

Spain



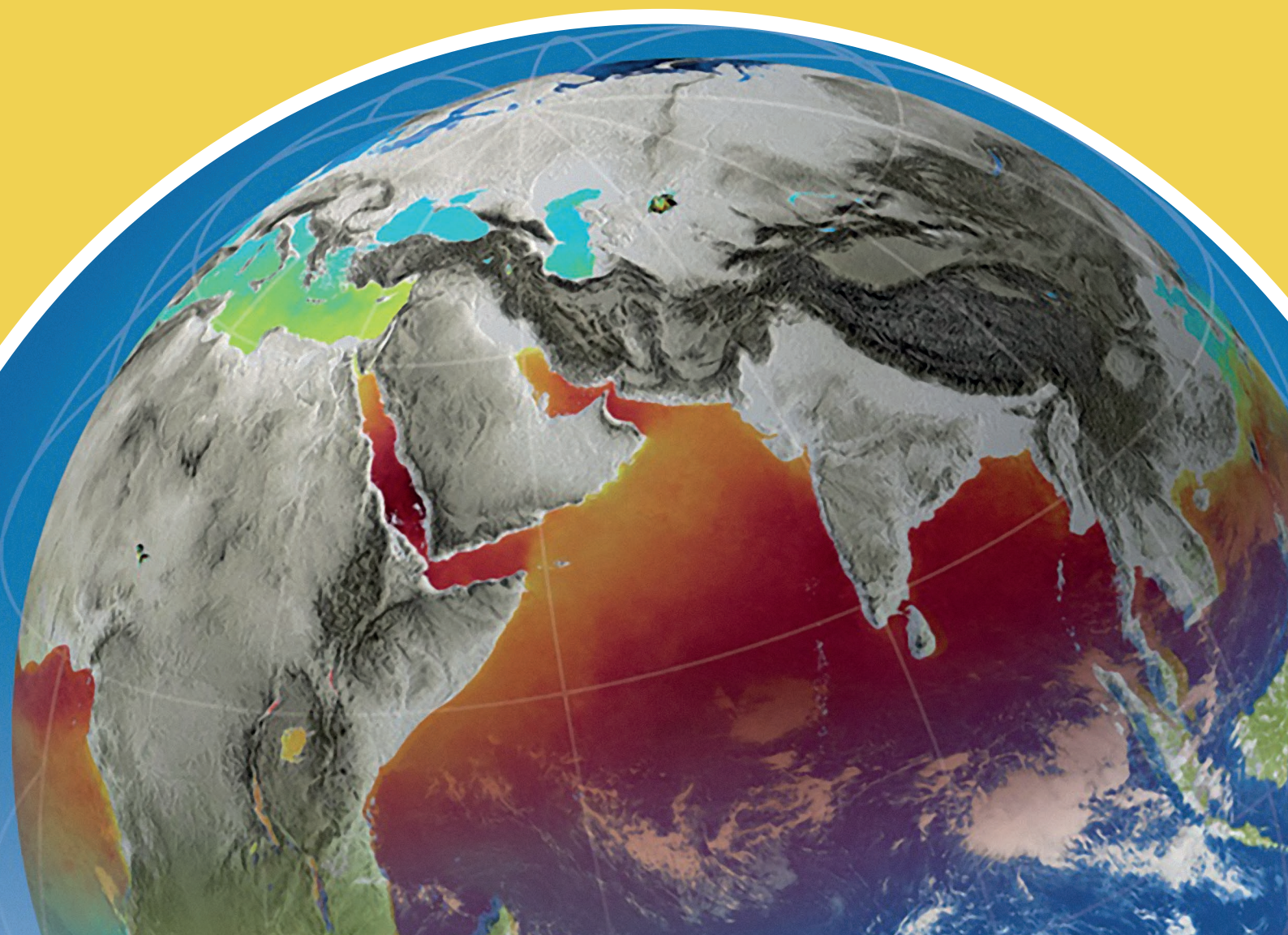
OBSERVACIÓN DE LA TIERRA  
Conocer para actuar

OT-SB-01



# El efecto invernadero y sus consecuencias

Investigar el calentamiento global



# SUMARIO

- 3** Datos básicos
- 4** Introducción
- 5** Resumen de las actividades
- 6** Actividad 1. ¿Qué es el efecto invernadero?
- 8** Actividad 2. El nivel del mar como indicador del calentamiento global
- 12** Actividad 3. ¿Cómo repercuten los cambios de albedo en el clima?
- 13** Fichas de trabajo para el alumnado
- 22** Anexos
- 27** Enlaces de interés

OT-SB-01

## El efecto invernadero y sus consecuencias

Investigar el calentamiento global

1ª Edición. Noviembre 2019

Guía para el profesorado

Ciclo  
Secundaria y Bachillerato

Edita  
Esero Spain, 2019 ©  
Parque de las Ciencias. Granada

Traducción  
Dulcinea Otero Piñeiro

Dirección  
Parque de las Ciencias, Granada.

Créditos de la imagen de portada:  
Earth Explorers: satellites to understand our changing Earth  
ESA, CC BY-SA 3.0 IGO

Créditos de la imagen de la colección:  
ESA, CC BY-SA 3.0 IGO

Basado en la idea original:  
THE GREENHOUSE EFFECT AND ITS CONSEQUENCES  
Investigating global warming  
Colección "Teach with space"  
ESA Education

Una producción de ESA Education  
en colaboración con ESERO Denmark  
Copyright © European Space Agency 2018



## Objetivos didácticos

Esta serie de actividades incluye experimentos prácticos y la interpretación de imágenes tomadas por satélite para entender mejor los efectos generales del calentamiento global.

En la actividad 1 el alumnado realizará un modelo para comprobar el efecto invernadero mostrando que unos niveles más elevados de dióxido de carbono ( $\text{CO}_2$ ) implican una temperatura más alta. El experimento se complementará con la lectura de imágenes de satélite que revelan niveles distintos de  $\text{CO}_2$  en la Tierra en diferentes periodos temporales.

El alumnado conocerá de este modo algunas de las consecuencias del incremento del efecto invernadero (la fundición del hielo y la alteración de los valores del albedo). El alumnado indagará en estos temas en las actividades 2 y 3.

- Qué es el efecto invernadero y cómo altera la actividad humana el balance energético de la atmósfera de la Tierra.
- Los posibles efectos del aumento de los niveles de dióxido de carbono en el clima de la Tierra.
- Posibles consecuencias del aumento del efecto invernadero.
- Las diversas consecuencias de inundaciones y aumento del nivel del mar debidas a la fusión del hielo marino y de las placas de hielo y glaciares.
- Qué es el albedo y cómo repercute la reflectividad de las distintas superficies en la temperatura.
- Cómo se puede utilizar la observación de la Tierra para vigilar el clima del planeta.



**135 min. (45 min. por actividad)**

### Materia

Geografía, física y ciencias

### Intervalo de edades

De 12 a 15 años

### Tipo de actividad

Actividad práctica para el alumnado

### Dificultad

Fácil

### Coste

Bajo (de 0 a 10 euros)

### Lugar para realizar la actividad

Interiores y exteriores

### Términos clave

Efecto invernadero, dióxido de carbono, calentamiento global, nivel del mar, albedo, clima, geografía, física, ciencia

### Incluye el empleo de

Ordenador, internet, termómetro infrarrojo

# El efecto invernadero y sus consecuencias

## Introducción

- Entender el calentamiento global puede ser un ejercicio bastante complejo. Para comprender estos conceptos es crucial estudiar algunos de los procesos «invisibles», pero determinantes, que repercuten en el clima terrestre. Por ejemplo, el calentamiento global está relacionado con el efecto invernadero, y la fusión de las capas de hielo de la Tierra va unida al albedo del planeta.

Las imágenes tomadas por satélites constituyen herramientas clave para vigilar los cambios que experimentan la atmósfera, los océanos y la superficie de la Tierra. Distintos tipos de imágenes de satélite, como imágenes de radar, imágenes en luz visible o imágenes en el infrarrojo, aportan información relevante sobre el dióxido de carbono atmosférico, la cantidad de nubes o de vapor de agua que hay en la atmósfera, el nivel del mar, la concentración de hielo marino y mucho más. El proyecto *Climate Change Initiative* de la ESA cuenta con una comunidad de más de 350 especialistas en el clima que analizan conocer y comunicar qué respuesta internacional hay que dar a los cambios que experimenta el clima de la Tierra.

El incremento del dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) es el agente con más peso en el calentamiento global inducido por el ser humano. Cuanto más crecen los niveles de CO<sub>2</sub> más se intensifica el efecto invernadero, lo que da lugar a un aumento de las temperaturas en la Tierra.

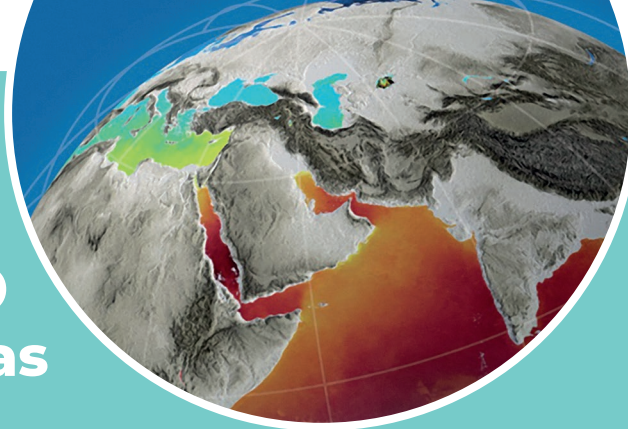
En este recurso el alumnado realizará experimentos prácticos y analizará datos de satélite para estudiar el efecto invernadero y algunas de las consecuencias del calentamiento global. ●

**Arriba:** Niveles de dióxido de carbono en la atmósfera medidos por satélites de observación de la Tierra. Los ascensos y descensos anuales de las curvas se deben a cambios estacionales en la vegetación y, por tanto, a un influjo mayor o menor de la fotosíntesis.

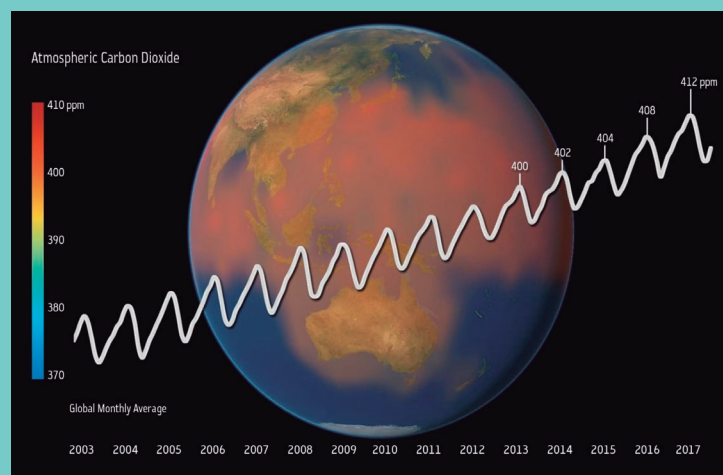
...

**Abajo:** Balance radiativo de la Tierra.

1. La atmósfera, las nubes y la superficie del planeta reflejan parte de la radiación al espacio.
2. La atmósfera y las nubes absorben parte de la radiación, mientras que la mayoría de ella es absorbida por las masas de tierra y de agua, lo que calienta el planeta.
3. La superficie del planeta emite radiación infrarroja. Parte de esta radiación escapa al espacio.
4. Parte de ella queda atrapada en la atmósfera por los gases invernadero.



Cuanto más crecen los niveles de CO<sub>2</sub> más se intensifica el efecto invernadero, lo que da lugar a un aumento de las temperaturas





## ACTIVIDADES

### 01

#### ¿QUÉ ES EL EFECTO INVERNADERO?

##### Descripción

El alumnado creará el gas invernadero  $\text{CO}_2$  mediante una reacción química simple, medirá el efecto de ese gas en la temperatura del aire y relacionará sus conclusiones con el efecto invernadero que se está produciendo en la atmósfera.

##### Resultado

Comprender la relevancia del  $\text{CO}_2$  como gas invernadero y qué es el efecto invernadero.

##### Requisitos

Ninguno.

##### Tiempo

45 minutos



## ACTIVIDADES

### 02

#### EL NIVEL DEL MAR COMO INDICADOR DEL CALENTAMIENTO GLOBAL

##### Descripción

El alumnado analizará a través de actividades prácticas los efectos de la fusión del hielo terrestre y del hielo marino.

##### Resultado

Conocer cómo influye en las inundaciones la fusión del hielo marino frente a la fusión de los glaciares y de las masas de hielo continentales.

##### Requisitos

Ninguno.

##### Tiempo

45 minutos



## ACTIVIDADES

### 03

#### ¿CÓMO REPERCUTEN LOS CAMBIOS DE ALBEDO EN EL CLIMA?

##### Descripción

El alumnado medirá la reflectividad de distintas superficies y examinará cómo influye en la temperatura la reflectividad de superficies de colores diversos.

##### Resultado

Conocer mejor qué es el albedo y su relevancia para el balance energético de la Tierra.

##### Requisitos

Ninguno.

##### Tiempo

45 minutos

## INFORMACIÓN BÁSICA

La mayoría de la energía que irradia el Sol consiste en luz que se sitúa en las regiones visible y del infrarrojo cercano dentro del espectro, formadas ambas por radiaciones de onda corta. Esta radiación atraviesa con facilidad las partículas que se encuentran en la atmósfera. Cuando esta radiación de onda corta llega a la superficie de la Tierra gran parte de ella se convierte en calor. La temperatura del planeta no sube hasta el infinito porque la superficie y la atmósfera también irradian calor de vuelta al espacio. Este flujo neto de radiación hacia dentro y hacia fuera del sistema Tierra se denomina balance radiativo terrestre. El calor es radiación de onda larga que por sí sola porta menos energía que la radiación de onda corta. Esto significa que interacciona con la atmósfera de una manera diferente. La Tierra irradia de vuelta el calor hacia la

atmósfera durante el día y la noche, lo que contribuye a enfriar la superficie. Sin embargo, no todo este calor escapa al espacio, parte de él permanece atrapado en la atmósfera por los gases invernadero. El resultado es que la atmósfera de la Tierra se calienta más que si no existiera este «efecto invernadero».

Si no hubiera gases invernadero en la atmósfera casi sería imposible la vida tal como la conocemos, porque la superficie del planeta tendría una temperatura media de varios grados centígrados por debajo de cero. El principal gas invernadero de la atmósfera terrestre es el vapor de agua. Este atrapa la mayor cantidad de calor procedente del suelo. Sin embargo, los gases invernadero que más preocupan a los expertos climáticos son el dióxido de carbono ( $\text{CO}_2$ ) y el metano ( $\text{CH}_4$ ), porque estos son los gases que más emiten las actividades del ser humano, por lo que han ido aumentando en la atmósfera desde el comienzo de la revolución industrial. ●

## ACTIVIDAD 1

# ¿Qué es el efecto invernadero?



45 min.

Ejercicios

1

En esta actividad el alumnado comprobará una hipótesis sobre cómo puede influir el dióxido de carbono atmosférico en la temperatura de la Tierra con la finalidad de entender el efecto invernadero. El alumnado responderá la pregunta ¿cómo influye el dióxido de carbono atmosférico en la temperatura de la Tierra? Asimismo la clase analizará imágenes de satélite para entender cómo se puede efectuar un seguimiento de los gases invernadero desde el espacio.

### MATERIAL NECESARIO (por grupo)

- 2 matraces de 1 litro de capacidad
- Tapones de corcho con un orificio para introducir a través de él un termómetro

- 1 lámpara con una bombilla que desprenda calor (de más de 100 W)
- 2 termómetros (con una precisión de 0.10 °C)
- Ácido acético en una concentración del 32%
- Bicarbonato sódico
- Cubos de hielo (opcional)

### SEGURIDAD

Los matraces y la lámpara deberán manipularse con cuidado. El alumnado no debe tocar la lámpara de calor. El docente encargado debería intervenir durante el vertido del ácido acético dentro de los matraces.

## e1

### EJERCICIO

En la ficha de actividades del alumnado se dan instrucciones detalladas sobre el montaje del experimento. El experimento podrá ampliarse colocando un cubo de hielo en el fondo de cada recipiente. El alumnado investigará entonces cuánto tardan en fundirse los cubos de hielo.

Por favor, nótese que se trata de un experimento muy sensible que debería probarse con antelación. El experimento también puede realizarse con un dispensador de CO<sub>2</sub> (como los empleados para hacer agua de soda para bebidas) en lugar del ácido acético con una concentración del 32% y el bicarbonato sódico.

Este ejercicio se puede realizar a modo de actividad práctica para el alumnado o como demostración por parte del docente.

# Conclusiones

## ¿QUÉ ES EL EFECTO INVERNADERO?

### RESULTADOS

En el matraz con CO<sub>2</sub> la temperatura subirá más rápido que en el matraz sin él. Al cabo de 10 minutos suele haber una diferencia de entre 1 y 3 °C. Hay que subrayar que un incremento medio de la temperatura de tan solo dos grados en todo el planeta podría tener unas consecuencias catastróficas. Por ejemplo, podría provocar una subida considerable del nivel del mar que diera lugar a una inundación a gran escala.

### PUESTA EN COMÚN

La composición del aire dentro del matraz repercute en la cantidad de calor que se disipa y que se absorbe. El alumnado deberá comparar las diferencias en cuanto a absorción de calor (cambios de temperatura) en una muestra de control y en un entorno con más cantidad de CO<sub>2</sub>. Deberán concluir que la temperatura dentro del matraz con CO<sub>2</sub> aumentará más deprisa que la temperatura dentro del «matraz de control».

Inicia un debate en clase sobre cómo afecta el CO<sub>2</sub> atmosférico a la temperatura de la Tierra. La clase debería llegar a la conclusión de que el CO<sub>2</sub> atrapa el calor que sale despedido de la Tierra. De ahí que la temperatura en la Tierra sea más alta que si no hubiera CO<sub>2</sub> en la atmósfera. El alumnado debería saber que la atmósfera y los gases invernadero que la conforman son lo que convierte nuestro planeta en habitable.

Sin embargo, el aumento de los gases invernadero producidos por el ser humano está alterando las cantidades «normales» de estos

gases en la atmósfera, lo que está provocando un calentamiento global.

Para ampliar la actividad, el alumnado podrá analizar datos tomados por satélites para investigar y debatir los cambios estacionales y a largo plazo que experimenta el CO<sub>2</sub> de la atmósfera (véase el apartado de «Enlaces útiles» para ver los vídeos que proponemos). La clase deberá concluir que el CO<sub>2</sub> de la atmósfera ha experimentado un incremento constante a nivel global en los últimos años. También deberían apreciar alguna fluctuación estacional. Esta fluctuación se debe al desarrollo de la vegetación (sobre todo en el hemisferio norte, donde se encuentra la mayor cantidad de vegetación del planeta). Durante el verano la vegetación absorbe dióxido de carbono a través de la fotosíntesis, y parte de ese dióxido de carbono se libera después durante el invierno.

La aplicación «Climate from Space» del proyecto *Climate Change Initiative* (CCI) de la ESA ofrece información general sobre los gases invernadero y el visor de datos muestra distribuciones globales del CO<sub>2</sub> atmosférico obtenidas por satélite. En el anexo se dan capturas de pantalla de los visores de datos por si no se dispone de acceso a internet. Los docentes pueden imprimir estas imágenes para que la clase debata los cambios a largo plazo del CO<sub>2</sub> atmosférico. ●

## ACTIVIDAD 2

# El nivel del mar como indicador del calentamiento global



45 min.

Ejercicios

1

La variación del nivel del mar es uno de los efectos principales del cambio climático antropogénico (provocado por el ser humano). En esta actividad el alumnado investigará el impacto que podría tener el calentamiento global en el nivel del mar mediante la realización de una actividad práctica.

## SEGURIDAD

No es necesario tomar medidas de precaución especiales. El alumnado deberá tomar la precaución de mojarse las manos antes de sujetar los cubos de hielo para evitar que se les queden pegados a los dedos.

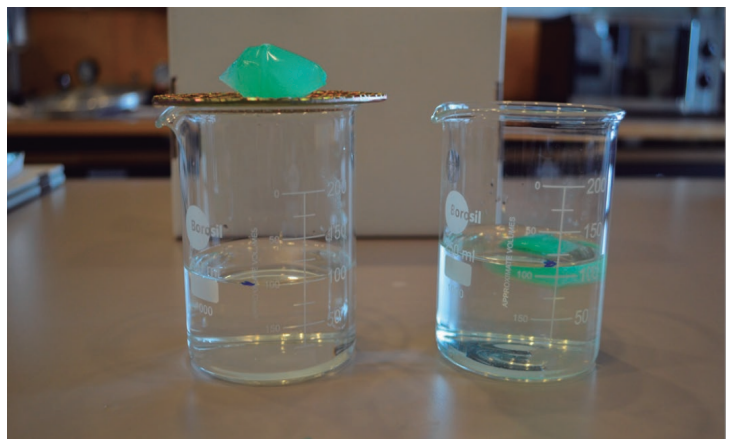
## e1

## EJERCICIO

Antes de comenzar este experimento práctico, el alumnado deberá debatir en grupos pequeños lo que creen o predican que sucederá. En caso necesario, el docente explicará cuál es la diferencia entre el hielo marino y el hielo terrestre.

Las instrucciones para realizar la actividad se encuentran en la ficha de trabajo del alumnado. El mar tiene una salinidad promedio del 3.3 %. Para preparar agua marina habrá que añadir al agua una cucharadita de postre con sal (unos 5 g). Para preparar una disolución para toda la clase, sigue estas instrucciones:

- 1 Pesa 33 g de sal.
- 2 Échala en un vaso y añade agua del grifo hasta que la mezcla tenga una masa total de 1000 g.
- 3 Remueve con una varilla hasta que se disuelva toda la sal.



Montaje para realizar este experimento.



El alumnado también debería reparar en que el cubo de hielo sumergido en agua dulce se funde más deprisa que el cubo de hielo inmerso en el agua salada. Esto se debe a que la sal altera el punto de fusión del hielo.

Dependiendo del nivel de conocimientos del alumnado, se podrá hablar sobre las diferencias en cuanto a capacidad calorífica para que la clase entienda mejor por qué los cubos de hielo inmersos en agua se funden más rápido que los que están en «tierra».

El alumnado observará que cuando se funde un cubo de agua dulce dentro del agua salada, el agua dulce (teñida) permanece como una capa de color sobre la superficie del agua salada debido a las diferencias de densidad entre el agua dulce y la salada.

**TABLA 1. RESULTADOS EXPERIMENTALES**

	CANTIDAD DE AGUA (ML)	INSERCIÓN DE REJILLA	NACL %	OBSERVACIONES
<b>VASO DE PRECIPITADOS 1</b>	150	Sí	0	El nivel del agua es más alto que al principio.
<b>VASO DE PRECIPITADOS 2</b>	150	No	0	El agua se mantiene al mismo nivel de partida.
<b>VASO DE PRECIPITADOS 3</b>	150	Sí	3.3	El nivel del agua es más alto que al principio.
<b>VASO DE PRECIPITADOS 4</b>	150	No	3.3	El agua se mantiene al mismo nivel de partida.



El agua que se funde dentro del agua salada se quedará arriba (vaso de la izquierda). Mientras que el agua que se funde dentro de agua dulce se hundirá (vaso de la derecha).



## ACTIVIDAD 3

# ¿Cómo repercuten los cambios de albedo en el clima?

A través de un experimento práctico el alumnado planteará y comprobará una hipótesis sobre cómo repercute en la temperatura la reflectividad de superficies de colores diferentes.



45 min.

Ejercicios

1

## MATERIAL NECESARIO

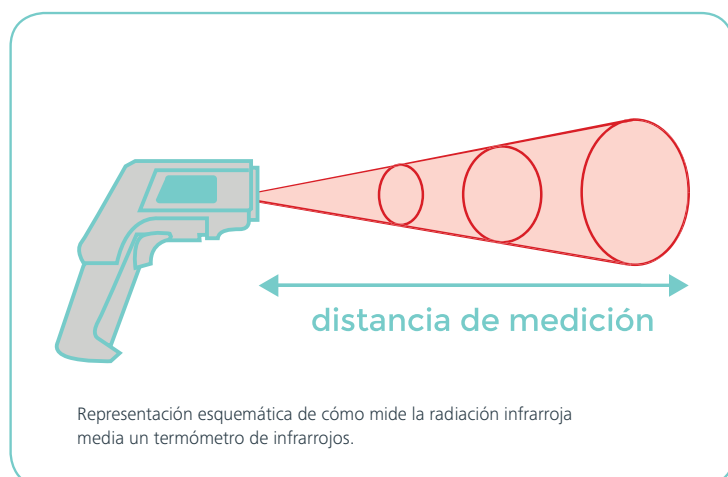
- Termómetro de infrarrojos
- Trozos de papel o de cartulina de distintos tonos de gris y colores diversos (véase el anexo II)
- Lámpara con bombilla incandescente (si no hace sol)

## NOTA

Los termómetros de infrarrojos infieren la temperatura a partir de una porción de la radiación térmica que emite el objeto cuya temperatura se quiere medir. La cantidad de radiación infrarroja emitida por un objeto o superficie es proporcional a su temperatura. Cantidades altas de radiación infrarroja indican una temperatura elevada, y cantidades pequeñas de radiación infrarroja indican una temperatura baja.

El alumnado comprenderá así que la reflectividad de las distintas superficies, su albedo, tiene un peso relevante en el clima de la Tierra. Se investigarán las siguientes cuestiones:

- 1 ¿Cómo influye el color en la temperatura de las superficies?
- 2 ¿Cómo repercuten el viento y la humedad en el albedo y, por tanto, en la temperatura de la superficie analizada?



## EJERCICIO

Las instrucciones para efectuar esta actividad se dan en la ficha de trabajo del alumnado. Antes de realizar el ejercicio el alumnado debería familiarizarse con el empleo del termómetro de infrarrojos.

Si no se dispone de termómetro de infrarrojos\*, se puede realizar el experimento del anexo III.

e1



## ACTIVIDAD 1

# ¿Qué es el efecto invernadero?

## MATERIAL NECESARIO

- 2 matraces de 1 litro
- Tapones de corcho con orificio para introducir el termómetro
- 1 lámpara con bombilla incandescente (de más de 100 W)
- 2 termómetros (con una precisión de 0.1 °C)
- Ácido acético en una concentración del 32%
- Bicarbonato sódico
- Cubos de hielo (opcional)

## SEGURIDAD

Los matraces y la lámpara deberán manipularse con cuidado. Evita tocar la bombilla que da calor.

En esta primera actividad estudiarás que el dióxido de carbono ( $\text{CO}_2$ ), un gas invernadero, puede repercutir en la temperatura del aire en un entorno cerrado. Investigarás para resolver la siguiente pregunta:

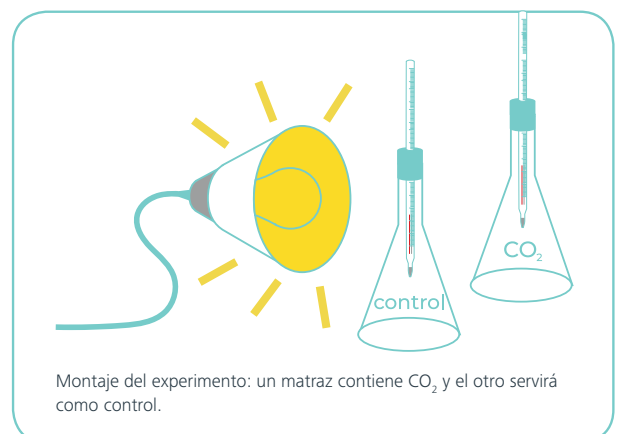
## ¿Cómo repercute el dióxido de carbono atmosférico en la temperatura de la Tierra?

Como ampliación de la actividad también analizarás datos de satélite sobre la concentración del dióxido de carbono en la atmósfera para estudiar cambios estacionales e identificar tendencias a largo plazo.

## EJERCICIO

En este ejercicio comprobarás la temperatura dentro de los dos matraces; uno de ellos contiene  $\text{CO}_2$  (matraz 1) y el otro servirá como control (matraz 2). Antes de comenzar el experimento, prueba a predecir qué matraz retendrá más cantidad de calor.

.....  
 .....



e1

**A1**

e1

- 1 Coloca los dos matraces juntos bajo la lámpara. Comprueba que ambos reciben la misma cantidad de luz y deja la lámpara apagada por ahora. Los matraces y la lámpara NO deberán moverse mientras se realice el experimento.
- 2 Inserta cada termómetro en su tapón de corcho.
- 3 Mezcla 5 gramos de bicarbonato sódico con 20 ml de ácido acético en uno de los matraces (pide ayuda a tu profesor para introducir el ácido acético en el matraz).
- 4 Cierra los dos matraces con los corchos provistos de termómetro.
- 5 Anota la temperatura inicial de cada termómetro.
- 6 Enciende la lámpara.
- 7 Espera 2 minutos y anota la temperatura.
- 8 Espera otros 2 minutos y anota la temperatura de los termómetros. Repite este procedimiento hasta que tengas 8 series de lecturas de temperatura.
- 9 Anota los datos en la tabla 1 y elabora una gráfica de líneas en el apartado de resultados de más abajo. Añade un título y etiqueta los ejes de tu gráfica.

**RESULTADOS Y ANÁLISIS**

- 1 Compara los resultados de los dos matraces. ¿Concuerdan los resultados con tu predicción?

.....  
 .....

- 2 Explica los resultados que has obtenido.

.....  
 .....

- 3 Basándote en los resultados intenta responder la pregunta que formulamos al comienzo de esta actividad: ¿Cómo repercute el dióxido de carbono atmosférico en la temperatura de la Tierra?

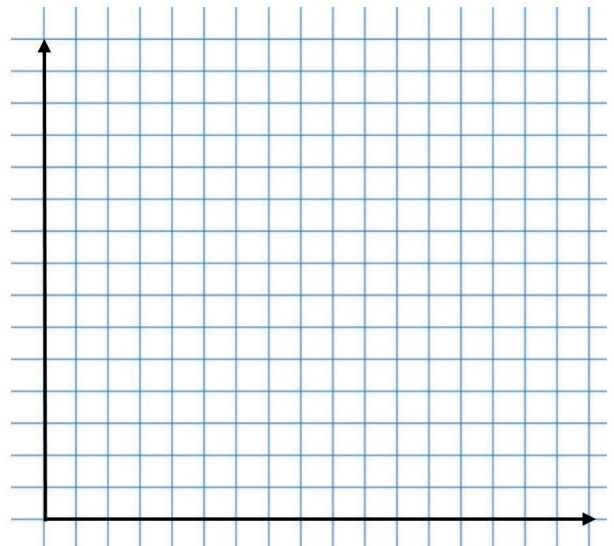
.....  
 .....

- 4 El dióxido de carbono es un gas invernadero que se genera mediante procesos naturales y a través de las actividades humanas. Explica con tus palabras qué es el efecto invernadero. de más abajo. Añade un título y etiqueta los ejes de tu gráfica.

.....  
 .....

**TABLA 1. RESULTADOS EXPERIMENTALES**

TIEMPO	TEMP. MATRAZ 1	TEMP. MATRAZ 1
0 MIN		
2 MIN		
4 MIN		
6 MIN		
8 MIN		
10 MIN		
12 MIN		
14 MIN		
16 MIN		



**AMPLIACIÓN. MONITORIZACIÓN DEL CO<sub>2</sub> DESDE EL ESPACIO**

**1** Ahora analizarás datos de satélite relativos a la concentración global de dióxido de carbono. Antes de comenzar, debate en grupos pequeños lo que esperas encontrar:

**A** Cambios estacionales: ¿Esperas encontrar variaciones en la concentración de CO<sub>2</sub> atmosférico en distintos meses de un mismo año? Explica por qué sí o por qué no.

.....  
 .....

**B** ¿Esperas detectar cambios significativos en la concentración de CO<sub>2</sub> atmosférico al comparar el mismo mes de años distintos? Explica por qué sí o por qué no.

.....  
 .....

**C** Diferencias locales y globales: ¿Esperas que la distribución de CO<sub>2</sub> en la atmósfera sea similar al comparar distintos lugares de la Tierra? Explica por qué sí o por qué no.

.....  
 .....

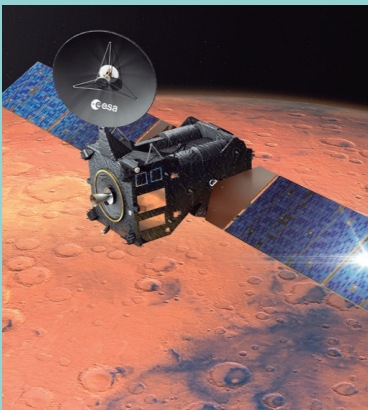
**2** Compara tus expectativas con los datos reales de satélite. ¿Se parece tu análisis de datos reales de satélite con tus expectativas en relación con la pregunta 1? Si difieren, intenta explicar a qué se debe.

.....  
 .....

**3** Identifica las posibles consecuencias de los cambios de la concentración de CO<sub>2</sub> atmosférico para el clima de la Tierra.

.....  
 .....

**SABÍAS QUE...**



El estudio de la atmósfera de otros planetas puede servirnos para entender el cambio climático en la Tierra. En Marte, por ejemplo, consiste sobre todo en dióxido de carbono, pero es una atmósfera tan tenue que no es capaz de retener mucha energía solar. Como consecuencia, se producen contrastes extremos de temperatura ente el día y la noche, o entre las zonas con exposición directa al sol y las que permanecen en la sombra. Sin embargo, la mayoría de científicos admite que Marte era mucho más cálido en el pasado, lo que significa que probablemente tenía una atmósfera distinta de la actual. El orbitador ExoMars Trace Gas Orbiter, que forma parte de la misión ExoMars de la ESA y de Roscosmos, estudia la composición de los gases traza del planeta, los cuales componen menos del 1% del volumen de la atmósfera marciana. En concreto, el orbitador busca signos de metano y otros gases que puedan indicar actividad biológica o geológica en curso.

## ACTIVIDAD 2

# El nivel del mar como indicador del calentamiento global

## MATERIAL NECESARIO

- 4 vasos de precipitados de cristal de 250 ml
- Red metálica de un diámetro algo mayor que los vasos de precipitados
- Cubos de hielo de colores
- Sal de mesa (NaCl)
- Cucharilla de café o espátula para remover
- Rotulador
- Cronómetro

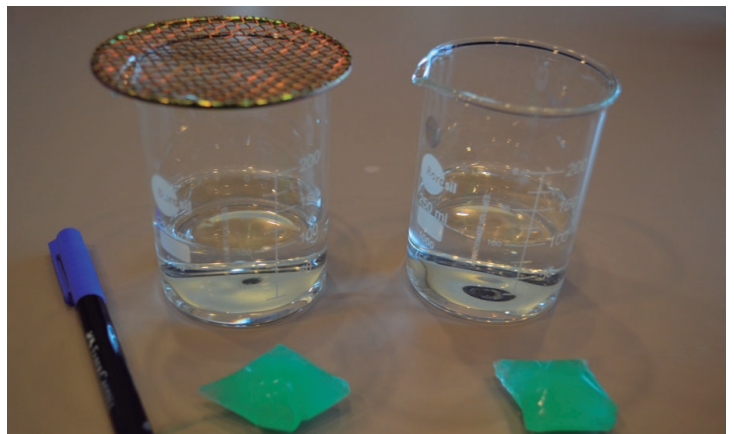
e1

El aumento del nivel del mar es uno de los indicadores principales de cambios climáticos globales. En esta actividad investigarás para resolver la siguiente pregunta:

**¿Cómo repercutirá en el nivel del mar la fusión del hielo marino y el hielo terrestre (por ejemplo, los glaciares)?**

## EJERCICIO

- 1 Prepara dos cubos de hielo del mismo color.
- 2 Vierte 150 ml de agua fría en los vasos de precipitados 1 y 2.
- 3 Introduce con cuidado un cubo de hielo en el vaso de precipitados 2 y añade agua en el 1 hasta que ambos vuelvan a tener el mismo nivel. Marca con el rotulador el nivel de agua en ambos recipientes. Éste será el nivel de partida.



Montaje del experimento.



4 Coloca el otro cubo de hielo sobre la rejilla de metal que está encima del vaso de precipitados 1. Señala qué tipo de hielo crees que representa cada uno de estos ejemplos:

Vaso de precipitados 1:..... Vaso de precipitados 2:.....

5 Pon en marcha el cronómetro.

6 Observa con atención qué sucede a medida que se funden los cubos de hielo. ¿Cómo se comporta el agua fundida dentro del agua del grifo?

.....  
 .....

7 En la tabla 2 que encontrarás más abajo anota cuánto tarda cada cubo de hielo en fundirse por completo.

8 Mientras esperas, responde la siguiente pregunta:  
 ¿Qué crees que sucederá con el nivel del agua en cada vaso de precipitados?

.....  
 .....

9 Repite el experimento, pero esta vez introduce «agua del mar» en el vaso de precipitados 3 y el vaso de precipitados 4. El agua del mar tiene un contenido medio de sal del 3.3%. De nuevo es muy importante que marques el nivel de agua y que observes con atención lo que le pasa al agua mientras se funden los cubos de hielo.

**TABLA 2. RESULTADOS EXPERIMENTALES**

	CANTIDAD DE AGUA (ML)	USO DE REJILLA	% NAACL	HORA DE INICIO	DURACIÓN DE LA FUSIÓN	OBSERVACIONES
VASO DE PRECIPITADOS 1	150	Sí	0			
VASO DE PRECIPITADOS 2	150	No	0			
VASO DE PRECIPITADOS 3	150	Sí	3.3			
VASO DE PRECIPITADOS 4	150	No	3.3			

A2

e1

## ANÁLISIS

- 1 ¿Tardan lo mismo en fundirse los cubos de hielo de los vasos de precipitados 1 y 2? Explica tus resultados.

.....

.....

.....

- 2 ¿Qué ocurrió con el nivel de agua en los vasos de precipitados 1 y 2? ¿Se parecen los resultados a tus predicciones?

.....

.....

.....

- 3 Compara lo que has observado en los vasos de precipitados 1 y 2 con lo observado en los vasos de precipitados 3 y 4. Si encuentras diferencias, explica a qué se deben.

.....

.....

- 4 Basándote en los resultados que has obtenido, intenta responder la pregunta de partida de esta actividad:  
¿Cómo repercutirá en el nivel del mar la fundición del hielo marino y el hielo terrestre (por ejemplo, los glaciares)?

.....

.....

## SABÍAS QUE...



Las primeras mediciones del nivel del mar se realizaron observando las mareas en el siglo XVIII. Durante más de 100 años se han seguido haciendo registros continuos del nivel del mar mediante mareógrafos. Hoy las mediciones de altimetría radar por satélite ofrecen una cobertura casi global de los océanos de la Tierra. Los mareógrafos siguen aportando observaciones in situ importantes pero, desde comienzos de la década de 1990, la altimetría por satélite se ha convertido en la herramienta principal para medir de manera continua el nivel del mar global. La altimetría por satélite mide con precisión el tiempo que tarda un pulso de radar en viajar desde la antena del satélite hasta la superficie y su regreso al receptor del satélite. La combinación de las mediciones de altimetría con datos precisos sobre la ubicación del propio satélite permiten establecer cotas de la superficie del mar. El satélite Sentinel-3A de la ESA con su altímetro de radar es capaz de medir el nivel del mar en lugares del globo de los que antes apenas había registros.

## ACTIVIDAD 3

# ¿Cómo repercuten los cambios de albedo en el clima?

## MATERIAL NECESARIO

- Termómetro de infrarrojos
- Trozos de papel o de cartulina de distintos tonos de gris y diferentes colores

La reflectividad de las diferentes superficies recibe el nombre de albedo y tiene una importancia capital para el clima de la Tierra. En este experimento investigarás las siguientes cuestiones:

- 1 ¿Cómo influye el color en la temperatura de las superficies? (Ejercicio 1)
- 2 ¿Cómo repercutirán el viento y la humedad en el albedo y, por tanto, en la temperatura de una superficie? (Ejercicio 2)

## EJERCICIO 1

- 1 Pon al sol el papel con diferentes tonos de gris (o bajo una lámpara que irradie calor).
- 2 Espera 4 o 5 minutos.
- 3 Mide la temperatura de cada tono de gris con el termómetro de infrarrojos y anota los resultados en la tabla 3. Presta atención para colocar el termómetro a la misma distancia de la superficie de cada tono de gris.
- 4 Espera otros cinco minutos y repite las mediciones. Ten en cuenta que no debes arrojar sombra sobre el papel al tomar las mediciones.

TABLA 3. TEMPERATURA DE LOS DISTINTOS TONOS DE GRIS

PORCENTAJE DE GRIS	0%	10%	20%	30%	40%	50%	60%	70%
MEDICIÓN 1 (°C)								
MEDICIÓN 2 (°C)								

e1

A3

e2

## EJERCICIO 2

Ahora medirás la temperatura de diferentes superficies, como la hierba, la madera, el pavimento, hojas, etc. Para investigar la influencia del viento y la humedad el experimento deberá realizarse en el exterior.

- 1 Mide la temperatura de las diferentes superficies con el termómetro de infrarrojos.
- 2 Anota los resultados en la tabla 4. No olvides anotar la hora del día, la temperatura del aire y si hace viento o no.

**Nota:** En la columna etiquetada como «Sombra» deberás anotar sí o no. En la columna titulada «Humedad» escribe sí o no dependiendo de lo mojada que notes la superficie al tocarla. Si dispones de uno, puedes utilizar un sensor de humedad.

TABLA 4. RESULTADOS EXPERIMENTALES

SUPERFICIE	TEMPERATURA	COLOR	SOMBRA	HUMEDAD	OTRAS OBSERVACIONES
HIERBA (EN SUELO LLANO)					
HIERBA (EN UNA COLINA BAJA)					
MADERA					
PAVIMENTO					
HOJAS					
AGUA					
OTRA					

**ANÁLISIS**

1 Basándote en los resultados obtenidos en el ejercicio 1, ¿qué puedes concluir sobre el color de un material, la temperatura que alcanza y su albedo?

.....

.....

2 ¿Qué superficies tienen más albedo (tabla 4)? Explica por qué usando toda la información que has recopilado sobre las distintas superficies.

.....

.....

3 Si un incremento de la temperatura global de 1 °C provoca que el Ártico permanezca sin hielo durante dos semanas más cada año, ¿cómo repercutirá esto en el albedo del océano? ¿Por qué?

.....

.....

4 Si cambia el albedo del océano, ¿cómo influirá esto en las temperaturas de los océanos y en la formación de hielo durante el invierno? Explica tu respuesta.

.....

.....

5 Debate en clase qué efectos tendrá la fusión del hielo marino, los glaciares y las capas de hielo para el albedo y, por tanto, para el calentamiento global.

.....

.....

**SABÍAS QUE...**



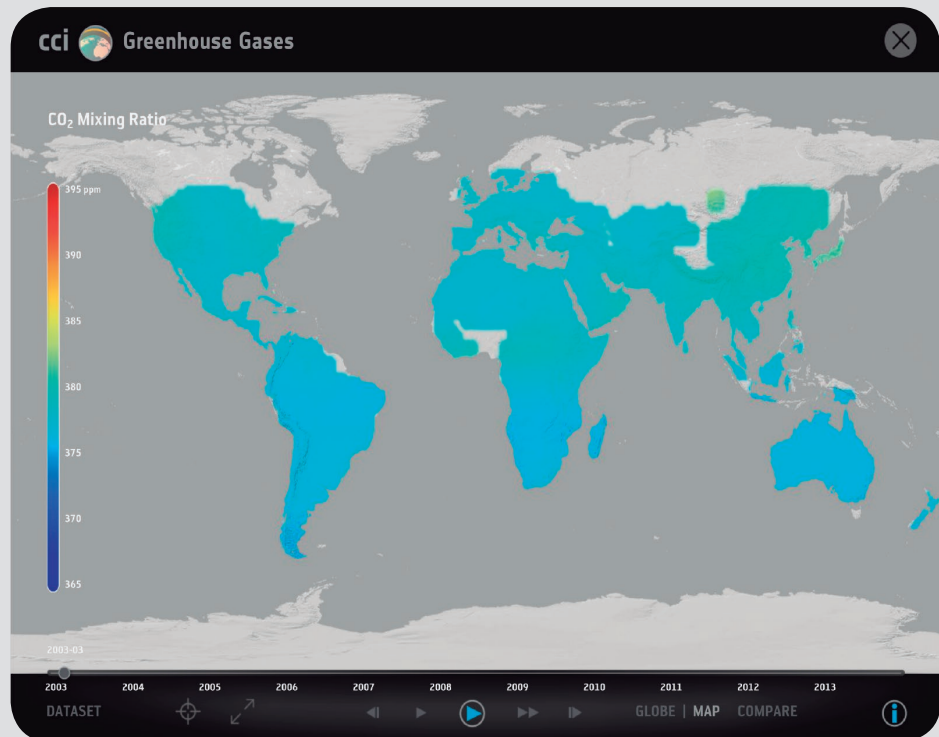
EarthCARE es una misión de la ESA que permitirá conocer mejor el efecto de las nubes y de los aerosoles tanto para reflejar la radiación solar de vuelta al espacio como para atrapar la radiación infrarroja que se emite desde la superficie Terrestre. EarthCARE (el Earth Cloud Aerosol and Radiation Explorer) se está desarrollando mediante una colaboración de la ESA con la Agencia de Exploración Aeroespacial de Japón, JAXA. EarthCARE recopilará observaciones globales de perfiles de nubes y aerosoles junto con radiación solar y térmica para incluir esos parámetros en modelos numéricos meteorológicos y climáticos. Además, los datos sobre aerosoles de EarthCARE serán cruciales para supervisar la calidad del aire.

# Anexo 1

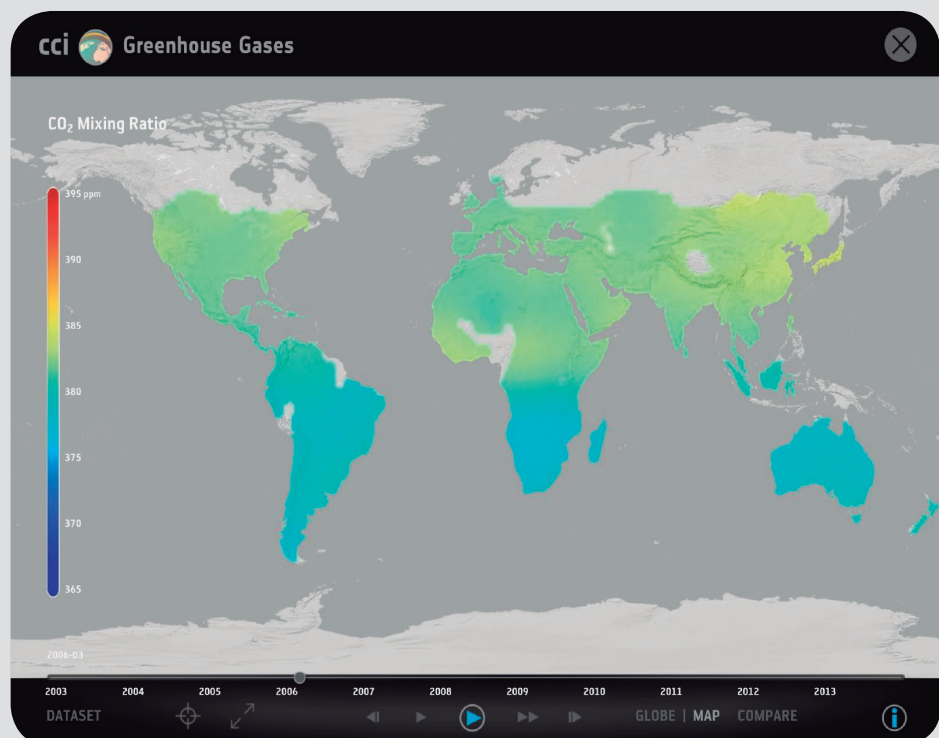
## EL EFECTO INVERNADERO Y SUS CONSECUENCIAS

Los mapas que aparecen a continuación muestran distribuciones captadas mediante satélite del CO<sub>2</sub> en partes por millón (razón de mezcla del CO<sub>2</sub>) en años diferentes. Todos los datos proceden del equipo de gases invernadero del CCI de la ESA. •

Marzo 2003

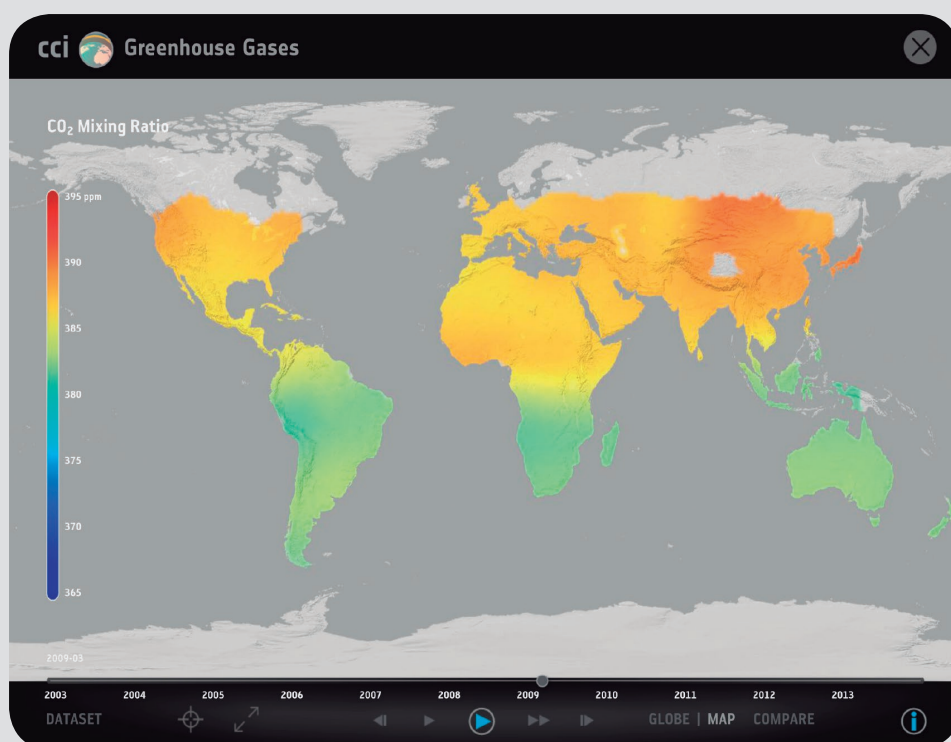


Marzo 2006

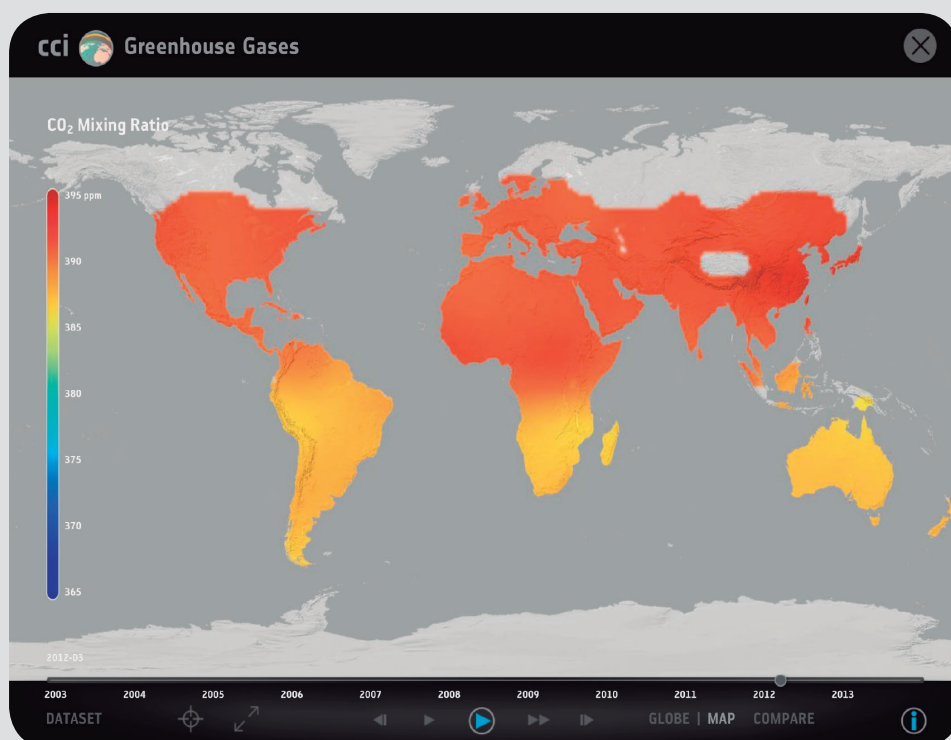


# Anexo 1

## EL EFECTO INVERNADERO Y SUS CONSECUENCIAS



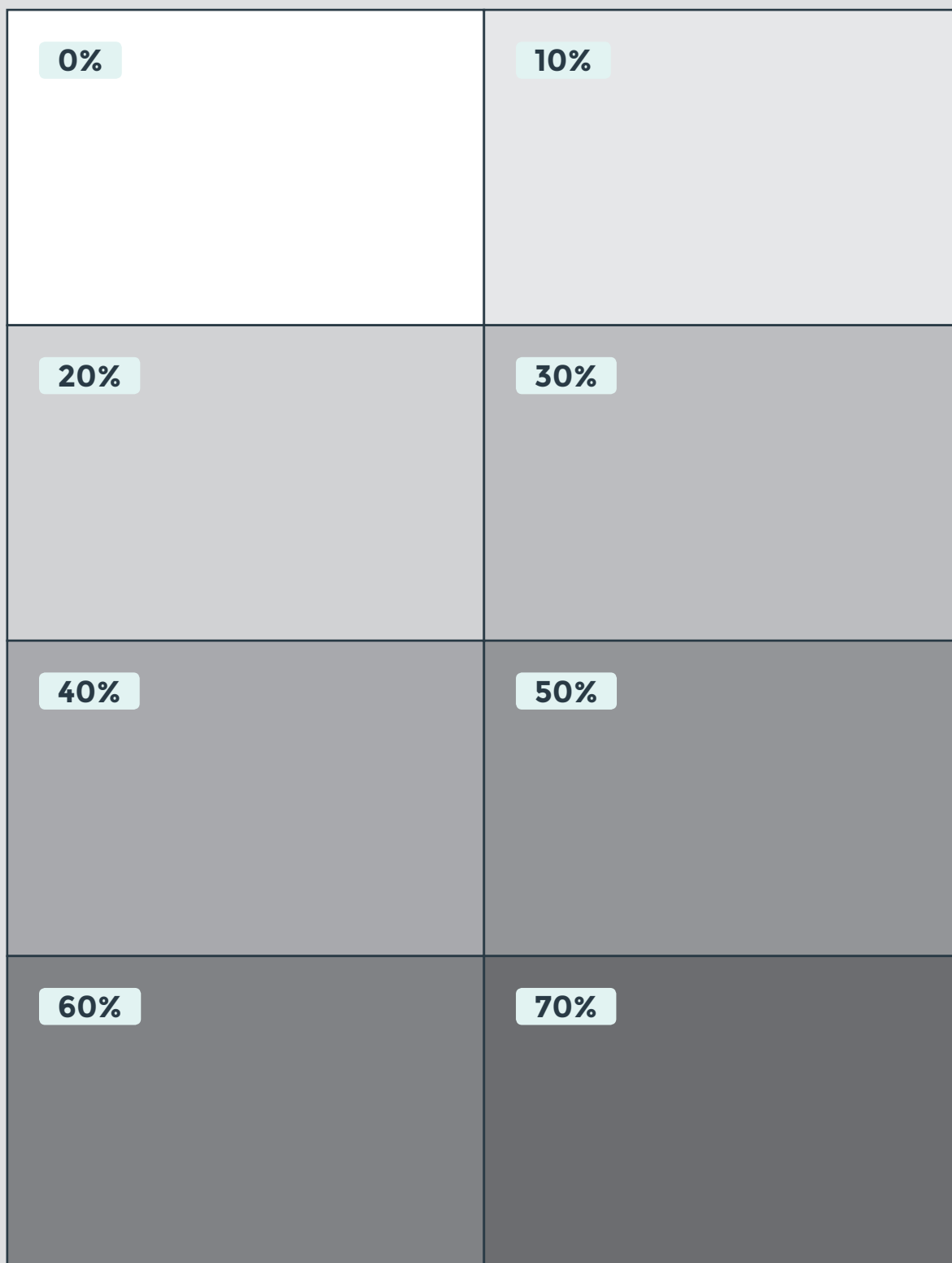
Marzo 2009



Marzo 2012

# Anexo 2

EL EFECTO INVERNADERO  
Y SUS CONSECUENCIAS





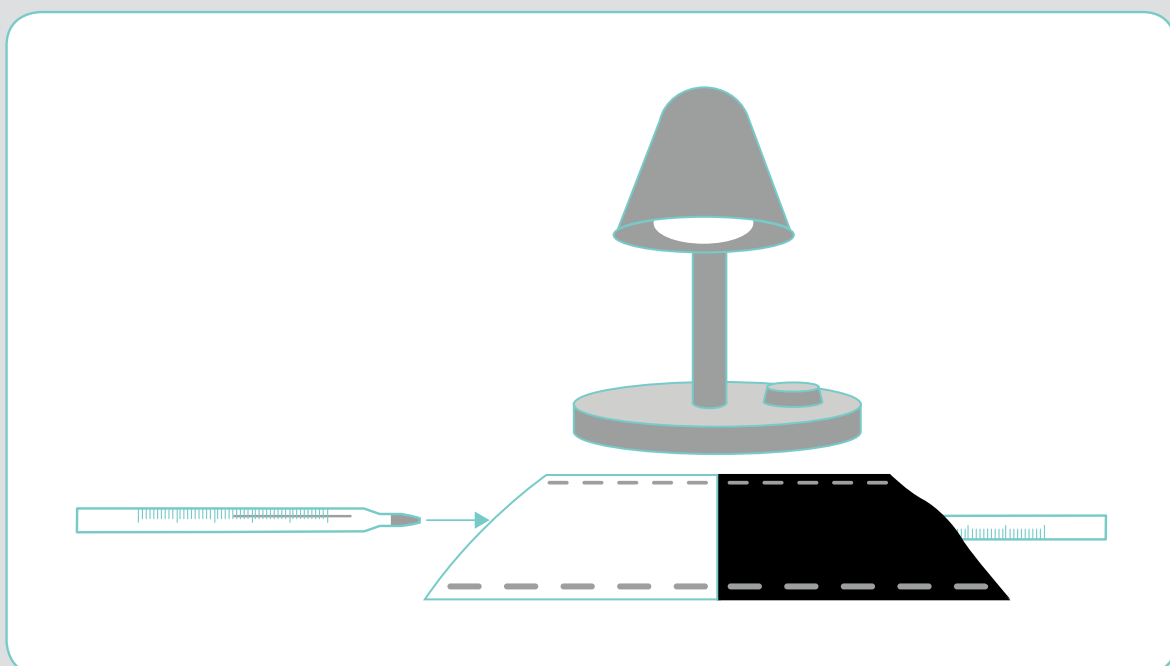
# Anexo 3

## EL EFECTO INVERNADERO Y SUS CONSECUENCIAS

### ¿CÓMO INFLUYE EL COLOR EN LA TEMPERATURA DE LAS SUPERFICIES?

- 1 Recorta un cuadrado de 15 × 15 cm de cartulina negra y otro de cartulina blanca.
- 2 Pliega cada cuadrado por la mitad.
- 3 Grapa dos de los bordes de cada cuadrado para crear un sobre con cada uno de ellos.
- 4 Inserta el extremo de un termómetro en cada sobre de cartulina.
- 5 Coloca los termómetros directamente debajo de la lámpara (o, si estás al aire libre, al sol) de tal forma que ambos reciban la misma cantidad de luz. La lámpara deberá apuntar directamente hacia abajo (véase el diagrama superior).
- 6 Espera dos minutos para que los termómetros alcancen la temperatura ambiente. Esta será la temperatura de partida. Asegúrate de que los termómetros no están al sol al realizar este paso.
- 7 Enciende la lámpara. Anota la temperatura de cada termómetro cada dos minutos durante los próximos 20 minutos.

La diferencia de temperatura entre la cartulina blanca y la negra suele ser de entre 2 y 3 °C al medirla bajo una lámpara, pero puede llegar a alcanzar de 5 a 6 °C al realizar este experimento en el exterior a la luz del sol. •







# Enlaces de interés

## RECURSOS DE LA ESA

[Recursos de clase de la ESA](#)

[https://www.esa.int/Education/Teachers\\_Corner/Teach\\_with\\_space3](https://www.esa.int/Education/Teachers_Corner/Teach_with_space3)

## PROYECTOS ESPACIALES DE LA ESA

[ESA Climate Change Initiative \(CCI\)](#)

<http://cci.esa.int>

[Gases invernadero de la CCI de la ESA](#)

<http://www.esa-ghg-cci.org/>

[Sentinel-3](#)

[https://www.esa.int/Our\\_Activities/Observing\\_the\\_Earth/Copernicus/Sentinel-3](https://www.esa.int/Our_Activities/Observing_the_Earth/Copernicus/Sentinel-3)

[EarthCARE](#)

[https://www.esa.int/Applications/Observing\\_the\\_Earth/The\\_Living\\_Planet\\_Programme/Earth\\_Explorers/EarthCARE/ESA\\_s\\_cloud\\_aerosol\\_and\\_radiation\\_mission](https://www.esa.int/Applications/Observing_the_Earth/The_Living_Planet_Programme/Earth_Explorers/EarthCARE/ESA_s_cloud_aerosol_and_radiation_mission)

## INFORMACIÓN ADICIONAL

[App de la ESA «Climate from Space»](#)

[https://www.esa.int/Applications/Observing\\_the\\_Earth/Space\\_for\\_our\\_climate/Climate\\_at\\_your\\_fingertips](https://www.esa.int/Applications/Observing_the_Earth/Space_for_our_climate/Climate_at_your_fingertips)

[Vídeo «Contributors to sea-level rise»](#)

[https://m.esa.int/spaceinvideos/Videos/2017/06/Contributors\\_to\\_sea-level\\_rise](https://m.esa.int/spaceinvideos/Videos/2017/06/Contributors_to_sea-level_rise)

[Vídeo rotulado en inglés sobre el ciclo del carbono y su relevancia para el cambio climático](#)

[https://m.esa.int/spaceinvideos/Videos/2018/02/Carbon\\_Cycle](https://m.esa.int/spaceinvideos/Videos/2018/02/Carbon_Cycle)

[Vídeo rotulado en inglés sobre cómo están cambiando los componentes de la atmósfera y cómo están repercutiendo estos cambios en el clima](#)

[https://m.esa.int/spaceinvideos/Videos/2018/01/Change\\_in\\_atmosphere](https://m.esa.int/spaceinvideos/Videos/2018/01/Change_in_atmosphere)

[Información en inglés sobre el nivel del mar y cómo se mide](#)

<http://www.esa-sealevel-cci.org/Sea%20Level%20information>

Spain



EUROPEAN SPACE EDUCATION RESOURCE OFFICE  
A collaboration between ESA & national partners



PARQUE de las CIENCIAS  
ANDALUCÍA - GRANADA

La **Oficina Europea de Recursos para la Educación Espacial en España (ESERO Spain)**, con el lema «Del espacio al aula» y aprovechando la fascinación que el alumnado siente por el espacio, tiene como objetivo principal proporcionar recursos a docentes de primaria y secundaria para mejorar su alfabetización y competencias en materias CTIM (Ciencias, Tecnología, Ingeniería y Matemáticas).

Este proyecto educativo de la **Agencia Espacial Europea** está liderado en España por el **Parque de las Ciencias de Granada** y cuenta con la colaboración de instituciones educativas tanto nacionales como de ámbito regional en las distintas Comunidades Autónomas.

## Observación de la Tierra

COLECCIÓN  
**CONOCER PARA ACTUAR**

### Incluye, entre otros:

Centinela incansable  
La Tierra a cubierto  
Un año en la Tierra  
Los hielos se están fundiendo  
Arriba en las alturas  
Obtención de una cámara web infrarroja  
El efecto invernadero y sus consecuencias  
Sentinels. Space for Copernicus (ESA Publication)

#### ESERO SPAIN

Parque de las Ciencias  
Avda. de la Ciencia s/n.  
18006 Granada (España)  
T: 958 131 900

info@esero.es  
www.esero.es



OT-SB-01