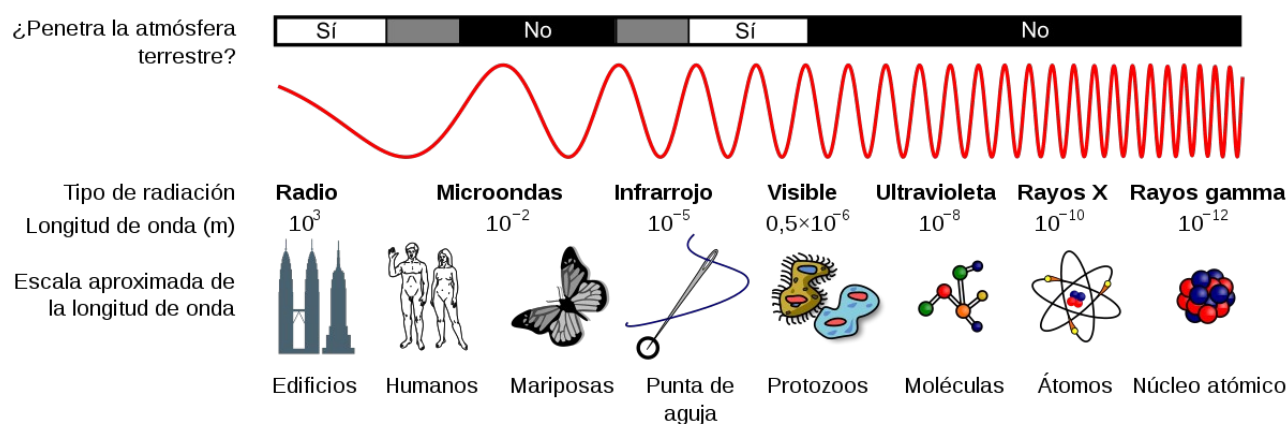
*Crédito: Sony*





## Lo que está sucediendo

La radiación solar consiste en ondas electromagnéticas divididas en radiación gamma, rayos X, ultravioleta, visible, infrarrojo y radio. ¡Nuestros ojos solo pueden percibir una pequeña parte de este espectro! Sin embargo, nuestra piel siente radiación infrarroja invisible como calor. Un parámetro importante de las ondas es la longitud de onda  $\lambda$  (la distancia entre dos crestas / valles de onda). En la figura  $\lambda$  crece de izquierda a derecha.



Crédito: NASA

La radiación infrarroja puede ser emitida y detectada con instrumentos tecnológicos modernos: los mandos a distancia que utilizamos para encender el televisor, el equipo de música o el microondas utilizan rayos infrarrojos. En este experimento se usó un detector CCD, este dispositivo permite capturar y acumular paquetes de luz (fotones) durante un período de tiempo determinado, de manera que podemos detectar objetos que emiten o reflejan poca luz. Tanto así que en algunos casos su rango cubre el infrarrojo.

El dispositivo más sencillo, de uso cotidiano, que posee una cámara moderna y por lo tanto un detector CCD, es el teléfono móvil. ¡Es por esto que podemos observar la luz infrarroja que emite el control remoto usando la cámara del celular!

# 04

## Arcoíris usando un espejo y agua

### Acerca de esta actividad

En esta actividad crearás un arcoíris usando un vaso de agua y un espejo. Entenderás de dónde surgen los colores que ves en el arcoíris.



Imagen de un arcoíris.

Crédito: tigtagusa.com

### Lo que necesitarás

Taza plástica  
transparente

1 espejo pequeño

1 hoja de papel

Agua

### Qué hacer

1. Toma la taza plástica del *Paquete 3* y separa el espejo que está pegado en su interior con cinta, asegúrate de guardar la cinta para luego.
2. Llena de agua la taza y coloca el espejo verticalmente dentro de la taza formando un ángulo de  $45^\circ$  con la superficie del agua (ver figura abajo).
3. La luz deberá brillar a través de la parte superior del recipiente e iluminar directamente la superficie del agua.
4. La luz reflejada por el espejo pasará por el lateral del vaso, formando un arcoíris visible. Ubica la hoja de papel por fuera del vaso, frente a la parte sumergida del espejo para observarlo.



Crédito: Asociación Astronómica Quarks

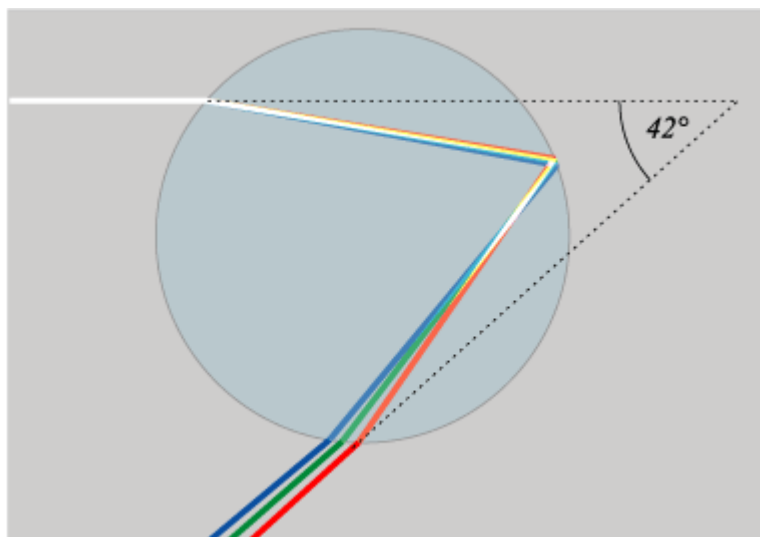
5. Vacía la taza y sécala. Usa la cinta que guardaste para volver a pegar el espejo en la taza y guárdalo en el *Paquete 3*.





## Lo que está sucediendo

La luz del sol está compuesta por muchos colores o longitudes de onda, por lo que el color verdadero del sol es blanco (la uninón de todos los colores). Sin embargo, para nosotros el sol luce amarillo debido a que la atmósfera dispersa gran parte los colores verde, azul y violeta (con longitudes de onda más cortas) y llegan principalmente los rojos, amarillos y naranjas (con longitudes de onda más largas) a nuestros ojos.



*Crédito: DrBob, Wikimedia*

Un arcoíris es un fenómeno metereológico en el cual la luz del sol es dividida en todos los colores que la componen (espectro). En la imagen de arriba se ilustra cómo el fenómeno que observamos en la actividad ocurre también en una gota de agua. El aire en una región donde está lloviendo o llovió recientemente está lleno de pequeñas gotas como las de la imagen, este fenómeno ocurre en cada una de ellas y da origen a los arcoíris que observamos.