

Primaria
8-11



paquete de recursos educativos

PAÍSES BAJO AMENAZA

Las perspectivas de vida en las islas pequeñas

Guía del profesor y hojas
de trabajo del alumno



PAÍSES BAJO AMENAZA: Visión general	3
Resumen de actividades	4
El clima desde el espacio	6
Clima y nivel del mar: información general	7
Actividad 1: PAÍSES BAJO AMENAZA	8
Actividad 2: FUSIÓN DEL HIELO	10
Actividad 3: CALENTAMIENTO DEL AGUA	13
Actividad 4: MARES CÁLIDOS Y FRÍOS	16
Hoja de trabajo del estudiante 1: PAÍSES BAJO AMENAZA	18
Hoja de trabajo del estudiante 2: HIELO FUNDIDO	20
Hoja de trabajo del estudiante 3: CALENTAMIENTO DEL AGUA	21
Hoja de trabajo del estudiante 4: MARES CÁLIDOS Y FRÍOS	22
Ficha de información 1: PAÍSES BAJO AMENAZA	24
Enlaces	26

paquete de recursos educativos de la iniciativa sobre el cambio climático - PAÍSES BAJO AMENAZA

<https://climate.esa.int/es/educate/>

Conceptos de actividad desarrollados por la Universidad de Twente (NL) y el Centro Nacional de Observación de la Tierra (Reino Unido)

La Oficina del Clima de la ESA agradece las opiniones y comentarios

<https://climate.esa.int/es/helpdesk/>

Producido por la Oficina del Clima de la ESA
Copyright © Agencia Espacial Europea 2020-2021

PAÍSES BAJO AMENAZA: Visión general

Las perspectivas de vida en las islas pequeñas

Hechos

Asignatura(s): Geografía, Ciencia, Ciencias de la Tierra

Rango de edad: 8-11 años

Tipo: lectura y actividades prácticas

Complejidad: fácil a media

Tiempo de clase requerido: 2½ -4 horas

Coste: bajo (5-20 euros)

Lugar: en el interior

Incluye el uso de: hielo, agua, varios recipientes, colorante alimentario, software estándar, Internet

Palabras clave: nivel del mar, temperatura, glaciares, capas de hielo, expansión, satélite, observación

Breve descripción

En estas actividades, los alumnos aprenderán las causas y efectos del aumento del nivel marino, y explorarán aptitudes científicas básicas.

La primera actividad introduce el contexto al considerar el futuro potencial de Kiribati vinculada con un ejercicio de desarrollo de escritura.

Las actividades prácticas exploran dos factores principales que contribuyen al aumento del nivel del mar y ofrecen la oportunidad de debatir cómo se utilizan los modelos en la ciencia.

En la actividad final, los alumnos utilizan datos de satélites para explorar la temperatura de la superficie del mar, los cambios en su nivel medio y su interrelación.

Resultados previstos del aprendizaje

Tras haber trabajado en estas actividades, los alumnos serán capaces de:

Enumerar maneras en que el calentamiento global provoca el aumento del nivel del mar.

Crear un conjunto de instrucciones para que otros lleven a cabo un experimento.

Relacionar las diferentes partes de un modelo experimental con el mundo real.

Analizar las imágenes para obtener datos sobre el deshielo.

Realizar un experimento para demostrar la expansión del agua al calentarse.

Explicar por qué ocurre esto utilizando ideas sobre las partículas.

Identificar algunos problemas que puede causar el aumento del nivel del mar.

Utilizar la aplicación web Climate from Space para explorar y comparar la temperatura de la superficie del mar y los cambios en el nivel del mar.

Explicar la relación entre las variables utilizando los conocimientos científicos.

Resumen de actividades

	Título	Descripción	Resultado	Aprendizaje previo	Tiempo
1	País amenazado	Historia sobre el efecto de la subida del marino en las naciones insulares bajas como base para un ejercicio de comprensión. Debate opcional sobre las repercusiones locales de la subida marino.	Enumerar algunas de las formas en que el calentamiento global provoca el aumento del nivel del mar. Crea un conjunto de instrucciones que otros puedan utilizar para llevar a cabo un experimento.	Ninguno	45-60 minutos
2	El hielo que se derrite	Seguimiento y cartografía del deshielo.	Relacionar diferentes partes de un modelo experimental con lo que representan en el mundo real. Analizar imágenes para obtener datos sobre la fusión del hielo.	Ninguno	30 minutos (versión simple) 1-1½ horas (con análisis)
3	Agua caliente	Actividades prácticas que demuestran y explican la expansión térmica del agua.	Realiza un experimento demostrando que el agua caliente se expande. Explicar porque ocurre esto utilizando ideas sobre las partículas. Identificar los problemas que puede causar el aumento del nivel del mar.	Ninguno	30-45 minutos
4	Mares cálidos y fríos	Actividad de investigación con la aplicación web <i>Climate from Space</i> . Investigación adicional opcional sobre El Niño.	Usar la aplicación web <i>Climate from Space</i> para explorar y cotejar la temperatura de superficie marina y los cambios de su nivel. Explicar la relación entre las variables utilizando los conocimientos científicos.	Entender la expansión térmica, (p.e) a través de la Actividad 3	30 minutos

Los tiempos indicados se refieren a los ejercicios principales, suponiendo que se dispone de pleno acceso a las tecnologías de la información o que se distribuyen los cálculos y los gráficos en la clase. Incluyen el tiempo para la obtención de resultados, pero no su presentación, ya que esto variará en función del tamaño de la clase o grupos. Enfoques alternativos pueden llevar más tiempo.

Notas prácticas para los profesores

El **material necesario** para cada actividad se indica al principio de la sección correspondiente, junto con notas sobre la preparación que puede ser necesaria más allá de copiar las hojas de trabajo y las hojas de información.

Las **hojas de trabajo** están diseñadas para un solo uso y pueden copiarse en blanco y negro.

Las **hojas informativas** pueden contener imágenes de mayor tamaño para que las inserte en sus presentaciones en el aula, información adicional para los alumnos o datos para que trabajen con ellos. Es mejor imprimir o copiar estos recursos en color, pero pueden reutilizarse.

Todas las **hojas de cálculo, conjuntos de datos o documentos adicionales** necesarios para la actividad pueden descargarse siguiendo los enlaces a este paquete desde <https://climate.esa.int/es/educate/climate-for-schools/>

Las ideas para **ampliar la documentación** y las sugerencias de **diferenciación se incluyen en los** puntos correspondientes de la descripción de cada actividad.

Para apoyar **la evaluación** del esfuerzo, se incluyen las respuestas de las hojas de trabajo y los resultados de las actividades prácticas. En la parte correspondiente de la descripción de la actividad se sugieren posibilidades para utilizar criterios locales para evaluar competencias básicas como la comunicación o el manejo de datos.

Salud y seguridad

En todas las actividades, hemos dado por sentado que seguirá sus procedimientos habituales en relación con el uso de equipos comunes (incluidos los dispositivos eléctricos, como los ordenadores), el movimiento dentro del entorno de aprendizaje, los tropiezos y derrames, los primeros auxilios, etc. Como la necesidad de estos procedimientos es universal, pero los detalles de su aplicación varían considerablemente, no los hemos detallado siempre. En su lugar, hemos destacado los peligros particulares de una determinada actividad práctica para informar en su evaluación de riesgos.

Algunas de estas actividades utilizan la aplicación web *Climate from Space*. Es posible navegar desde aquí a otras partes del sitio web de la Iniciativa sobre el Cambio Climático de la ESA y, a partir de ahí, a sitios web externos. Si no puede -o no desea- limitar las páginas que los alumnos pueden ver, recuérdelos las normas locales de seguridad en Internet.

El clima desde el espacio

Los satélites de la ESA desempeñan un importante papel en la vigilancia del cambio climático. La aplicación web *Climate from Space* (Clima desde el espacio) (cfs.climate.esa.int) es un recurso en línea que utiliza historias ilustradas para resumir algunas de las formas en que nuestro planeta está cambiando y destacar el trabajo de los científicos de la ESA.

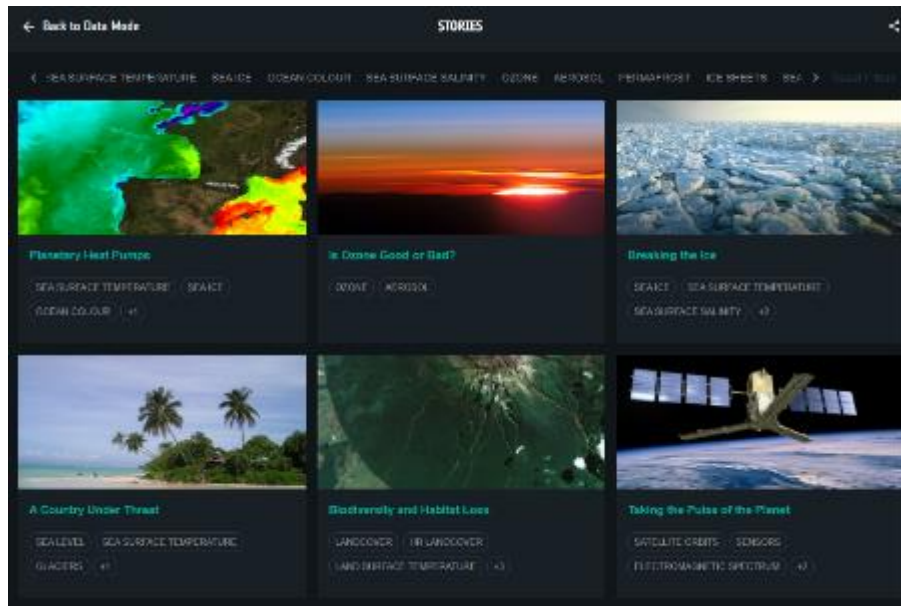


Figura 1: Historias de la aplicación web *Climate from Space* (Fuente: ESA CCI)

El programa de la Iniciativa sobre el Cambio Climático de la ESA produce registros globales fiables de algunos aspectos clave del clima conocidos como variables climáticas esenciales (ECV). La aplicación web *Climate from Space* le permite conocer mejor los impactos del cambio climático explorando estos datos por sí mismo.

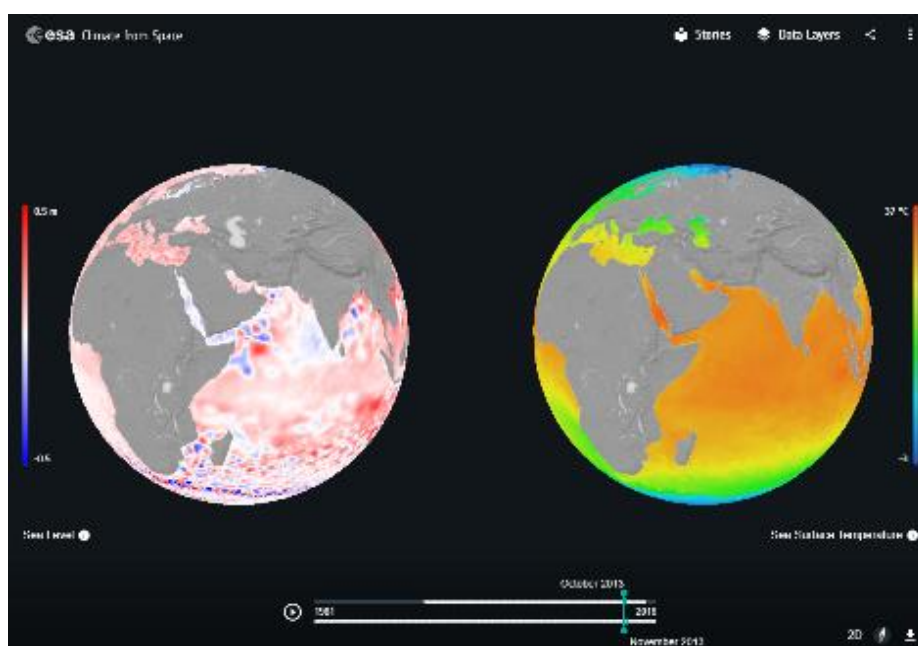


Figura 2: Comparación del nivel del mar y la temperatura de la superficie del mar en la aplicación web *Climate from Space* (Fuente: ESA CCI)

Clima y nivel del mar: información general

El calentamiento global y nuestros océanos

El calentamiento global tiene una serie de efectos en la enorme cantidad de agua de los océanos, y el océano tiene un enorme impacto o influencia en el clima de la Tierra debido a las enormes cantidades de energía que almacena y a la proporción del planeta que cubre.

El nivel del mar está subiendo debido a la expansión térmica (el agua más caliente ocupa más espacio), al derretimiento más rápido del hielo en la tierra (los glaciares de las montañas en muchas partes del mundo y las enormes capas de hielo de la Antártida y Groenlandia) y a los cambios en la forma en que usamos el agua, lo que significa que más agua de los lagos y del subsuelo está llegando a los océanos.

El impacto de la subida del nivel del mar

Las posibles consecuencias de la subida del nivel del mar para las naciones insulares de coral, como Kiribati, son dramáticas y los habitantes de estos países están trabajando para proteger sus hogares. Pero los gobiernos de otros lugares también están gastando en proyectos para defender sus propias costas o adaptarlas a los cambios que esperan ver. En todo el mundo, 680 millones de personas viven en zonas costeras y muchas de ellas ya están sintiendo los efectos del aumento de las inundaciones o de las mareas de tempestad. Cada vez son más las personas que se trasladan a las ciudades, muchas de las cuales son de baja altitud: cada centímetro de subida del nivel del mar significa que 3 millones más de personas viven en un lugar donde pueden sufrir inundaciones cada año.

Vigilancia de los mares cambiantes

Ahora podemos utilizar sensores satelitales, como los que lleva el satélite que se muestra en la figura 3, para medir el nivel del mar, junto con muchos de los factores que provocan su aumento, como el grosor y la extensión de las capas de hielo, y la temperatura de la superficie del océano. Los satélites pueden realizar mediciones frecuentes en todo el mundo en lugar de mediciones periódicas en unos pocos lugares seleccionados. Sin embargo, siguen siendo necesarios los instrumentos de las boyas, los barcos de investigación y los aviones: los científicos utilizan las lecturas de éstos para calibrar los sensores de los satélites y comprobar que los datos obtenidos son fiables.

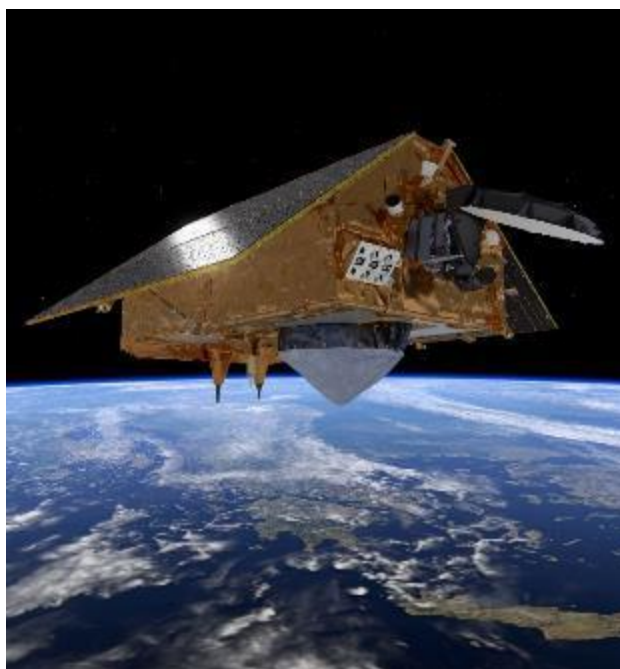


Figura 3: Sentinel-6, un satélite que vigila el nivel del mar (Fuente: ESA/ATG Medialab)

Actividad 1: PAÍSES BAJO AMENAZA

Esta actividad utiliza la historia de dos niños de Kiribati para introducir las razones por las que el nivel del mar está subiendo en todo el mundo. Los lectores con mejor comprensión pueden leer la historia por sí mismos, quizás como preparación para la lección. En el aula, se puede utilizar material de la historia relacionada con *Climate from Space* para complementar el texto.

La historia describe experimentos realizados por los personajes. Reescribir las descripciones en forma de instrucciones ofrece la oportunidad de desarrollar habilidades educativas relacionadas con la ciencia y reforzar algunos aspectos del método científico.

Equipo

- Hoja informativa 1
- Hoja de trabajo del alumno 1
- Aplicación web *Climate from Space: Historia de las costas amenazadas* (opcional)

Ejercicio

1. Lee la historia de la ficha 1 en clase, haciendo una pausa para comprobar la comprensión en los puntos claves.
Puedes ilustrar el texto con material de la historia *Climate from Space Costas amenazadas* de la siguiente manera:
 - Hay más fotos de Kiribati en la galería que se muestra en la diapositiva 2, junto con la imagen de Nueva York utilizada en la hoja informativa.
 - La primera parte del vídeo de la diapositiva 3 (hasta 1:33 minutos) ofrece más detalles sobre las distintas contribuciones al aumento del nivel del mar (incluyendo cifras que los alumnos podrían anotar y utilizar para crear un gráfico y/o un diagrama circular).
 - Otra zona ya muy afectada por la subida de los mares, el delta del río Misisipi, se muestra en la galería de la diapositiva 5, que también contiene las otras dos imágenes utilizadas en la hoja informativa.
2. Pide a los alumnos que completen la pregunta 1 de la hoja de trabajo para resumir las causas de la subida del nivel del mar.
Si tu país tiene costa, podrías seguir con un debate sobre los posibles efectos locales de la subida del nivel del mar y/o las medidas que se están tomando para reducir el impacto de los posibles cambios o adaptarse a ellos.
3. Explica que los científicos repiten los experimentos que han realizado otros científicos para comprobar que los resultados son fiables. (La institución científica nacional más antigua del mundo, la Royal Society (Reino Unido), fundada en 1660, tiene como lema *Nullius in verba*, que suele traducirse como "No aceptes la palabra de nadie").
4. Pide a los alumnos que cambien las descripciones de los experimentos de la historia por instrucciones, trabajando individualmente o en parejas y utilizando el esquema de la hoja de trabajo.
Algunos alumnos pueden necesitar apoyo para asegurarse de que hay una sola acción en cada paso (una línea= una instrucción) y/o para apreciar que la

descripción en la historia también incluye los resultados (lo que sucedió).

Los alumnos más capaces pueden querer incluir detalles adicionales; por ejemplo, la historia no explica cómo saber si el nivel del agua ha cambiado.

5. Los alumnos pueden evaluar entre ellos sus instrucciones pensando en qué harían exactamente si sólo tuvieran que seguir las instrucciones creadas por otro grupo.

Nota: Si los alumnos hicieran el experimento siguiendo sus instrucciones o las de otra pareja/grupo, necesitarían muchos cubos y bastante hielo, por lo que no lo sugerimos, aunque tal vez quieran seguir el ejemplo de la señorita Bauro y hacerlo como demostración. Hay instrucciones para una versión de la actividad en la que se utilizan vasos de agua y sólo dos cubitos de hielo por grupo en el pack de los Detectives del Clima de la ESA *El hielo se derrite* (ver Enlaces).

Respuestas a la hoja de trabajo

1. Los cuatro factores mencionados en la historia son el deshielo de los glaciares, el deshielo de las capas de hielo, las aguas subterráneas que acaban en el océano y la expansión del agua al aumentar la temperatura.
2. Los elementos entre paréntesis no se mencionan específicamente en la historia.

Experimento 1 **Qué necesitas:** cubo, agua, hielo.

Qué hacer:

Paso 1: Poner agua en el cubo (y marcar o anotar el nivel de agua).

Paso 2: Añadir hielo al cubo. Marcar o anotar el nuevo nivel.

Paso 3: Dejar el cubo en un lugar cálido.

Paso 4: Mira el nivel del agua después de unas horas/cuando el hielo se haya derretido (y marca o anota el nuevo nivel).

Experimento 2 **Qué necesitas:** cubo, agua, hielo, arena.

Qué hacer:

Paso 1: Utiliza la arena para hacer una "isla" en el cubo.

Paso 2: Poner agua en el cubo, dejando que sobresalga parte de la isla (y marcar o anotar el nivel de agua).

Paso 3: Poner hielo en la isla.

Paso 4: Dejar el cubo en un lugar cálido.

Paso 5: Mira el nivel del agua después de unas horas/cuando el hielo se haya derretido (y marca o anota el nuevo nivel).

Actividad 2: FUSIÓN DEL HIELO

En esta actividad, los alumnos observan la fusión del hielo. Les da la oportunidad de hacer observaciones cercanas que pueden incluir el dibujo a escala y/o el uso de papel cuadriculado para medir áreas irregulares. Pueden utilizar un teléfono inteligente para modelar un satélite que realiza observaciones desde la órbita, o puede establecerlo como una demostración paralela.

Equipo

- Un plato con borde o una bandeja o cuenco pequeño para cada grupo
- Tres o cuatro botones o cuentas de diferentes colores para cada grupo
- Plastilina para fijar los rotuladores
- Un cubito de hielo o un trozo de hielo para cada grupo
- Reloj de aula
- Una copia de la hoja de trabajo 2 para cada estudiante y algunos repuestos
- Smartphone o tableta (opcional)
- Una pila de libros o una madera para apoyar el teléfono si se está utilizando
- Papel cuadriculado y/o gráfico (opcional)
- Hojas de acetato impresas con una cuadrícula (opcional si se usa la cámara)
- Acceso a programas de presentación, imagen y/o tratamiento de textos con los que los estudiantes estén familiarizados (opcional, si se utiliza la cámara)
- Toallas para las manos mojadas y para tratar cualquier derrame

Nota: En la hoja de trabajo se sugieren varias formas de registrar los resultados: elija la que se adapte a la edad y la capacidad de los alumnos, al equipo disponible y a las habilidades que desee desarrollar. La primera opción es describir las observaciones de cerca, pero puedes desear que los niños más pequeños se limiten a dibujar lo que ven. Si los alumnos tienen que medir la superficie del hielo, analizar las fotografías es más fácil que hacer dibujos que estén más o menos a escala. Una solución de compromiso puede ser que los alumnos trabajen en grupos, describiendo de lo que ven, paralelamente a la versión con el teléfono móvil del experimento que se realiza como demostración. Las imágenes de esta actividad pueden ser compartidas y analizadas por toda la clase.

Preparación

Es posible que quiera probarlo de antemano para saber cuál es la mejor altura y posición del teléfono (si es relevante) y/o cuánto tiempo tardan los cubos de hielo del tamaño que piensas utilizar en derretirse de forma perceptible en el aula.

Salud y seguridad

Asegúrate de que los platos (y los libros/maderas si los utilizas) estén en posiciones estables y no sobresalgan del borde de las mesas. Deberán permanecer en su posición durante algún tiempo y existe el riesgo de que se produzcan derrames.

Indica a los alumnos que no se metan nada, ¡incluso los dedos! - en la boca.

Ejercicio

1. Vuelve a la historia de la actividad anterior. El presentador de las noticias dijo que el hielo se estaba derritiendo. ¿Cómo podemos saber cuánto hielo hay y cómo está cambiando cuando hay tanto? La historia dice que utilizamos satélites. Explica a los alumnos que éstos giran alrededor de la Tierra y pueden tomar imágenes de ella desde arriba que los científicos pueden utilizar para controlar y cartografiar el hielo.
2. Di a los alumnos que van a supervisar y/o cartografiar el hielo que se derrite. Acompáñalos a través del montaje descrito en la Ficha del alumno 2. Pide a los alumnos que identifiquen cómo el montaje de las imágenes modela la situación global: la placa es una parte de la Tierra, el cubo de hielo es una capa de hielo o un glaciar, los botones son cosas que permanecen en un lugar y pueden verse fácilmente desde el espacio, como ciudades o promontorios (o puntos de referencia GPS), la cámara es el sensor del satélite que pasa por la misma parte de la Tierra cada cierto tiempo.
3. Pide a los alumnos que preparen el equipo y anoten los resultados en un intervalo adecuado, por ejemplo, cada cinco minutos durante media hora.
 - Si están escribiendo descripciones o tomando fotos para su posterior análisis, los intervalos podrían utilizarse para discutir las predicciones y comparaciones. ¿Hay diferencias en lo que ven los distintos grupos? ¿Por qué? ¿Qué esperamos ver la próxima vez? ¿Cuánto tiempo creemos que pasará antes de que se derrita todo el hielo?
 - Si han hecho dibujos en papel cuadriculado, podrían utilizar los intervalos para medir y registrar el área del hielo y, tal vez, trazar su último punto de datos en un gráfico con ejes establecidos de antemano.
4. Si la clase sólo ha hecho observaciones descriptivas (con palabras o dibujos), discute lo que le ocurrió al hielo y cómo esperarían los alumnos que cambiara si el aire fuera más cálido. Pídeles que discutan en grupos cómo podrían poner a prueba esta idea. ¿Se les ocurre alguna forma que no implique encender la calefacción en el aula (por ejemplo, colocándola en otra parte del aula, al aire libre, al sol, o en una caja para evitar las corrientes de aire)?
5. Si tú o los alumnos habeis tomado fotografías del hielo derretido, impórtalas en un documento o presentación asegurándose de que todas las imágenes tengan el mismo tamaño. (Como lo serán si la cámara ha permanecido en su posición. Si se ha movido, es posible que tengas que utilizar los puntos de referencia para ayudarte a cambiar el tamaño de las fotografías).
A continuación, los alumnos pueden medir la superficie del hielo en cada intervalo utilizando una cuadrícula transparente superpuesta en la pantalla o una impresión, o trazar los contornos del hielo a partir de una impresión en un papel cuadriculado. Si se ha trabajado en clase, se puede distribuir esta tarea entre toda la clase.
6. Pide a los alumnos que tracen un gráfico de la superficie de hielo vs. el tiempo y que discutan lo que muestra. ¿Cómo cambiaría el gráfico si el hielo se derritiera más rápido? ¿Cambia el ritmo de fusión del hielo a medida que cambia la

cantidad de hielo? ¿Qué sugiere esto sobre cómo pueden derretirse las capas de hielo de la Antártida y Groenlandia en el futuro?

Resultados de la muestra

Los resultados que se muestran en la figura 4 y en la tabla se recogieron trabajando al aire libre en un cálido y soleado día de agosto.

La figura 5 muestra una secuencia de imágenes de un segundo intento que han sido recortadas y redimensionadas para poder utilizar una cuadrícula que permita comparar la superficie del hielo en cada caso.



Figura 4: Fotos del deshielo a las 13:30 y 13:50 (Fuente: CCI de la ESA)

Tiempo	Tiempo desde el inicio (minutos)	Observaciones
13:30	0	Un gran bloque de hielo.
13:35	5	Los bordes del bloque se han derretido. Se ha movido a un lugar diferente.
13:40	10	El bloque de hielo se ha movido, tal vez se ha deslizado sobre el agua que hay debajo o alguien ha dado un empujón a la mesa.
13:45	15	El bloque de hielo es más pequeño.
13:50	20	El bloque de hielo se ha derretido casi por completo.



Figura 5: Imágenes del deshielo redimensionadas y recortadas para poder medir las áreas mediante una superposición (Fuente: ESA CCI)

Actividad 3: CALENTAMIENTO DEL AGUA

Este es un experimento que ilustra la expansión térmica del agua. Esta es una de las principales causas de la subida de los mares, que se menciona en la historia de la Actividad 1 y se analiza con más detalle en la Actividad 3.

Equipo

- 2 botellas idénticas con tapas de plástico para cada grupo - las botellas pequeñas darán resultados más rápidos; las botellas de agua PET de 500 ml funcionan bien.
- 2 pajitas transparentes para cada grupo - las más estrechas son mejores.
- Colorante alimentario o tinta.
- Una jarra o un vaso grande para cada grupo
- Plastilina o material similar - un trozo del tamaño de una nuez por grupo.
- Fuente de calor: puede ser, por ejemplo, el alféizar de una ventana soleada, una lámpara de lectura con una bombilla de filamento (no led), un recipiente con agua caliente para utilizarlo como baño de agua, una almohadilla térmica, un secador de cabello o un ventilador.
- Paños para tratar los derrames
- Una bandeja para que cada grupo trabaje (opcional)
- Rotulador o marcador y regla (opcional)
- Hoja de trabajo 3 del estudiante - una copia por estudiante con repuestos en caso de derrames
- Tiza o cinta adhesiva para marcar un rectángulo en el suelo

Preparación

- Haz un agujero para la pajita en la tapa de cada botella con un punzón o unas tijeras de punta. Si las botellas tienen tetina, quita la tapa y corta el plástico del interior de la tetina para que la pajita pueda entrar.
- Puedes preparar jarras de agua coloreada en lugar de permitir que los niños colorean el agua ellos mismos.
- Si se dispone de material de laboratorio, se pueden utilizar tubos de ebullición, tubos capilares y un tapón agujereado. El tubo tiene que encajar bien en el orificio del tapón, por lo que se aconseja introducirlo con antelación para reducir el riesgo de lesiones por rotura de cristales.
- El tiempo necesario para obtener resultados medibles varía mucho en función del equipo y la fuente de calor utilizados. Por lo tanto, es importante probarlo de antemano y estructurar la sesión en consecuencia.

Salud y seguridad

Indica a los alumnos que no se metan nada, ¡incluso los dedos! - en la boca.

Si se va a utilizar equipo eléctrico de la red, asegúrate de que ha sido sometido a pruebas de seguridad, de que los alumnos no lo tocan con las manos mojadas y de que los cables no suponen un peligro de tropiezo.

Advierte a los alumnos si la fuente de calor puede estar caliente al tacto (aunque no se recomienda el uso de estos dispositivos).

Asegúrate de que hay material disponible para tratar los derrames.

Ejercicio

1. Vuelve a consultar la historia de la Actividad 1. La Srta. Bauro les dice a Joena y a Afa que el agua caliente ocupa más espacio que el agua fría, pero no les muestra que sea así. Explica que esto se llama expansión, y discute si vemos o no que el agua se expande en casa. Si sacamos una botella de agua de la nevera, ¿se llena más? (Quizá tengas que señalar que cuando una olla hierve ocurre algo diferente). ¿Se equivoca la señorita Bauro? Puede que no.
2. Discute la idea de que el cambio de volumen de un líquido es mucho más visible si lo ponemos en un recipiente estrecho. (Puedes utilizar una pajita como pipeta para recoger un poco de agua coloreada y transferirla a un vaso de precipitados: el agua se ve en la pajita pero apenas cubre el fondo del recipiente más grande). Así, si el único lugar al que tiene que ir el agua cuando se expande es a un lugar estrecho, podremos ver el cambio.
3. Haz que los alumnos preparen el equipo tal y como se describe en la hoja de trabajo 3 del alumno. Deberás indicarles dónde dejar cada botella y durante cuánto tiempo.
Con los alumnos más jóvenes, trasladar el agua con todo el equipo en una bandeja (como una bandeja de almacenamiento poco profunda) puede ayudar a contener los derrames. Si la sensibilidad del montaje que utilizas lo permite, puede que quieras que los alumnos mayores o más capacitados elaboren un gráfico que muestre cómo cambia el nivel con el tiempo. Puede que les resulte más fácil hacer una marca en la pajita donde se une a la botella y luego marcar el nivel de agua a intervalos, pueden hacer las mediciones cuando el equipo haya sido desmontado.
4. Este paso siguiente puede realizarse mientras los alumnos esperan a que el agua se caliente o después de haber anotado los resultados, según convenga. Recuerda o explica a los alumnos que todo está formado por partículas y que cuanto más caliente está algo, más rápido se mueven las partículas que contiene. Pide a un grupo de alumnos (desde cuatro hasta toda la clase) que se coloquen cerca unos de otros y marquen un rectángulo alrededor de ellos en el suelo con tiza o cinta adhesiva. Pide a los alumnos que empiecen a agitarse y a moverse más deprisa; pronto les resultará difícil permanecer en el rectángulo. Cuando las partículas se mueven más rápido, ocupan más espacio.
5. Pide a los alumnos que utilicen estas ideas para explicar lo que vieron que ocurría en su experimento, anotando sus ideas en la hoja de trabajo.

6. Los mares son enormes, no estrechos como la pajita, por lo que puede parecer que no van a subir tanto. Discute esto con los alumnos sacando a relucir los siguientes puntos:
- El agua es muy buena para almacenar el calor (piensa en el tiempo que se mantiene caliente un baño de agua en comparación con la rapidez con la que se enfría el aire de una habitación).
 - Los océanos cubren el 70% de nuestro planeta y son muy profundos: eso es mucha agua.
 - Muchas de las principales ciudades del mundo, y por tanto gran parte de la población mundial, son costeras, por lo que se verán afectadas por subidas relativamente pequeñas. (Los alumnos podrían utilizar mapas y datos de población para profundizar en esta cuestión).
 - Las inundaciones y la desaparición de tierras no son el único problema. Piensa en los efectos de la filtración de agua de mar en terrenos a los que normalmente no llega: partes de muchas ciudades son subterráneas, el suelo más húmedo puede no soportar tan bien los edificios, sacamos agua dulce del suelo y las plantas también dependen de ella.
 - Los científicos, por tanto, vigilan de cerca la temperatura y el nivel del mar, y en la próxima actividad veremos algunos de sus datos.

Resultados de la muestra

Como se ha indicado anteriormente, los resultados dependen del equipo utilizado y del entorno, pero el agua debería pasar a la pajita de la botella si es dejada en un lugar cálido. La botella que se muestra en la figura 6 había permanecido en el recipiente con agua caliente del grifo durante unos cinco minutos.

Puede haber un ligero cambio en el nivel de la botella dejada en un lugar fresco si el agua utilizada era más fría que el entorno.

Respuesta a la hoja de trabajo

El calor hace que las partículas de agua se muevan más. Cuando se mueven más, ocupan más espacio. Así que el agua se expandió en la pajita porque no había más espacio en la botella.



Figura 6: Resultado de calentamiento del agua (Fuente: ESA)

Actividad 4: MARES CÁLIDOS Y FRÍOS

En esta actividad, los alumnos utilizan la aplicación Web Climate from Space para explorar las temperaturas de la superficie del mar y los cambios del nivel del mar en todo el mundo. La observación conjunta de ambos conjuntos de datos ofrece a los alumnos la oportunidad de relacionar los datos de los satélites con el trabajo experimental sobre la expansión térmica.

Equipo

- Acceso a Internet
- Aplicación web Climate from Space
- Hoja de trabajo del estudiante 4
- Lápices de colores

Ejercicio

1. Pide a los alumnos que abran la aplicación web Climate from Space y naveguen hasta la capa de datos de la temperatura de la superficie del mar. Asegúrate de que los alumnos entienden la escala de colores (el azul es frío, el rojo es caliente). Conviene discutir por qué la temperatura más baja está justo por debajo del punto de congelación (el agua del mar se congela a una temperatura más baja que el agua dulce) y cómo se sentiría la temperatura más caliente de la escala (las piscinas suelen calentarse a 28-29°C, un baño caliente será de 40-45°C).
2. Da a los estudiantes tiempo para explorar los datos antes de pedirles que respondan a las dos primeras preguntas de la hoja de trabajo del estudiante 4.1. Puedes animar a los alumnos a dibujar una escala numérica para ayudarles a responder a la segunda pregunta si no están familiarizados con las operaciones con números negativos.
3. Demuestra cómo ir al conjunto de datos del nivel del mar y vuelve a discutir la escala de colores. Este paso puede no ser necesario para los alumnos mayores, que pueden continuar siguiendo las instrucciones de la hoja de trabajo.
4. Pide a los alumnos que respondan a las preguntas 3 y 4 de la hoja de trabajo. Probablemente tendrán que consultar un mapa o un atlas en línea para encontrar las ubicaciones.
Los alumnos que trabajen con mayor rapidez podrían dedicar algún tiempo a investigar cómo varía el nivel del mar en un mismo lugar. ¿Existe un patrón regular a lo largo de un año? ¿Existe una tendencia a más largo plazo?
5. Muestra a los alumnos cómo poner dos globos terráqueos uno al lado del otro en pantalla, si es necesario, antes de pedirles que continúen con las preguntas de la Ficha del alumno 4.2.
Los alumnos podrían buscar patrones interesantes en otros años, explorar cómo la ubicación y la trayectoria de las corrientes de agua más fría varían de un año a otro, o llevar a cabo alguna investigación independiente sobre El Niño.

Respuestas a la hoja de trabajo

Temperatura del mar

1. El Polo Sur.
2. Alrededor de 40°C: 37°C - (-3°C) = 40°C

Nivel del mar

	Lugar	Fecha	Nivel del mar
3.			
4.	Mar Rojo	Agosto de 1994	mucho más bajo de lo usual
	Mar Báltico	Enero de 2000	mucho más alto de lo usual
	Mar Mediterráneo	Abril de 2004	un poco más bajo de lo usual
	Mar del Norte	Febrero de 2009	más o menos similar a lo usual /un poco menos a lo usual
	Golfo de Guinea	Mayo de 2015	un poco más alto de lo usual

Comparación del nivel del mar y las temperaturas

5. Los dibujos de los alumnos deben ser versiones simplificadas de los datos mostrados en la figura 7.

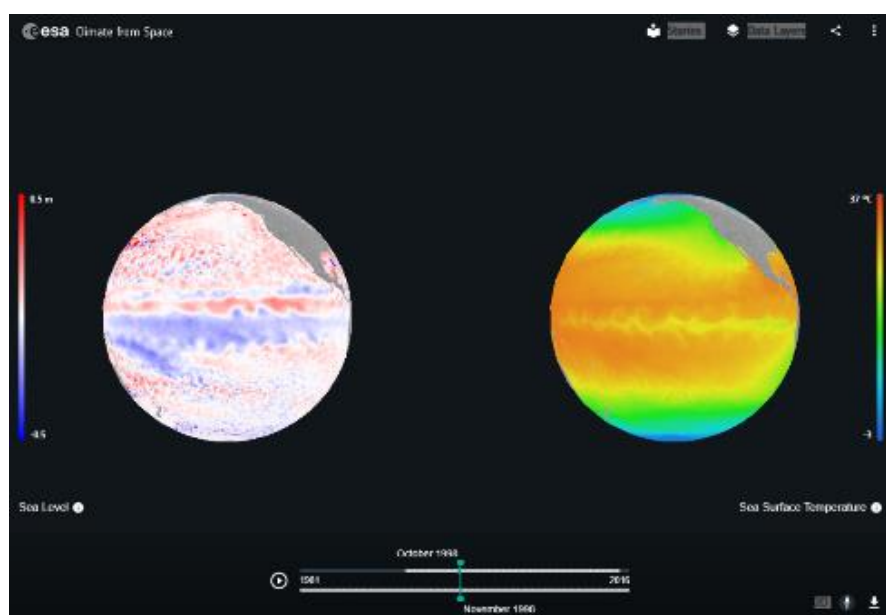


Figura 7: Nivel del mar y temperatura de la superficie del mar en octubre de 1998 en la aplicación web Climate from Space (Fuente: ESA CCI)

Nota: Hubo una fuerte “La Niña” en 1998-1999. El patrón opuesto –“El Niño”– se muestra claramente en los datos del nivel del mar (véase, por ejemplo, de octubre a diciembre de 2015), pero no tanto en los datos de temperatura, ya que estos se fijan en los valores absolutos y no en las diferencias.

6. a. Más bajo de lo habitual.
b. El agua más fría ocupa menos espacio que el agua más caliente (en este rango de temperaturas).

Hoja de trabajo del estudiante 1: PAÍSES BAJO AMENAZA

1. ¿Por qué sube el nivel del mar?
(En la historia se mencionan cuatro razones, ¿puedes encontrarlas todas?)

2. La señorita Bauro, Joena y Afa hacen dos experimentos.
Escribe paso a paso las instrucciones para poder repetir estos experimentos.
Enumera el equipo que necesitarán y dibuja diagramas que muestren cómo preparar el equipo. (Es posible que no necesites utilizar todas las líneas).

Experimento 1

Lo que necesitas

Diagrama

Qué hacer

Paso 1 _____

Paso 2 _____

Paso 3 _____

Paso 4 _____

Paso 5 _____

Experimento 2

Lo que necesitas

Diagrama

Qué hacer

Paso 1 _____

Paso 2 _____

Paso 3 _____

Paso 4 _____

Paso 5 _____

Hoja de trabajo del estudiante 2: HIELO FUNDIDO

Lo que necesitas

- Plato
- Tres o cuatro botones (diferentes colores)
- Un poco de plastilina
- Un cubito de hielo grande
- Un reloj

También es posible que quieras

- Una pila de libros
- Un smartphone
- Papel cuadriculado o papel milimetrado

Salud y seguridad

- Asegúrate que su equipo no sobresale del borde de la mesa.
- Limpia rápidamente cualquier derrame.
- No pruebes nada. Mantén las manos alejadas de la boca.

Qué hacer

1. Utiliza la plastilina para pegar los botones al plato cerca del borde. Sepáralos de forma equidistante. Serán puntos de referencia que te ayudarán a ver si el hielo se ha movido.
2. Si vas a utilizar un celular para hacer fotos, ponlo fijo encima de una pila de libros (mira en las fotos).
3. Coloca el bloque de hielo en el centro del plato.
4. Anota la hora y dibuja o haz una foto o describe lo que ves. Estas son tus primeras observaciones.
5. De vez en cuando, mira de cerca el hielo. Tu profesor te dirá con qué frecuencia.



Uso de un móvil para evaluar el hielo que se derrite. La imagen superior es una vista lateral y la inferior una vista superior. (Fuente: ESA CCI)

Resultados

Cada vez que mires el hielo, anota la hora y lo que ves. Las preguntas clave del recuadro siguiente te ayudarán a mirar con atención. Puedes hacer una tabla y escribir lo que ves, hacer fotos o dibujos, incluso a escala en papel cuadriculado.

Discusión

¿Cuánto tiempo tardó el hielo en derretirse?

¿Cómo esperas que esto cambie si el aula es más cálida?

Preguntas clave

1. ¿El hielo tiene un tamaño diferente?
2. ¿Ha cambiado la forma del hielo?
3. ¿Se ha movido el hielo?
¿Cómo? ¿Hacia dónde?

Con tu grupo, planifica cómo podrías poner a prueba esta idea.

Hoja de trabajo del estudiante 3: CALENTAMIENTO DEL AGUA

Lo que necesitas

- 2 botellas de plástico con agujeros en las tapas
- Agua coloreada
- 2 pajitas
- Plastilina

Qué hacer

1. Coloca las botellas como en la imagen:
 - a. Vierte agua coloreada en la botella hasta hasta arriba, y luego ponle la tapa al frasco.
 - b. Introduce una pajita por el agujero de la tapa. Deja unas tres cuartas partes de la pajita fuera de la botella.
 - c. Envuelve la pajita con plastilina para mantenerla en su sitio y asegúrate de que no entre aire a al frasco través de la tapa.
2. Pon una de las botellas en un lugar fresco.
3. Pon la otra botella en un lugar cálido.
4. Deje las dos botellas solas durante un tiempo.

¿Qué pasó?

Escribe o dibuja lo que ha ocurrido en estas casillas.

Botella en un lugar fresco	Botella en un lugar cálido

Explicación

Utiliza las ideas sobre las partículas para explicar lo sucedido.

Salud y seguridad

- Vierte el agua coloreada con cuidado para no mancharte.
- Limpia rápidamente si hay derrames.
- No pruebes nada. Mantén las manos alejadas de la boca.
- Asegúrate de que tus manos están secas antes de tocar cualquier equipo eléctrico.
- Cuidado con los objetos calientes.



(Fuente: ESA CCI)

Hoja de trabajo del estudiante 4: MARES CÁLIDOS Y FRÍOS

Temperatura del mar

Abre la aplicación web Climate from Space (cfs.climate.esa.int).

Haz clic en el símbolo de las capas de datos (Data Layers arriba a la derecha) y selecciona la temperatura de la superficie del mar (Sea Surface Temperature).

Comprueba que entiendes los colores y cómo los controles de la pantalla te ayudan a mirar más de cerca en determinados lugares o momentos.

1. Mueve el globo terráqueo para que puedas ver el Ártico y luego el Antártico. ¿Qué polo tiene agua más fría a su alrededor?

2. Calcula la diferencia de temperatura entre el océano cercano al ecuador y el océano cercano a los polos.

Nivel del mar

Abre la lista de capas de datos (Data Layers).

Elige el nivel del mar.

El mapa muestra el nivel medio del mar comparado con el valor usual para la época del año. Los tonos azules significan que el mar está más bajo de lo usual, y los rojos que el mar está más alto de lo usual. A más oscuro el color, mayor es la diferencia.

3. Mueve el globo terráqueo y el marcador de tiempo para que veas el Mar Rojo (Red Sea) en agosto de 1994. ¿Era el nivel del mar mucho más alto, un poco más alto, igual que, un poco más bajo o mucho más bajo **de lo usual**? Escribe tu respuesta en la tercera columna de la tabla.
4. Ahora haz lo mismo con las demás horas y lugares de la tabla.

Lugar	Fecha	Nivel del mar
Mar Rojo	Agosto 1994	
Mar Báltico	Enero 2000	
Mar Mediterráneo	Abril 2004	
Mar del Norte	Febrero de 2009	
Golfo de Guinea	Mayo 2015	

Comparación del nivel del mar y las temperaturas

Vuelve a abrir la lista de capas de datos (Data Layer).

Haz clic en COMPARE junto a la temperatura del océano (Sea surf. temperature).

Ahora deberías ver dos globos terráqueos uno al lado del otro en su pantalla.

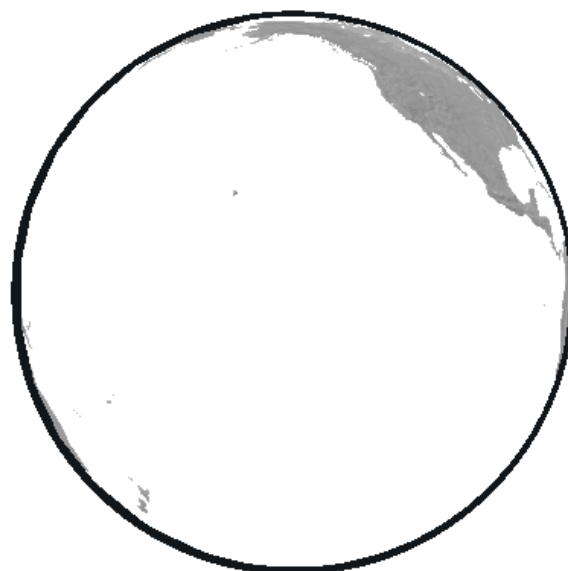
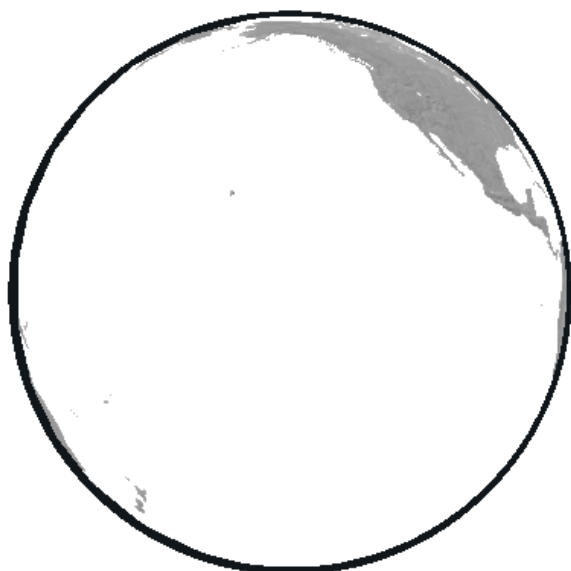
5. Gira los globos terráqueos para que veas el Océano Pacífico con parte de América en la parte superior y Nueva Zelanda apenas visible en la parte inferior (como en los diagramas de abajo). Mueve la barra de la línea de tiempo hasta octubre de 1998.

Colorea las imágenes para mostrar los principales patrones que ves en cada globo.

Añade una leyenda a tus diagramas.

Nivel del mar

Temperatura de la superficie del mar



mas bajas de lo → lo habitual

frío → caliente

6. Busca en el globo de temperatura una banda de agua más fría cerca del ecuador. Ahora mira el mismo lugar en el globo del nivel del mar.

a. ¿Cómo es el nivel del mar en los lugares donde la temperatura es más baja?

b. ¿Por qué?

Ficha de información 1: PAÍSES BAJO AMENAZA

(Fuente: Diederik Veerman,
Museo de La Haya)



Kiribati (se dice 'ki-ri-bas') es un grupo de pequeñas islas tropicales en el Océano Pacífico. Joena vive en una de las islas con su madre, padre y hermano menor en una casa cerca de la playa. Muchas generaciones de sus antepasados vivieron en la misma isla. Su padre es pescador y su madre, enfermera. Afa es la mejor amiga de Joena. Juntas juegan en la playa, se bañan en la laguna y trepan por las palmeras. La vida en Kiribati es buena.

Después de un día al aire libre, a Joena le encanta sentarse en el sofá con una taza de chocolate. A veces ve las noticias con su madre. Normalmente, esto ayuda a Joena a conciliar el sueño, pero hoy ha escuchado algo que la ha sorprendido. El presentador de las noticias hablaba del calentamiento global y decía que la temperatura de la Tierra está aumentando. Como es más cálido, todos los mares y océanos del mundo están subiendo. El presentador dijo que los científicos prevén que las islas de Kiribati quedarán completamente sumergidas para el año 2100.

Joena no puede dormir porque teme que su familia tenga que mudarse algún día. Le gustaría saber por qué el nivel del océano está subiendo. Aunque ya es de noche, llama a Afa. Ella tampoco lo sabe, así que deciden hablar con su profesor por la mañana.

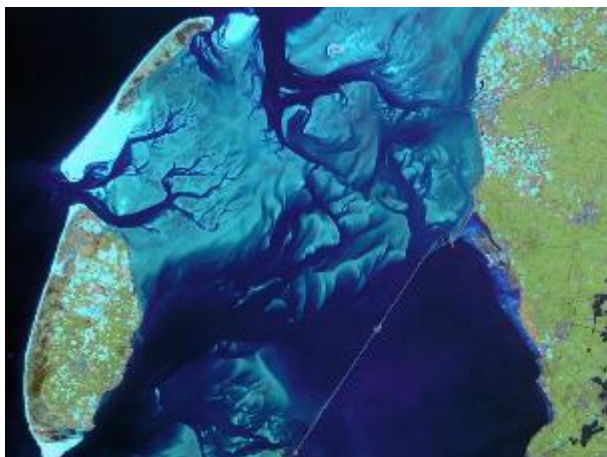
Joena y Afa son las primeras en llegar a clase al día siguiente. Preguntan a su profesora, la señorita Bauro, si tiene un minuto. Cuando le cuentan lo que dijeron en las noticias, ella también se sorprende.

Pero, ¿por qué ocurre esto? pregunta Joena. ¿Es porque el hielo donde viven los osos polares se está derritiendo?

La señorita Bauro se levanta. Un momento", dice y se aleja.

Cinco minutos después, vuelve con un cubo de agua y una bolsa de cubitos de hielo. Echan los cubitos de hielo en el cubo y lo colocan en el alféizar de una ventana soleada. Cuando miran el cubo una hora más tarde, ven que los cubos de hielo que flotaban han desaparecido, pero no ha pasado nada con el nivel del agua. Ahora están aún más desconcertados. Si el hielo que flota en el mar no hace subir el agua, ¿qué es lo que hace?

Al día siguiente, la señorita Bauro, Joena y Afa hacen otro experimento con el cubo de agua y una nueva bolsa de cubitos de hielo. La señorita Bauro ha hecho una isla de arena en el centro del cubo y esta vez ponen los cubitos de hielo en la isla. Volveremos dentro de unas horas para ver qué ha pasado", dice la profesora. Cuando vuelven, ven que todos los cubitos de hielo han desaparecido y que la isla está cubierta de agua.



Proteger a los países de la subida del nivel del mar. Esta imagen, tomada por un satélite que rodea la Tierra, muestra el largo Afsluitdijk que protege la costa holandesa del Mar del Norte. (Fuente: CNES/Spot Image)

La Srta. Bauro explica que hay agua en todo el mundo. Hay aguas subterráneas en las profundidades de la Tierra, ríos de hielo llamados glaciares en las altas montañas, hielo que flota en los mares fríos alrededor de los polos y capas de hielo que cubren la mayor parte de la tierra en la Antártida y Groenlandia. Cuando los glaciares y las capas de hielo se derriten, el agua va a parar a los océanos. Cuando la gente bombea el agua subterránea para beberla o utilizarla en las fábricas para hacer cosas, el agua acaba yendo al océano. Por lo tanto, el derretimiento del hielo

en la tierra y el uso del agua subterránea son dos cosas que hacen que el nivel del mar aumente.

Pero hay otra razón. El propio mar se está calentando, y el agua caliente ocupa más espacio que el agua fría. Con tanta agua en los océanos, casi un tercio del aumento del nivel del mar se debe a la expansión de los océanos y no a la fusión del hielo.

Kiribati no es el único lugar donde la subida del mar está causando problemas. En Gran Bretaña, la gente está abandonando una ciudad de la costa galesa porque no hay forma de protegerla a medida que el mar sube. Muchas de las mayores ciudades del mundo están cerca de la costa. Los habitantes de esos lugares también tienen que defenderse de la subida del mar o trasladarse a terrenos más altos.

Podemos utilizar los satélites para medir algunos de los cambios que provocan el aumento del nivel del mar, como el tamaño de los glaciares, el grosor de las capas de hielo y la temperatura del océano. Incluso podemos medir el propio nivel del mar. Los científicos llevan mucho tiempo haciendo un seguimiento de estas cosas. Si los observamos todos juntos, tendremos una mejor imagen del nivel del mar actual y nos ayudará a calcular la probabilidad de que aumente en el futuro, para saber qué lugares se verán más afectados. Si sabemos lo que puede ocurrir, la gente de todo el mundo puede planificar cómo proteger sus ciudades y países.



Incluso donde la tierra aún se eleva sobre el mar, el aumento del nivel del mar puede causar problemas. Cuando el huracán Sandy llegó a Nueva York en octubre de 2012, hubo una "marea de tormenta". Se inundaron túneles, metros y centrales eléctricas, y casi dos millones de personas se quedaron sin electricidad. (Fuente: Iwan Baan/Getty Images)

Enlaces

Recursos de la ESA

Aplicación web Climate from Space

<https://cfs.climate.esa.int>

Clima para las escuelas

<https://climate.esa.int/es/educate/climate-for-schools/>

Enseñar con el espacio

http://www.esa.int/Education/Teachers_Corner/Teach_with_space3

Detectives del clima: *El hielo se derrite*

https://www.esa.int/Education/Teachers_Corner/The_ice_is_melting_How_can_we_investigate_the_effects_of_melting_ice_Teach_with_space_PR13

Proyectos espaciales de la ESA

Oficina del Clima de la ESA

<https://climate.esa.int/en/>

Espacio para nuestro clima

http://www.esa.int/Applications/Observing_the_Earth/Space_for_our_climate

Misiones de observación de la Tierra de la ESA

www.esa.int/Our_Activities/Observing_the_Earth/ESA_for_Earth

Exploradores de la Tierra

http://www.esa.int/Applications/Observing_the_Earth/The_Living_Planet_Programme/Earth_Explorers

Centinelas de Copérnico

https://www.esa.int/Applications/Observing_the_Earth/Copernicus/Overview4

Centinela Copérnico-6

https://www.esa.int/Applications/Observing_the_Earth/Copernicus/Sentinel-6_overview

Información adicional

Tarawa, Kiribati

https://www.esa.int/ESA_Multimedia/Videos/2020/09/Earth_from_Space_Tarawa_Kiribati

Vídeos de la Tierra desde el espacio

http://www.esa.int/ESA_Multimedia/Sets/Earth_from_Space_programme

ESA Kids

https://www.esa.int/kids/en/learn/Earth/Climate_change/Climate_change