

Primaria
8-11



paquete de recursos educativos

¿EL OZONO ES BUENO O MALO?

El descubrimiento del agujero de ozono antártico

Guía del profesor y hojas
de trabajo del alumno



¿EL OZONO ES BUENO O MALO? visión general	3
Resumen de actividades	5
Clima desde el Espacio	8
Ozono en la atmósfera: información inicial	9
Actividad 1: ¿POR QUÉ IMPORTA LA OZONO?	12
Actividad 2: ¿QUÉ TAN BUENO ES MI PROTECTOR SOLAR?	14
Actividad 3: EL AGUJERO DE OZONO	19
Hoja de trabajo del estudiante 1: ¿POR QUÉ IMPORTA EL OZONO?	21
Hoja de trabajo del estudiante 2: ¿QUÉ TAN BUENO ES MI PROTECTOR SOLAR?	22
Hoja de trabajo del estudiante 3: EL AGUJERO DE OZONO	25
Hoja de información 1: ¿EL OZONO ES BUENO O MALO?	26
Hoja de información 2: EL AGUJERO DE OZONO	27
Enlaces	28
Apéndice: ¿LO SABÍAS?	29

paquete de recursos educativos de la iniciativa sobre el cambio climático – ¿EL OZONO ES BUENO O MALO?

<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

¿EL OZONO ES BUENO O MALO? visión general

El descubrimiento del agujero de ozono antártico

Hechos

Asignaturas: Geografía, Ciencias de la Tierra.

Rango de edad: 8-11 años

Tipo: lectura, actividades prácticas

Complejidad: baja a media

Tiempo de clase requerido: 3 horas

Coste: Bajo (5-20 euros)

Lugar: interior/ exterior

Incluye el uso de: protector solar, perlas UV, Internet

Palabras clave: ozono, el agujero de ozono, luz ultravioleta (UV), gases de efecto invernadero, contaminantes, experimentos, satélites

Breve descripción

En este conjunto de actividades, los alumnos aprenderán sobre el ozono y los efectos -buenos y malos- que tiene sobre la vida en la Tierra.

La primera actividad ofrece una visión general de estos efectos, explica cómo se mide el ozono y presenta la historia del agujero de ozono en la Antártida.

A continuación, se realiza una actividad práctica en la que se investiga la eficacia de los protectores solares.

En la última actividad, los alumnos utilizan datos reales de satélites para estudiar cómo ha variado la concentración de ozono en todo el mundo durante las dos últimas décadas.

Resultados previstos del aprendizaje

Una vez realizadas estas actividades, los alumnos serán capaces de

Resumir los efectos del ozono en diferentes partes de la atmósfera sobre la vida en la Tierra.

Esbozar la historia del agujero de ozono en la Antártida, incluyendo el papel de las observaciones por satélite en el seguimiento de su recuperación.

Relacionar las partes de un modelo experimental con la situación real que representa.

Evaluar la eficacia de un método experimental.

Llevar a cabo una actividad práctica siguiendo las instrucciones y registrando los resultados de forma sistemática.

Utilizar la aplicación web *Climate from Space* para explorar los cambios en las concentraciones globales de ozono.

Seleccionar información clave de una serie de fuentes para presentar un resumen conciso de una investigación independiente.

Resumen de actividades

	Título	Descripción	Resultado	Requirimientos	Tiempo
1	¿Por qué importa el ozono?	Ejercicio de comprensión basado en una historia que relaciona la medición del ozono con la vida real.	Resumir los efectos del ozono en diferentes partes de la atmósfera sobre la vida en la Tierra. Resumir la historia del agujero de ozono en la Antártida, incluyendo el papel de las observaciones por satélite en el seguimiento de su recuperación.	Ninguno	30–60 minutos
2	¿Qué tan bueno es mi protector solar?	Actividad práctica utilizando cuentas UV para investigar el efecto de varios tipos de protector solar	Relacionar las partes de un modelo experimental con la situación real que representa. Evaluar la eficacia de un método experimental. Llevar a cabo una actividad práctica siguiendo instrucciones y registrando los resultados de forma sistemática.	Ninguno	60–90 minutos
3	El agujero de ozono	Actividad de investigación utilizando la aplicación web <i>Climate from Space</i>	Utilizar la aplicación web <i>Climate from Space</i> para explorar los cambios en las concentraciones globales de ozono. Seleccionar información clave de una serie de fuentes para presentar un resumen conciso de una investigación independiente.	Una introducción al tema, por ejemplo, actividad 1	30–60 minutos + investigación (aprendizaje en el hogar) y tiempo de retroalimentación

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 repetitivos y los gráficos en la clase. Incluyen el tiempo para la puesta en común de

los resultados, pero no la presentación de los mismos, ya que esto variará en función del tamaño de la clase y de los grupos. Los enfoques alternativos pueden llevar más tiempo.

La descripción de cada actividad incluye ideas para el debate o la ampliación del trabajo, así como sugerencias para la diferenciación.

Notas prácticas para los profesores

Los **tiempos** indicados en la tabla resumen corresponden a los ejercicios principales, suponiendo un acceso total a las tecnologías de la información o la distribución de los cálculos y gráficos repetitivos en la clase. Incluyen el tiempo para la confección en común de los resultados, pero no la presentación de los mismos, ya que esto variará en función del tamaño de la clase y de los grupos. Los enfoques alternativos pueden llevar más tiempo.

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 usarse una vez y pueden copiarse en tonos de grises.

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, ya que 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 de **ampliación del tema** y las sugerencias de **diferenciación se incluyen en los** puntos adecuados de la descripción de cada actividad.

Para apoyar **la evaluación del tópico**, 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 indican las posibilidades de 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 de su evaluación de riesgos.

Algunas de estas actividades utilizan el recurso online *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.

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.

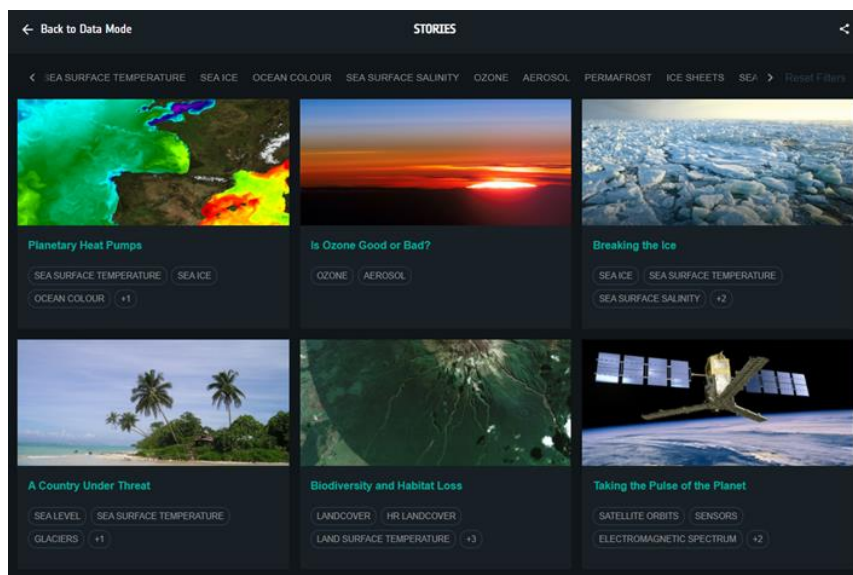


Figura 1: Historias en la aplicación web *Climate from Space* (ESA CCI)

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* permite conocer mejor los impactos del cambio climático explorando estos datos.

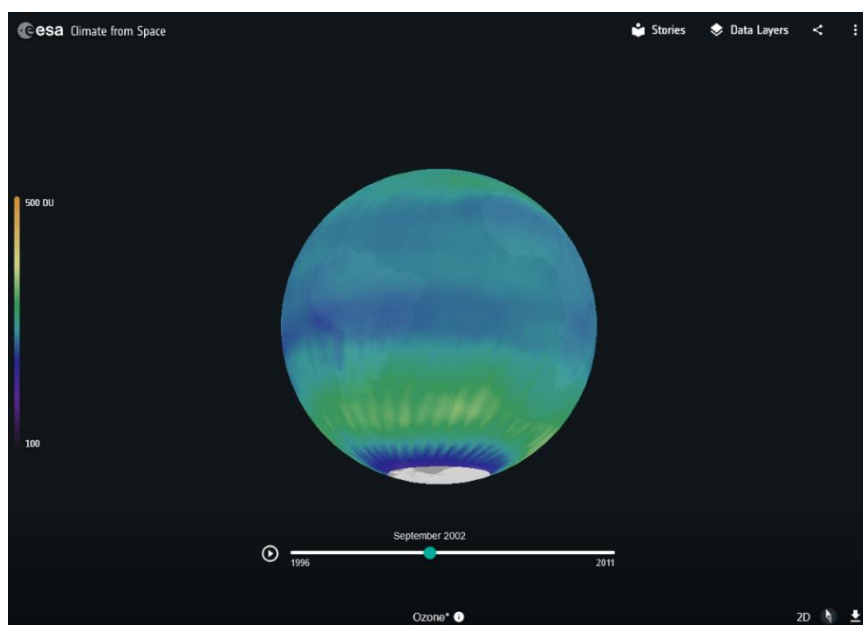


Figura 2: Lectura de niveles de O_3 en la aplicación web *Climate from Space* (ESA CCI)

Ozono en la atmósfera: información inicial

Gases de efecto invernadero

La luz del sol atraviesa nuestra atmósfera y calienta la Tierra. La Tierra, a su vez, irradia calor al espacio exterior. Los gases de efecto invernadero de la atmósfera dejan pasar la luz del sol pero atrapan el calor que produce, reduciendo el efecto de enfriamiento (Figura 3). El ozono (O_3), una forma de oxígeno, es uno de estos gases de efecto invernadero.

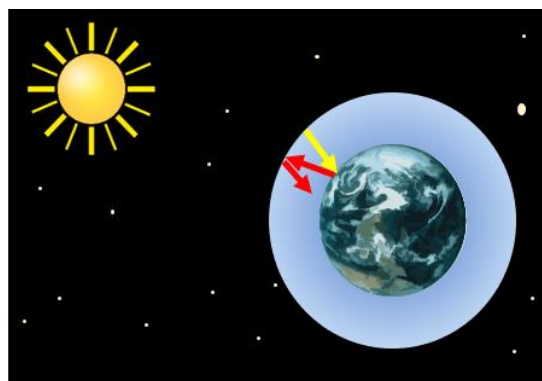


Figura 3: El efecto invernadero (Fuente: Suhyb Salama, Universidad Twente)

Ozono y luz ultravioleta

La luz ultravioleta (UV) invisible del sol provoca quemaduras y daños en la piel. Se clasifica en UVA (baja energía), UVB (energía media) y UVC (energía UV más alta). El ozono que se encuentra en la parte alta de la atmósfera (20-50 km) absorbe toda la radiación UVC, pero deja pasar algunos rayos de UVA y UVB.

La UVC crea ozono al dividir las moléculas de oxígeno (O_2) en átomos individuales que reaccionan rápidamente con otras moléculas de oxígeno para formar ozono (O_3). Los rayos UVA y UVB destruyen el ozono dividiéndolo en una molécula de oxígeno y un átomo individual que se emparejan para formar más moléculas de oxígeno (Figura 4).

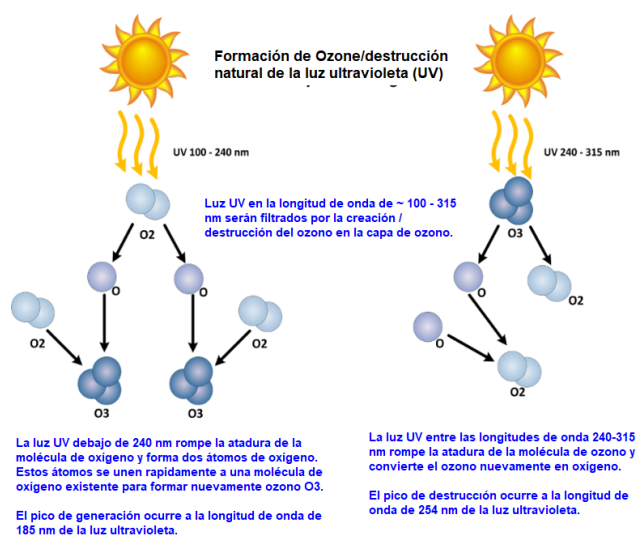


Figura 4: Creación y destrucción natural del ozono (Fuente: Suhyb Salama, Universidad Twente)

Estos dos procesos suelen equilibrarse, pero otras sustancias químicas, como las emitidas durante la quema de combustibles fósiles, pueden afectar a la rapidez con que se crea y destruye el ozono. Esto provoca una reducción de la cantidad de ozono en la parte alta de la atmósfera y deja una mayor concentración de ozono cerca de la superficie (Figura 5). El ozono

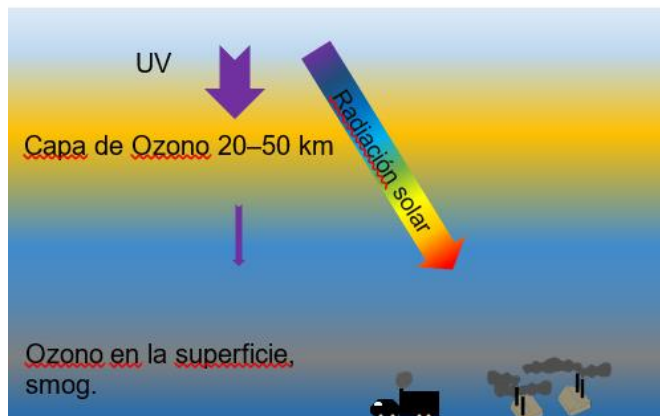


Figura 5: Ozono 'bueno' y 'malo' (Fuente: Suhyb Salama, Universidad Twente)

a nivel del suelo puede provocar dificultades respiratorias e incluso daños en los pulmones, sobre todo en personas que ya padecen enfermedades como el asma. Es importante recordar que el ozono "bueno" en la atmósfera superior y el ozono "malo" en la inferior son la misma sustancia.

Mediciones de ozono

Podemos colocar instrumentos para medir el ozono a nivel del suelo (por ejemplo, en estaciones meteorológicas), en el aire (en aviones o globos) o en satélites. Los satélites nos permiten medir diariamente el ozono en todo el planeta mediante cámaras sensibles a los rayos ultravioleta: cuanto más tenue sea el UV, más ozono habrá en la atmósfera.

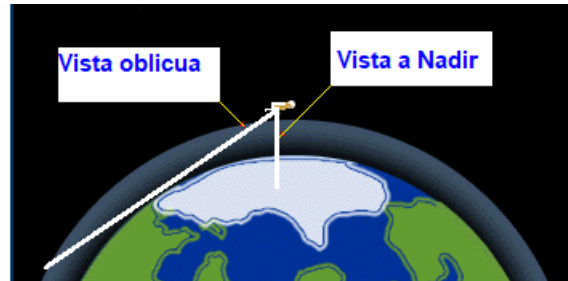


Figura 6: Vista nadir versus vista oblicua (Fuente: ESA)

Si la cámara mira hacia abajo (vista nadir en la Figura 6), mide la cantidad total de ozono en la atmósfera. Esto se muestra en la aplicación web Climate from Space como "ozono total". Mirando lateralmente a través de la atmósfera (vista oblicua en la Figura 6) se obtiene información sobre la concentración de ozono a diferentes alturas -un perfil de ozono- que podemos utilizar para comparar el ozono "bueno" y el "malo".

El ozono disponible en la atmósfera se mide en unidades Dobson. 100 unidades Dobson es una concentración equivalente a una capa de ozono de un milímetro de espesor en la superficie de la Tierra (a temperatura y presión estándar). La unidad lleva el nombre de Gordon Dobson, un investigador de la Universidad de Oxford, que construyó el primer instrumento para medir el ozono total desde el suelo.

El agujero de ozono

En 1979, los ingenieros recibieron los primeros datos de un nuevo instrumento en un satélite estadounidense. El sensor registró unos niveles de ozono sobre la Antártida tan bajos que se descartaron como errores del instrumento. Poco después, un equipo de científicos británicos de una estación de investigación antártica publicó resultados en tierra que mostraban niveles de ozono similares. Los bajos valores registrados por los satélites no eran erróneos después de todo.

El "agujero" en la capa de ozono atrajo rápidamente la atención de los medios de comunicación y de los responsables políticos, mientras los científicos trataban de identificar su causa. Identificaron un grupo de gases llamados clorofluorocarbonos (CFC), que en aquella época se utilizaban ampliamente en aerosoles, extintores, frigoríficos y aparatos de aire acondicionado. Aunque en su mayor parte son inofensivos a nivel del suelo, cuando son alcanzados por la radiación solar en lo alto de la atmósfera, las moléculas de CFC liberan átomos de cloro, y un solo átomo de cloro puede dividir muchas moléculas de ozono. Las concentraciones de ozono

estaban disminuyendo en todo el mundo y, gracias al movimiento del aire alrededor del planeta, especialmente sobre la Antártida.

En 1987 se acordaron límites estrictos a las emisiones de CFC en una conferencia intergubernamental celebrada en Montreal. Los gases han sido sustituidos en gran medida por alternativas más seguras y la capa de ozono se está recuperando. Pero es un proceso lento: Los CFC permanecen en la atmósfera durante mucho tiempo, por lo que no se espera que la concentración de ozono vuelva a los niveles de 1980 hasta 2030-2060. El Protocolo de Montreal es un ejemplo exitoso de cómo los datos climáticos basados en satélites pueden proporcionar información sobre la que los líderes mundiales pueden basar un acuerdo internacional para proteger el medio ambiente global.

Actividad 1: ¿POR QUÉ IMPORTA LA OZONO?

La historia de esta actividad presenta al ozono como un gas invisible que protege la vida en la Tierra si está en lo alto del cielo, pero que afecta a la salud de las personas una vez que está cerca de la superficie. Los estudiantes pueden leer la historia por sí mismos, quizás como preparación para la lección. En el aula, se puede utilizar el material de la historia relacionada en la web Clima del espacio para complementar el texto.

Equipamiento

- Hoja informativa 1
- Hoja de trabajo del estudiante 1
- Climate from Space aplicación web: *¿El ozono es bueno o malo?* historia (opcional)

Ejercicio

1. Discute con los alumnos cómo se comportan de forma diferente en distintos lugares, el aula y el patio de recreo, por ejemplo. Explica que van a escuchar o leer una historia sobre un gas que hace lo mismo. Deben escuchar/buscar información sobre lo que el ozono hace en cada lugar.
2. Lee la historia en la hoja de información 1 a o con la clase, haciendo una pausa para comprobar la comprensión en determinados momentos.
Se podría ilustrar el texto con material de la historia Clima desde el Espacio del mismo título de la siguiente manera:
 - La segunda imagen de la galería de la diapositiva 2 muestra el sol tal como lo vemos y cómo se vería si pudiéramos ver la luz ultravioleta.
 - La animación de la diapositiva 3 muestra las mediciones de ozono. Obsérvese que el "agujero" se muestra como una zona irregular de color azul oscuro o morado (baja concentración). Los círculos de bordes afilados con el mar en gris y el continente de la Antártida en blanco son momentos y lugares de los que no tenemos datos (véase más adelante).
 - La sección del vídeo en la diapositiva 4, de 0:18 a 0:33, muestra cómo un satélite recoge información de toda la Tierra durante varios días y por qué hay un vacío de datos en los polos.
 - La siguiente sección de este vídeo (hasta el minuto 1:20 aproximadamente) muestra cómo se desplaza el ozono por el planeta, lo que puede ser útil si los alumnos se preguntan por qué las emisiones de ozono causan un problema en un lugar donde no vive mucha gente y nadie necesita un frigorífico.
 - La primera imagen de la galería de la diapositiva 2 es un corte de la atmósfera que muestra el ozono en azul. Si se pasa rápidamente a la actividad 3 puede ser mejor no mostrar esta imagen porque el ozono se muestra en azul -el color que la aplicación web utiliza para representar una concentración bastante baja del gas.

3. Pide a los alumnos que completen la tabla de la hoja de trabajo del alumno 1, trabajando individualmente o en grupos. Los que completen esta tarea rápidamente podrían hacer una o más de las siguientes cosas:
 - Realizar el cálculo suplementario
 - Hacer una lista de otros hechos que recuerdan de la historia o / y cosas que quieren preguntar acerca de la historia
 - Buscar información sobre preguntas adicionales de comprensión como: ¿Qué ha causado el agujero en la capa de ozono sobre la Antártida? ¿Qué ha estado haciendo la gente para arreglarlo? ¿Cómo miden los satélites el ozono en la atmósfera?
4. Como clase, revise las ideas que los alumnos han puesto en la tabla, discutiendo los puntos que sobran, que faltan o que están mal colocados. Puedes terminar la sesión pidiendo a los alumnos que voten si creen que el ozono es más bueno que malo o más malo que bueno, y pidiendo a algunos que expongan su razonamiento.

Respuestas de la hoja de trabajo

¿El ozono es bueno o malo?

	Ozono alto en la atmósfera	Ozono en la superficie de la Tierra
Cómo son diferentes	bueno Creado naturalmente Nos protege de la radiación UV	malo Creado por la contaminación Causa problemas pulmonares
Cómo son iguales	El mismo gas Pueden medirse por satélites	

Medición del ozono

300 unidades Dobson equivalen a una capa de ozono de 3 mm en la superficie de la Tierra.

Actividad 2: ¿QUÉ TAN BUENO ES MI PROTECTOR SOLAR?

Un experimento con cuentas sensibles a los rayos UV para examinar la protección que ofrece el protector solar contra la radiación ultravioleta dañina.

Equipamiento

- Perlas o cuentas sensibles a la luz ultravioleta, preferiblemente de color púrpura o rosa oscuro, ya que ofrecen una gama más clara de tonos: 5 ó 6 para cada grupo (los distintos grupos pueden tener colores diferentes, pero todas las perlas utilizadas por un grupo deben ser del mismo color)
- Placa de Petri u otro recipiente plano y abierto - uno por grupo
- linterna UV - una por grupo (opcional)*
- Lápices de colores (del mismo color que las cuentas) uno para cada alumno
- Una selección de protectores solares con diferentes factores de protección (por ejemplo, SPF 20, 30 y 50) o/y resistencia al agua - cada grupo necesitará una pequeña cantidad de un tipo en un recipiente pequeño (por ejemplo, un tarro pequeño)
- Vasos de agua - uno por grupo
- Un rotulador permanente fino - véase la Preparación, más abajo
- Cordel y etiquetas adhesivas (opcional) - véase la Preparación, más abajo
- Toallas para las manos mojadas y para los posibles derrames
- Hojas de trabajo del alumno 2 - puede querer copias adicionales en caso de derrames

*Las linternas UV (luz negra) te permiten realizar el experimento en el interior o cuando el tiempo es malo, y tener control sobre la cantidad de luz a la que se exponen las cuentas. Por lo general, su potencia es demasiado baja para dañar la vista y, por lo tanto, su uso es seguro, pero ten en cuenta las instrucciones de seguridad que se indican a continuación y consulta el folleto del fabricante. Además de aumentar el coste del experimento, alejan la situación de la vida real, por lo que es mejor utilizar luz natural siempre que sea posible.

Preparación

Cada grupo necesitará una forma de identificar las cuentas individuales. Puede marcar segmentos numerados en los platos que se van a utilizar, o ensartar cada cuenta en un trozo de cuerda y utilizar etiquetas adhesivas para los números, como se muestra en la Figura 7 de la sección de resultados de muestra, más abajo. Este último método puede facilitar a los alumnos la manipulación de las cuentas.

Salud y seguridad

Si se trabaja al aire libre, asegúrese de que los alumnos se protejan del sol con gorras y crema solar.

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

Los alumnos no deben mirar directamente al sol ni apuntarse con linternas UV.

Comprueba de antemano si los padres son conscientes de las alergias que su hijo puede tener a alguna marca o ingrediente de protección solar en particular y elije/distribuye las muestras en consecuencia.

Asegúrate de que hay material disponible para tratar los derrames.

Ejercicio

1. Distribuye las cuentas UV y pide a los alumnos que las saquen al exterior para ver qué ocurre. (A veces basta con un alféizar soleado.) ¿Cuánto tiempo tardan las cuentas en desarrollar un color fuerte hoy?
2. Explica que la luz ultravioleta del sol hace que las cuentas cambien de color, igual que puede hacer que nuestra piel se oscurezca o se quemé (¡pero mucho más rápido!). Podemos utilizar los colores para hacer una escala que mida la cantidad de luz UV que llega a un determinado lugar. Pide a los alumnos que lo hagan siguiendo las instrucciones para hacer una escala de colores que aparecen al principio de la ficha del alumno 2.1.
3. Resume el experimento: vamos a utilizar estas cuentas para comparar diferentes tipos de protectores solares. ¿Qué duración tienen? ¿Qué tipo de protección es la más eficaz?
4. Distribuye los botes de crema de protección solar y los vasos de agua. Dependiendo de la edad y de la capacidad de los alumnos, puedes guiarles por las instrucciones o dejarles que utilicen la información que aparece en la parte inferior de la ficha del alumno 2.1. La línea en blanco es para que la utilicen los alumnos que se les ocurra un montaje propio. (En los resultados de muestra que se muestran en la Figura 7, la cuenta 6 se cubrió con protector solar, se mojó en el agua y luego se limpió, lo que equivale a usar una toalla después de nadar).
5. Mientras los alumnos dejan su juego de cuentas al sol, discute cómo el experimento modela situaciones de la vida real. Pídeles que completen el ejercicio que aparece en la parte inferior de la ficha 2.1, dibujando flechas para relacionar cada montaje con su correspondiente descripción. Si hay tiempo, también puedes discutir el concepto de un control.
6. Cuando las cuentas hayan estado al sol durante el tiempo suficiente -el tiempo suficiente para que la cuenta 1 se oscurezca lo máximo posible está bien- pide a los alumnos que evalúen el color de cada cuenta y lo anoten en la tabla de resultados de la ficha 2.2 del alumno. A continuación, deben utilizar la guía de la hoja de trabajo para redactar una conclusión. Puedes iniciar un debate sobre qué significa decir que un protector solar funciona bien.
7. Combina los grupos, o reúne los resultados de la clase en su conjunto, para que los alumnos puedan comparar sus resultados con los obtenidos por otros grupos que utilizan un protector solar diferente. Pregunta por qué es importante comparar las cuentas que han sido tratadas de la misma manera al completar la segunda tabla. Puedes pedir a los alumnos que elaboren un gráfico apropiado de sus resultados o/y de los resultados combinados que muestren el FPS frente a un número de la escala de colores.

8. La sección final de la ficha 2.2 incluye preguntas que pueden servir de base para un debate en clase. Se puede evaluar el aprendizaje pidiéndoles que elaboren un folleto de seguridad solar que utilice los resultados de su investigación para ayudar a la gente a elegir el protector solar adecuado y explicar cómo utilizarlo bien.

Resultados de la muestra

Hacer una escala de color

Hay un ejemplo de una escala de color terminada en la hoja de trabajo del alumno 2.1.

Configurar el experimento

Cuenta	Qué hacer con él	Esta cuenta es como ...
1	Nada (es el control)	yo cuando he estado sentado afuera por un rato (el protector solar se ha desgastado un poco)
2	Cúbrelo con protector solar	yo sin protector solar
3	Cúbrelo con protector solar, sumérgelo en el agua durante 1 segundo	yo después de nadar
4	Cúbrelo con protector solar, sumérgelo en el agua durante 5 segundos	yo cuando he estado corriendo alrededor del sol (¡poniéndome bastante sudoroso!)
5	Cúbrelo con protector solar, agítalo en el agua durante 5 segundos	yo con el protector solar
6	<i>Descripción de los estudiantes de lo que hicieron</i>	<i>Descripción de los alumnos de lo que representan sus acciones</i>

Resultados

Los resultados que se muestran a continuación se obtuvieron utilizando perlas UV de color púrpura expuestas a la luz de una linterna UV durante unos 30 s. (Las perlas pueden tardar varios minutos en desarrollar colores similares con luz solar débil). El protector solar utilizado era SPF 15 y nominalmente resistente al agua. La perla 6 se cubrió de protector solar, se mojó en el agua y luego se limpió, lo que equivale a usar una toalla después de nadar.

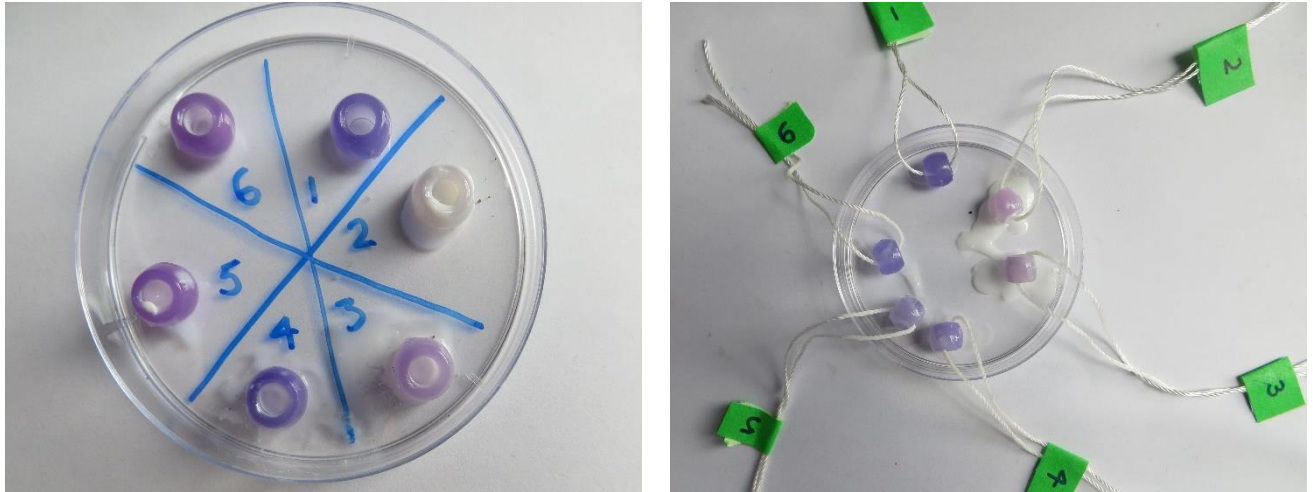


Figura 7: Dos métodos diferentes para etiquetar cuentas sensibles a los rayos UV (Fuente: ESA CCI)

Cuenta	Lo que hicimos con él	Número de escala de color
1	Nada (es el control)	10
2	Se cubrió con protector solar	2
3	Se cubrió con protector solar, luego se sumergió en el agua durante 1 segundo	4
4	Se cubrió con protector solar, se sumergió en el agua durante 5 segundos	5
5	Se cubrió con protector solar, se removió en el agua durante 5 segundos	6
6	Se cubrió con protector solar, se removió en el agua durante 5 segundos y se limpió	8

Conclusión

Las respuestas a estas preguntas dependerán de los criterios de los alumnos acerca del concepto de "buen resultado". Una medida razonable sería que si las cuentas 4 y 5 tienen un número relativamente bajo indica que el protector solar probablemente ofrece protección después de un tiempo y un "baño".

Al debatir estas conclusiones, merece la pena destacar la necesidad de volver a aplicar el protector solar con regularidad y esto es aún más importante si se ha realizado alguna actividad o se ha nadado.

Los alumnos pueden realizar un experimento adicional para comprobar la duración de la protección: volver a exponer las perlas y registrar el color a intervalos de, por ejemplo, una hora sin aplicar más protector solar. Si lo intentas, recuerda que las perlas no son tan porosas como la piel a la hora de comentar los resultados.

Comparación de SPF

Los resultados mostrados comparan la cuenta 4 para tres lociones diferentes. Ofrece algunas pruebas de que un SPF más alto ofrece más protección, pero no parece haber diferencias entre el SPF 30 y el SPF 50.

SPF	Número de escala de color
15	5
30	4
50	4

Por supuesto, si sólo se utilizan tres tipos de protectores solares, es probable que cada uno haya sido probado por varios grupos. Si se promedian los resultados obtenidos por todos los grupos que utilizan SPF 15, todos los grupos que utilizan SPF 30 y todos los grupos que utilizan SPF 50, es probable que se elimine este problema.

No obstante, si se discuten las posibles razones para ello (diferentes cantidades de protector solar aplicadas por los distintos grupos, diferentes formas de medir los 5 segundos, variación en la escala de colores entre los grupos o diferentes cuentas) se puede realizar una evaluación fructífera del método utilizado y se pueden hacer sugerencias para mejorar el experimento.

Actividad 3: EL AGUJERO DE OZONO

En esta actividad, los alumnos utilizan la aplicación web Climate from Space para explorar las mediciones por satélite del ozono en todo el mundo a lo largo del tiempo y examinar los cambios en el agujero de ozono de la Antártida en las últimas dos décadas.

Equipamiento

- Acceso a Internet
- La aplicación web Climate from Space
- Hoja de trabajo 3 del alumno
- Hoja informativa 3 en color (puede ser una por pareja de alumnos)
- Software de presentación como PowerPoint

Ejercicio

1. Repasa el papel del ozono en la atmósfera. Puede hacerlo preguntando a los alumnos sobre lo aprendido en actividades anteriores. Puedes mostrar el vídeo de la ESA, Monitoring Ozone (2:38 - ver Enlaces), aunque no tiene narración y el detalle de los subtítulos puede hacerlo inapropiado para los grupos más jóvenes o menos capaces.
2. Pide a los alumnos que abran la aplicación web Climate from Space y naveguen hasta la capa de datos del ozono. Discute lo que significan los colores en la visualización (la escala utilizada se muestra en la Figura 8): el azul significa menos ozono; el naranja significa más ozono. Ten en cuenta que esta escala de colores es ligeramente diferente a la utilizada en las imágenes de la ficha 3. También puedes introducir la unidad Dobson si los alumnos no la han visto en la Actividad 1.
3. Da a los alumnos un tiempo para explorar los datos sobre el ozono. La aplicación web Climate from Space es bastante autoexplicativa, pero puede mostrar la capa de datos que necesitan o/y demostrar los controles.
4. Pide a los alumnos que respondan a las preguntas de la hoja de trabajo del alumno 3 utilizando la aplicación web o/y la hoja de información 3. Es posible que también necesiten consultar un mapa o atlas online para poder identificar/nombrar los lugares con altas y bajas concentraciones de ozono.
5. Asigna a cada alumno o pareja de alumnos una de las preguntas del final de la ficha 3.1. para que investiguen en Internet. También puedes permitir que los alumnos elijan una de ellas o una pregunta similar de su propia cosecha. Pueden llevar a cabo la investigación en clase o como actividad para casa.
6. Pide a los alumnos que presenten sus conclusiones al resto de la clase utilizando una sola diapositiva o/y una cantidad limitada de texto, por ejemplo, cien palabras.

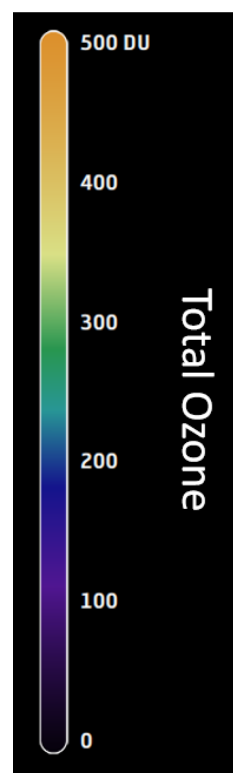


Figura 8: Escala total del color del ozono (Fuente: ESA CCI)

Respuestas de la hoja de trabajo

Niveles de ozono en todo el mundo

Hay muchas respuestas posibles, pero algunos ejemplos se dan a continuación.

Altas concentraciones de ozono: abril de 1998, Europa, > 400 DU; Marzo de 2001, Japón, > 400 DU; Marzo de 2007, Alaska, > 400 DU

Bajas concentraciones de ozono: Octubre de 1997, Antártida, < 100 DU; Diciembre de 2001, Océano Pacífico, 100 DU; Noviembre de 2011, Antártida, 100 DU

Ozono en la Antártida

El agujero de ozono antártico era más grande a finales de la década de 1990 y principios de la década de 2000.

Las observaciones muestran una recuperación continua de alrededor de 2010.

Más información

Los alumnos pueden contestar las preguntas dadas en una variedad de direcciones o desarrollar sus propias preguntas para investigar. Las notas que siguen incluyen algunos puntos clave y si los estudiantes que estén atascados podrían empezar con una de las preguntas sugeridas.

- ¿Hay un agujero de ozono sobre el Polo Norte?
Un agujero en la capa de ozono sobre el Polo Norte no es muy común, pero en el invierno de 2020 los científicos descubrieron en los datos del satélite también un agujero en la capa de ozono que cubre el Ártico debido a una atmósfera fría inusual. Véase, por ejemplo, :
esa.int/Applications/Observing_the_Earth/Copernicus/Sentinel-5P/Unusual_ozone_hole_opens_over_the_Arctic
- ¿Qué son los CFC?
Los CFC son clorofluorocarbonos: un grupo de productos químicos no tóxicos y no inflamables que contienen átomos de carbono, cloro y flúor. Se utilizan en la fabricación de aerosoles, agentes sopladores para espumas y materiales de embalaje, como disolventes y como refrigerantes. Véase, por ejemplo, : esrl.noaa.gov/gmd/hats/publicn/elkins/cfcs.html
- ¿Qué es el Protocolo de Montreal?
El Protocolo de Montreal es un tratado internacional en el que se acordó eliminar gradualmente el uso de sustancias (en su mayoría CFC) responsables del agotamiento del ozono. Véase, por ejemplo, :
en.wikipedia.org/wiki/Montreal_Protocol
- ¿Qué satélites de la ESA llevan instrumentos que pueden medir el ozono?

<i>satélite</i>	<i>Sensor</i>	<i>Fecha de lanzamiento</i>
ERS-2	GOME	1995
Envisat	MIPAS	2002
Envisat	GOMOS	2002
Envisat	SCIAMACHY	2002
Sentinel-5	TROPOMI	2017

Hoja de trabajo del estudiante 1: ¿POR QUÉ IMPORTA EL OZONO?

¿El ozono es bueno o malo?

Usa ideas de la historia para rellenar la tabla.

	Ozono alto en la atmósfera	Ozono en la superficie de la Tierra
Cómo son diferentes		
Cómo son iguales		

Medición del ozono

El ozono se mide en **unidades Dobson**. Una (1) unidad Dobson es la que tiene una capa de ozono de $\frac{1}{100}$ mm de espesor en la superficie de la Tierra. La concentración media de ozono en la atmósfera es de 300 unidades Dobson. Si todo este ozono estuviera en la superficie de la Tierra, ¿qué tan gruesa sería una capa?

Hoja de trabajo del estudiante 2: ¿QUÉ TAN BUENO ES MI PROTECTOR SOLAR?

Lo que se necesita

1. 6 cuentas sensibles a los rayos UV
2. Protector solar
3. Un vaso de agua
4. Una escala de color

Hacer una escala de color

Necesitamos una escala como esta para poder comparar el color de nuestras cuentas.

no luz UV mucha luz UV										
0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10

Esta tabla es para mostrar el color más oscuro que tomó la cuenta.

no luz UV mucha luz UV										
0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10

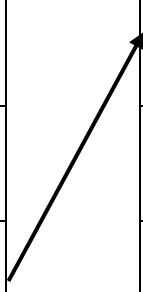
Deja esta caja en blanco para mostrar el color de la cuenta cuando haya estado en la oscuridad o en el interior por un tiempo. Sombrea las celdas en el medio de la luz a la oscuridad para hacer su escala.

Configurar el experimento

Relacione con flechas de la tabla de la izquierda a la derecha. Busque la mejor relación. La flecha para la cuenta 3 se ha hecho por usted.

Cuenta	Qué hacer con él
1	Nada (es el control)
2	Cubierto con protector solar
3	Cubierto en protector solar, sumergido en el agua durante 1 segundo
4	Cubierto con protector solar, sumergido en el agua durante 5 segundos

Esta cuenta es como ...
yo cuando he estado sentado afuera por un rato (el protector solar se ha desgastado un poco)
yo sin protector solar
yo después de nadar
yo cuando he estado corriendo al sol (¡poniéndome bastante sudoroso!)



Salud y seguridad

- Usar un sombrero/gorra y protector solar si va a salir en un día soleado.
- No pruebes nada. Mantén las manos alejadas de la boca.
- Lávate las manos cuando hayas terminado con el protector solar.
- No mires directamente al sol.

5	Cubierto con protector solar, removido en el agua durante 5 segundos
6	

yo con el protector solar

Resultados

¿Qué protector solar has usado? SPF _____ Type _____

Cuenta	Lo que hicimos con él	Número a escala de color
1	Nada (es el control)	
2	Cubierto con protector solar	
3	Cubierto en protector solar, sumergido en el agua durante 1 segundo	
4	Cubierto con protector solar, sumergido en el agua durante 5 segundos	
5	Cubierto con protector solar, removido en el agua durante 5 segundos	
6		

Conclusión

¿Crees que el protector solar que probaste funcionó bien? _____

¿Por qué crees que sí? _____

Comparando SPFs

Ahora compara tus resultados con los de los otros grupos. Debes asegurarte de utilizar los resultados de las cuentas que se han tratado de la misma manera.

Estamos comparando los resultados según el número de la cuentas _____

Escriba las SPF y los números de color de esta tabla.

¿Qué te dice esta tabla sobre el SPF en un frasco de protector solar?

SPF	Número de escala de color

¿Alguno de los resultados te sorprende? ¿Por qué (o por qué no)?

Hoja de trabajo del estudiante 3: EL AGUJERO DE OZONO

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

Haz click en el símbolo de Data Layers symbol y luego en Ozone de la lista.

Reproduce la animación varias veces para comprobar cómo los controles en la pantalla te ayudan a mirar más de cerca en lugares o momentos determinados.

Niveles de ozono en todo el mundo

La cantidad de ozono en la atmósfera cambia con el tiempo y es diferente en diferentes lugares.

Pasea por la animación y muévete por todo el mundo hasta encontrar un lugar y un momento en el que el nivel de ozono era muy alto.

Fecha _____

Lugar _____

Ozono total estimado _____ unidades Dobson

Ahora busca un lugar y una hora donde el nivel de ozono era muy bajo.

Fecha _____

Lugar _____

Ozono total estimado _____ unidades Dobson

Ozono en la Antártida

En la década de 1980, los científicos descubrieron que la atmósfera sobre la Antártida contenía muy poco ozono. Las imágenes de la ficha 3 muestran los niveles de ozono desde 1996 hasta 2012. Utiliza estos datos o/y la aplicación web Climate from Space para averiguar cuándo se produjo el agujero de ozono en la Antártida.:

fue más grande _____

comenzó a recuperarse _____

Más información

Utiliza Internet para hacer algunas investigaciones sobre el ozono en la atmósfera. Se podría investigar una o más de estas preguntas:

- ¿Hay un agujero de ozono sobre el Polo Norte?
- ¿Qué son los CFC?
- ¿Qué es el Protocolo de Montreal?
- ¿Qué satélites de la ESA llevan instrumentos que pueden medir el ozono?

Estate preparado para presentar tus hallazgos a otras personas de la clase.

Hoja de información 1: ¿EL OZONO ES BUENO O MALO?

Ben vive con sus padres en una granja de Australia. Cada mañana, a las cuatro, sus padres se levantan para ordeñar las vacas mientras todavía hace frío. El autobús que lleva a Ben a la escuela no lo recoge hasta las ocho, así que puede dormir hasta tarde. No necesita que sus padres o una alarma lo despierten. El sol brillante que entra en su habitación hace el trabajo. Después del desayuno, Ben sale corriendo a esperar el autobús.

Su madre está en el patio. ¿Te has puesto la crema solar?", le grita.

Molesto, Ben responde: "Sí, mamá".

Pero está mintiendo.

Cuando Ben llega a casa esa tarde, está llorando. Me duele la cara", dice. Tiene una quemadura de sol.

Su madre se muestra comprensiva, pero también está enfadada. ¿Te has puesto crema solar esta mañana?", le pregunta con firmeza.

No, no me la he puesto", admite Ben.

A la hora de la cena todavía tiene la cara roja y dolorida, así que decide averiguar cómo le ha quemado la piel el sol.

Resulta que hay un tipo de luz solar que no podemos ver con nuestros ojos pero que es muy fuerte, lo suficiente como para quemarnos. Se llama luz ultravioleta, abreviada como luz UV.

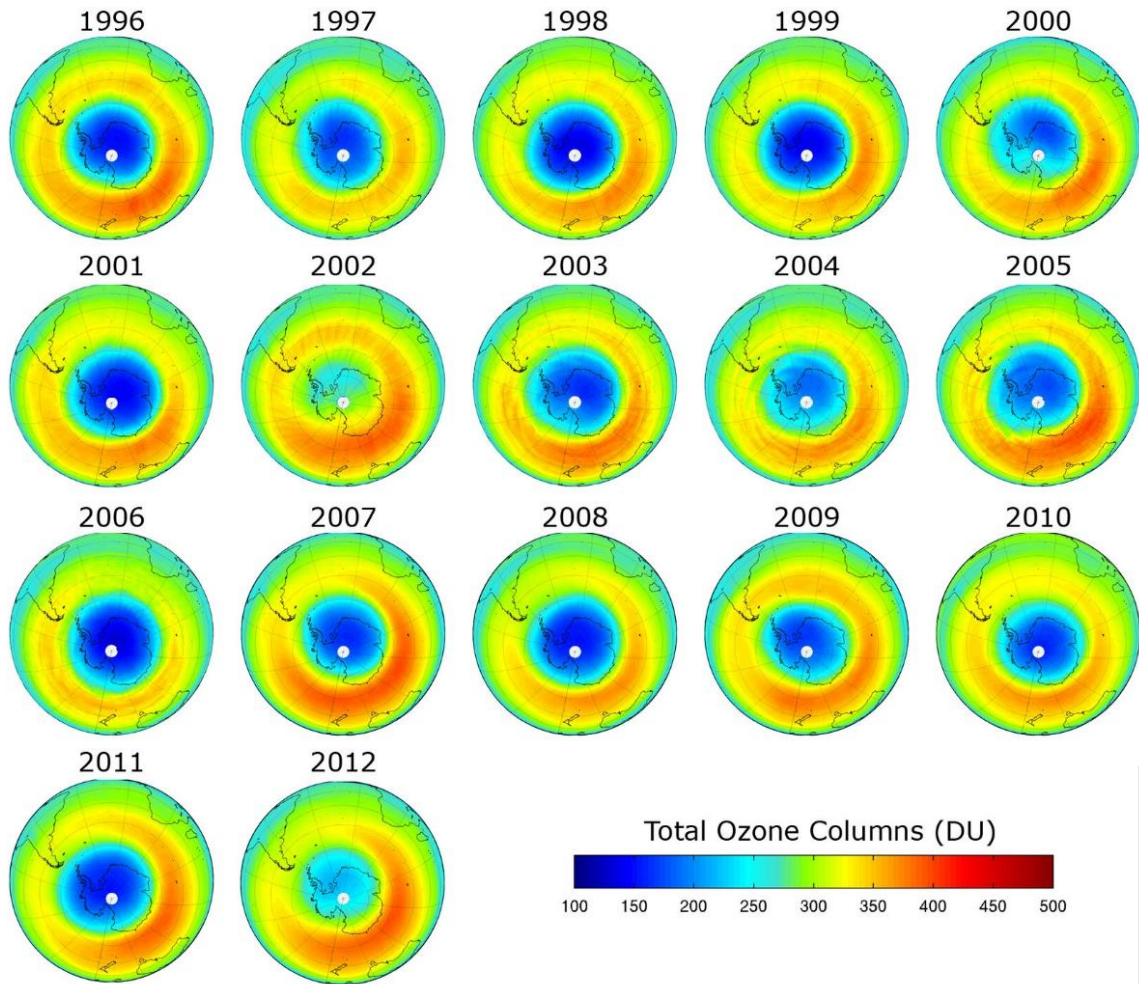
La atmósfera de nuestro planeta contiene un gas llamado ozono. Una capa de ozono en lo alto del cielo absorbe la luz ultravioleta y la transforma en calor, protegiéndonos de los efectos más dañinos de la luz ultravioleta. Sin embargo, Ben también descubre que la contaminación del aire crea ozono más abajo en la atmósfera. Cuando el ozono está cerca del suelo no nos protege. De hecho, puede dañar nuestros pulmones.

Hace cien años, la gente empezó a utilizar gases llamados CFC en los frigoríficos y botes de spray. Pero entonces los satélites mostraron que había un agujero en la capa de ozono sobre la Antártida, y los científicos se dieron cuenta de que los CFC destruyen el ozono. Los líderes de todos los países del mundo se sorprendieron por la noticia y acordaron no utilizar más estos gases. Pero los CFC duran mucho tiempo, así que, aunque el agujero se ha ido reduciendo desde el año 2000, aún tardará muchos años en cerrarse.

Ben siente curiosidad por los satélites. ¿Cómo ven el ozono? Descubre que algunos satélites tienen cámaras ultravioletas que pueden medir la cantidad de ozono que hay en el cielo y su altura. Estas cámaras pueden distinguir entre el ozono "bueno" y el "malo".

Ahora que Ben conoce el agujero de la capa de ozono, nunca más se olvidará de ponerse protección solar.

Hoja de información 2: EL AGUJERO DE OZONO



Enlaces

Recursos de la ESA

La 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 espacio

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

Monitoreo de vídeo de ozono

http://www.esa.int/ESA_Multimedia/Videos/2017/11/Monitoring_ozone

Proyectos espaciales de la ESA

Oficina de Clima de la ESA

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

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

Earth Explorers

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

Copernicus Sentinels

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

Copernicus Sentinel-5P - TROPOMI

https://www.esa.int/Applications/Observing_the_Earth/Copernicus/Sentinel-5P/Copernicus_Sentinel-5P_ozone_boosts_daily_forecasts

Información adicional

Agujero de ozono listo para cerrar

https://www.esa.int/Applications/Observing_the_Earth/Copernicus/Sentinel-5P/Ozone_hole_set_to_close

Vídeos de 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

Apéndice: ¿LO SABÍAS?

Una selección de datos interesantes relacionados con el tema que puedes utilizar de diversas maneras. Puedes introducir una lección con uno de ellos, añadir tarjetas a las exposiciones de los trabajos de los alumnos, elegir un punto como inicio de un debate, utilizar las afirmaciones en un concurso de verdadero/falso ...

- En la atmósfera hay una serie de gases de efecto invernadero de origen totalmente humano.
- El ozono a nivel del suelo es el principal componente de la niebla tóxica, creado a partir de las reacciones químicas de los contaminantes con los gases del aire
- En 1920, Gordon Dobson, un investigador de la Universidad de Oxford, fue el primero en construir un instrumento para medir la concentración de ozono desde el suelo.
- Necesitamos algo de luz ultravioleta para mantenernos sanos: nuestro cuerpo la utiliza para producir vitamina D.
- Los UVB son más perjudiciales que los UVA.
- Los protectores solares tienen una gama de factores de protección solar (SPF), pero debes asegurarte de comprar uno que te proteja de los UVA y los UVB.
- La capa de ozono absorbe toda la UVC del Sol que llega a nuestro planeta, pero los sopletes de soldadura la generan en la Tierra.
- Muchos satélites de observación de la Tierra se encuentran en órbitas que les impiden realizar mediciones directamente sobre el Polo Norte o el Polo Sur, aunque pueden "ver" cualquier otro lugar de la Tierra.