

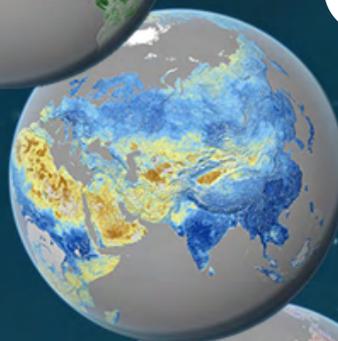
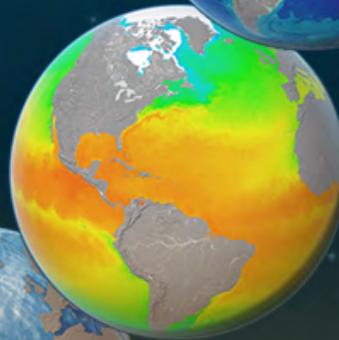
Secundaria
14-16



paquete de recursos educativos

TOMANDO EL PULSO AL PLANETA

guía del profesor y hojas
de trabajo del alumno



TOMANDO EL PULSO AL PLANETA: Visión general	3
Resumen de actividades	4
El clima desde el espacio	6
Vigilancia espacial de la Tierra: información general	7
Actividad 1: TOMAR EL IMPULSO DEL PLANETA	9
Actividad 2: ¿QUÉ PODEMOS VER DESDE EL ESPACIO?	11
Actividad 3: EL NIÑO Y LA NIÑA	14
Hoja de trabajo del estudiante 1: TOMAR EL PULSO DEL PLANETA	16
Hoja de trabajo del estudiante 2: ¿QUÉ PODEMOS VER DESDE EL ESPACIO?	17
Hoja de trabajo del estudiante 3: EL NIÑO Y LA NIÑA	19
Hoja de información 1: TOMAR EL IMPULSO DEL PLANETA	21
Enlaces	23

paquete de recursos educativos de la iniciativa sobre el cambio climático -
TOMAR EL PULSO DEL PLANETA (Secundaria superior)

<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

TOMANDO EL PULSO AL PLANETA: Visión general

Hechos

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

Rango de edad: 14-16 años

Tipo: actividades matemáticas, informáticas y de investigación

Complejidad: media a avanzada

Tiempo de clase requerido: 4 horas

Coste: bajo (5-20 euros)

Lugar: en el interior

Incluye el uso de: Internet, smartphone/cámara, calculadora

Palabras clave: teledetección, plataforma, sensor, satélite, órbita, geoestacionaria, polar, solar sincrónica, huella, resolución, espacial, temporal

Breve descripción

En este grupo de actividades, los alumnos aprenderán cómo se recogen datos mediante sensores y cómo la órbita de un satélite afecta a la información que se pueda obtener.

Una actividad basada en un texto introduce el concepto de teledetección y examina cómo sensores en satélites en diferentes órbitas se utilizan para aplicaciones determinadas.

A continuación, mediante un trabajo matemático se exploran los factores que afectan a la cantidad de detalles que son visibles en una imagen de satélite.

La última actividad, utiliza la aplicación web *Climate from Space* para explorar variables climáticas durante los fenómenos de El Niño y La Niña.

Resultados de aprendizaje previstos

Después de trabajar con estas actividades, los alumnos serán capaces de:

Enumerar los componentes clave de un sistema de teledetección.

Describir las ventajas y desventajas de las diferentes órbitas satelitales en la vigilancia de la Tierra y su clima.

Crear una infografía para transmitir la investigación de forma atractiva.

Analizar una imagen digital para determinar la resolución de la misma.

Considerar cómo es la adaptación de sensores para su uso en los satélites.

Sugerir las razones de las diferencias en la resolución de los datos recogidos por diferentes instrumentos.

Utilizar los datos climáticos para identificar los fenómenos de El Niño y La Niña.

Explicar cómo esos acontecimientos tienen efectos globales e investigar su impacto humano y social.

Resumen de actividades

	Título	Descripción	Resultado	Aprendizaje previo	Tiempo
1	Tomar el pulso al planeta	Lectura e investigación sobre las órbitas utilizadas por los satélites de teledetección	Enumerar los componentes clave de un sistema de teledetección. Describir las ventajas y desventajas de las diferentes órbitas satelitales para vigilar la Tierra y su clima. Crear una infografía para transmitir la investigación de forma atractiva.	Ninguno	1½ horas
2	¿Qué podemos ver desde el espacio?	Exploración de la huella y la resolución de las imágenes mediante una cámara y la aplicación web <i>Climate from Space</i>	Analizar una imagen digital para determinar la resolución de la misma. Considerar cómo se adaptan los sensores para su uso en los satélites. Sugerir las razones de las diferencias en la resolución de los datos recogidos por diferentes instrumentos.	Cálculos con proporcionalidad directa, unidades del SI	1 hora
3	El Niño y La Niña	Uso de datos de satélite para explorar un ciclo climático	Utilizar los datos climáticos para identificar los fenómenos de El Niño y La Niña. Explicar cómo estos acontecimientos tienen efectos globales e investigar el impacto humano y social de uno de esos efectos.	Ninguno	1½ horas

Los tiempos indicados se refieren a los ejercicios principales, suponiendo que se dispone de pleno acceso a las tecnologías de información o que se distribuyen los cálculos y los gráficos repetitivos 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.

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 aparte de la copia de las hojas de trabajo y las de información.

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

Las **hojas de información** 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 ofrecidas para la **ampliación del contenido** y las sugerencias de **diferenciación** se incluyen en los puntos adecuados de la descripción de cada actividad.

Para apoyar **la evaluación**, 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 del equipo común (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 alimentar su evaluación de riesgos.

Algunas de estas actividades utilizan la aplicación web *Climate from Space* u otros sitios web interactivos. Es posible navegar desde ellas a otras partes del sitio de la Iniciativa sobre el Cambio Climático de la ESA o de la organización anfitriona 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.

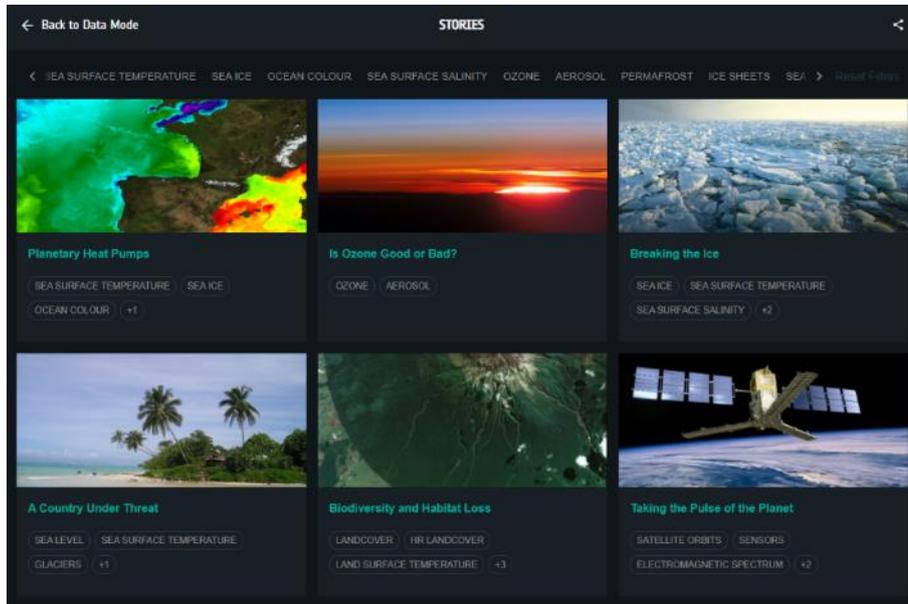


Figura 1: Historias en la aplicación web *Climate from Space* (Fuente: ESA CCI)

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 (ECVs, en inglés). La aplicación web *Climate from Space* le permite entender mejor el impacto del cambio climático explorando datos por sí mismo.

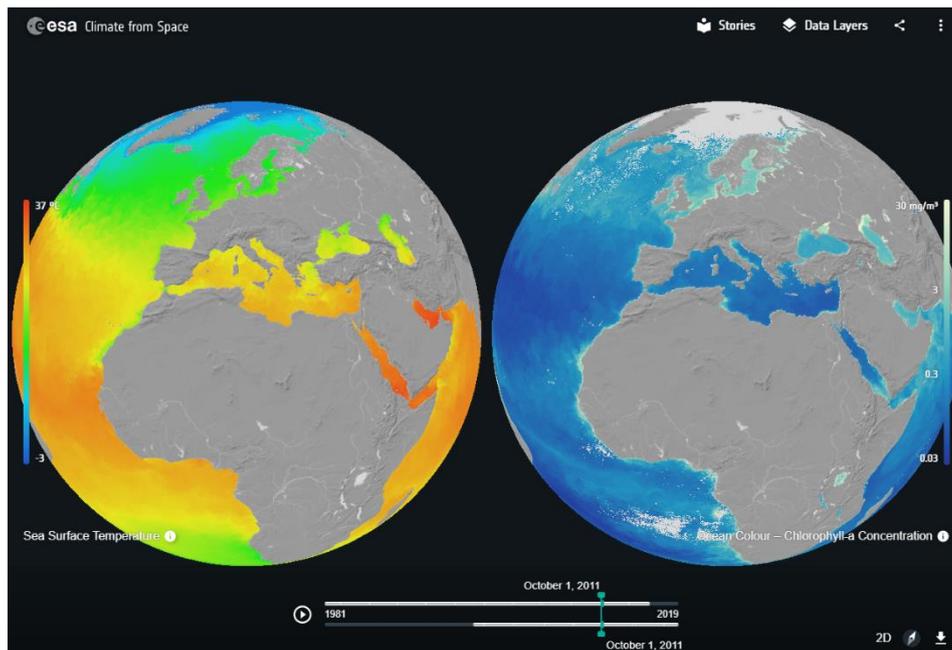


Figura 2: Comparación de las temperaturas de la superficie del mar y el color del océano en la aplicación web *Climate from Space* (Fuente: ESA CCI)

Vigilancia espacial de la Tierra: información general

Observación de la Tierra y teledetección

La observación de la Tierra es el proceso de recolección de datos sobre la Tierra. Sobre todo en Europa, el término se utiliza para referirse a la recolección de mediciones mediante sensores en satélites. Otro término utilizado a menudo para la recolección de datos de este modo es el de "teledetección", es decir, la realización de mediciones a distancia. Los científicos dedicados a la observación de la Tierra utilizan además datos recogidos por los instrumentos en tierra, el mar y la atmósfera para calibrar los sensores de los satélites y comprobar que funcionan correctamente.

La ventaja del satélite

Un uso clave de la observación de la Tierra es el seguimiento del clima. El sistema climático es complicado y para entenderlo es necesario realizar mediciones en todo el mundo, por lo que el espacio es el punto de vista ideal para recoger datos: se necesitaría un ejército en tierra para recoger la información de una sola imagen de satélite. Los instrumentos espaciales también recogen datos de lugares remotos o inaccesibles, como las regiones polares y los océanos. Otra ventaja es que los satélites realizan mediciones a intervalos regulares durante un periodo de años. Gracias a las mediciones de varias familias de instrumentos satelitales, disponemos de décadas de registros detallados de muchos de los aspectos clave del clima que los científicos y los responsables políticos denominan Variables Climáticas Esenciales (VCE).

Las dos primeras actividades se centran en lo que ve un satélite, explorando los tipos de órbita y considerando el balance entre la altura y el nivel de detalle que pueden proporcionar los sensores. Las órbitas se describen en la ficha 1. La hoja de trabajo 2.1 guía a los alumnos en el cálculo de las resoluciones utilizando matemáticas sencillas y datos de un *smartphone*. Las notas del profesor para la actividad apoyan la discusión comparando esta situación teórica con los sensores en órbita, por lo que no incluimos detalles adicionales aquí.

Observación de la Tierra para el clima

Nuestro clima es el producto de la interacción de variables que crean ciclos naturales desarrollados a lo largo de un día, un año, décadas o miles de años. Observamos las VCE para entender cómo cambian, interactúan y contribuyen a los ciclos. Los datos de observación satelital contribuyen a la comprensión de los procesos que impulsan el cambio climático. Se utilizan para modelar el clima, evaluar los cambios futuros y el posible impacto de las medidas que podríamos tomar para mitigar sus efectos.

En la última actividad los alumnos exploran la complejidad del clima usando datos de satélites para investigar el ciclo natural de los fenómenos de El Niño y La Niña del Pacífico Sur. Para familiarizarse con ellos, mira la animación a la que se hace referencia en las notas de la actividad: ¡es más fácil de entender que un texto!

Puedes encontrar actividades centradas en los sensores utilizados en satélites en el paquete complementario *Tomar el pulso al planeta (Secundaria inferior)*, que también está disponible en <https://climate.esa.int/es/educate/climate-for-schools/> .

Actividad 1: TOMAR EL IMPULSO DEL PLANETA

En esta actividad de comprensión, los alumnos visitan el concepto de teledetección y exploran el uso de satélites en diferentes órbitas que observan las componentes del clima terrestre. Los lectores más avanzados podrían realizar esta actividad como un ejercicio independiente en casa, y la tarea de investigación final puede realizarse individualmente o en parejas/grupos.

Equipo

- Hoja de información 1
- Hoja de trabajo del estudiante 1
- Aplicación web Climate from Space: La historia de *Tomar el pulso al planeta* (opcional)
- Acceso a Internet

Ejercicio

1. Lee la ficha 1 en clase o pida a los alumnos que la lean individualmente o en grupo. Mientras leen, los alumnos deben anotar las preguntas que deseen formular y completar la sección "Tipos de órbita" de la ficha del alumno 1.
 - Se puede ver una animación de la imagen final en la hoja de información en [https://www.esa.int/ESA_Multimedia/Videos/2020/11/Sentinel-6_orbit/\(lang\)](https://www.esa.int/ESA_Multimedia/Videos/2020/11/Sentinel-6_orbit/(lang))
 - Podrían complementar el texto con material de la historia Climate from Space *Tomando el pulso al planeta*, en particular las galerías de la diapositiva 2, que muestra una serie de imágenes históricas de la Tierra desde el espacio, incluida la imagen de la Canica Azul, y la diapositiva 3, que muestra una selección de satélites y cómo se comunican con la tierra.
2. Comprueba las respuestas a "Tipos de órbita" en clase, y discute cualquier pregunta que surja de la lectura.
Los alumnos que realicen este ejercicio en casa también pueden consultar el artículo de la ESA sobre los tipos de órbita:
https://www.esa.int/Enabling_Support/Space_Transportation/Types_of_orbits.
3. Pide a los alumnos que respondan las preguntas restantes de la hoja de trabajo.
 - Si a los alumnos les cuesta pensar en aplicaciones, recuérdales trabajos realizados con almacenamiento de datos, alienta a pensar cómo pueden usarse drones y considerar cómo se rastrean las migraciones de animales.
 - Un buen punto de partida de la investigación es la descripción de los satélites Copernicus Sentinel en https://www.esa.int/Applications/Observing_the_Earth/Copernicus/The_Sentinel_missions y la lista completa de observaciones de la Tierra de la ESA en https://www.esa.int/Applications/Observing_the_Earth/Highlights/Earth_observation_missions
 - Se puede asignar los satélites a investigar o permitir que los alumnos elijan uno que les interese.
 - Igualmente, es posible que desees dar dimensiones específicas para el trabajo y/o permitir a los estudiantes incluir elementos interactivos.



Figura 3: Ejemplo de infografía (Fuente: ESA)

- Puedes mostrar a los alumnos la infografía de la Figura 3 como ejemplo. De la versión inglesa, puede descargarse una versión de alta resolución en https://www.esa.int/ESA_Multimedia/Images/2020/09/Six_key_facts_about_Copernicus_Sentinel-6#.X8T7Fd3QZQY.link
4. Los estudiantes podrían presentar los resultados de su investigación usando pósteres, evaluando entre ellos las infografías según unos criterios acordados.

Respuestas a la hoja de trabajo

Tipos de órbita

1	Ver siempre el mismo hemisferio del globo	GEO
2	Orbita encima de la mayoría de los sitios terrestres	LEO
3	Toma muchas imágenes diarias de un mismo lugar	GEO
4	Producir imágenes detalladas	LEO
5	Se utilizan para la teledetección	GEO/LEO
6	Ayudar a vigilar la cubierta vegetal	LEO
7	Apoyar las previsiones meteorológicas	GEO

Las respuestas previas corresponden a la información dada en la hoja informativa 1, se puede aclarar que los datos de los LEO se usan de apoyo a las previsiones meteorológicas locales.

Teledetección

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

Sensor	Plataforma	Aplicación
Cámara de vídeo	Dron	Control del tráfico
Monitor cardíaco	Reloj cardíaco	Entrenamiento deportivo
Sensor GPS	Etiqueta	Seguimiento migratorio de las aves
Sensor de movimiento	Boya	Altura/condiciones de las olas
Sensor de temperatura	Pared	Estación meteorológica

Más información

Respuestas individuales.

Actividad 2: ¿QUÉ PODEMOS VER DESDE EL ESPACIO?

Esta actividad desafía a los alumnos a pensar en los factores que afectan al detalle con que se colectan los datos recogidos desde el espacio. Los cálculos basados en una imagen digital tomada en el aula con una cámara de uso cotidiano permiten a los alumnos revisar ideas matemáticas sobre triángulos semejantes o proporcionalidad. La investigación de la resolución de los conjuntos de datos en la aplicación web Climate from Space introduce la amplia gama de VCE que pueden medirse desde el espacio.

Equipo

- Hoja de trabajo del estudiante 2
- Un metro o cinta métrica
- Smartphone o cámara digital
- Calculadora
- Programas de tratamiento de imágenes familiares para los alumnos
- Aplicación web Climate from Space (cfs.climate.esa.int)

Preparación

Ve a la colección de imágenes de observación de la Tierra de la ESA ([esa.int/ESA_Multimedia/Sets/Earth_observation_image_of_the_week/\(result_type\)/images](https://esa.int/ESA_Multimedia/Sets/Earth_observation_image_of_the_week/(result_type)/images)) y descarga una imagen para introducir la lección. Elige la imagen más reciente o del lugar donde vives o de otro trabajo que estén realizando los alumnos.

Ejercicio

1. Muestra a los alumnos la imagen de una parte de la Tierra desde el espacio y discutid lo que muestra. ¿Es fácil distinguir la escala de la imagen? ¿Hay alguna característica particular que ayude? ¿Cómo? ¿Cuál es el tamaño del detalle más pequeño que los alumnos creen que sería visible en la imagen?
2. Explica que las imágenes de los satélites son más útiles si conocemos la escala y la resolución espacial, que es la distancia sobre el terreno que corresponde a la longitud de un píxel en la imagen, y pida a los alumnos que trabajen con las instrucciones y las preguntas de la Ficha del alumno 2. Los alumnos tendrán que utilizar la información sobre las alturas de las órbitas de los satélites de la actividad anterior y deberán tener cuidado con las unidades. La pregunta 13 es opcional.

Respuestas de la hoja de trabajo y resultados de la muestra

¿Qué tamaño de foto puede tomar tu cámara?

Las respuestas a las preguntas 1, 2 y 4 que aparecen a continuación son ejemplos de resultados obtenidos con la cámara de un simple *smartphone*. Puedes dar estos datos a los alumnos que no puedan realizar la práctica por sí mismos.

Las respuestas a las preguntas 3, 5 y 6 se basan en los datos de muestra, por lo que son solo orientativas: las sugerencias de los alumnos deben coincidir con las cifras que obtengan en sus cálculos.

1. 1,25 m
2. 1,5 m
3. a) La huella es de 250 m, por lo que el objeto podría ser, por ejemplo, una pista de atletismo.
b) 8330 m - una pequeña ciudad
c) 333 km - aproximadamente la distancia entre Londres y París
d) 583 km - de Ámsterdam a Berlín

¿Qué puede ver su cámara?

4. 2560 píxeles
5. $4,88 \times 10^{-4}$ m/píxel (es decir, unos 0,5 mm/píxel)
6. a) La resolución es de 9,76 cm, por lo que el objeto podría ser, por ejemplo, la señalización de un carril.
b) 3,26 m - coches
c) 130 m - grandes edificios, como fábricas
d) 228 m - campos

Cámaras en el espacio

7. En principio, sí y absolutamente si se trata de una cámara "adecuada": las usadas por los astronautas de la ISS son similares a las usadas en la Tierra.

En la práctica, hay varias limitantes que los alumnos pueden pensar. Entre ellas:

- Una cámara-teléfono en una plataforma que se mueve rápidamente puede no tener una velocidad de obturación rápida, provocando el desenfoque.
- Un sensor simple puede no recoger bastante luz para brindar una imagen clara.
- Las grandes diferencias de contraste pueden afectar a los tiempos de exposición automáticos, dando lugar a imágenes oscuras o descoloridas.
- Las posibles deficiencias de la óptica pueden potenciarse, provocando, por ejemplo, aberraciones en los bordes de la imagen.
- La radiación cósmica puede crear huellas en las imágenes y píxeles muertos.

Algunos alumnos podrían saber que los sensores de algunos satélites son sensibles a regiones del espectro electromagnético diferentes a las que detectan las cámaras normales.

8. Los estudiantes pueden mencionar:

- La estructura debe ser capaz de sobrevivir a las fuerzas del lanzamiento.
- Las cavidades llenas de aire deben estar bien selladas, ya que el satélite estará en el vacío.
- Todos los componentes deben funcionar en la amplia gama de temperaturas de la órbita baja de la Tierra: desde unos 120°C bajo la luz solar directa hasta -150°C en la sombra de la Tierra.

- Cualquier ajuste de enfoque, apertura, velocidad de obturación, etc. tendrá que hacerse por control remoto.
- Del mismo modo, la cámara debe incluir un transmisor de datos en lugar de una tarjeta de memoria.

Medición de otras cantidades

9. Los alumnos que no puedan responder a esta pregunta deberán pasar a la siguiente y volver a ella después de haber examinado algunos conjuntos de datos en la aplicación web Climate from Space.
10. 4 km, mensualmente
11. La resolución de los sensores utilizados puede ser diferente.
Los alumnos también pueden darse cuenta de que se disponen de datos mensuales o anuales procedentes de satélites que, según la información de la actividad anterior, recogen datos cada diez días aproximadamente. Los datos se pueden promediar sobre una zona (de la misma manera que se promedian sobre el tiempo) para obtener mediciones más fiables.
12. La nubosidad afectará a muchas mediciones.
El tipo de cobertura del suelo también puede afectar a otras imágenes: por ejemplo, no es posible obtener mediciones de la humedad del suelo en zonas densamente boscosas utilizando las mismas técnicas que en los pastizales.

Desafío

13. a) La distancia es de $0,25 \times 2 \times \pi \times 6400 \div 360$ en cada dirección, por lo que son unos 27,9 km \times 27,9 km.
b) El tamaño del píxel en la dirección norte-sur sigue siendo el mismo, pero la distancia este-oeste disminuye al alejarse del ecuador.
Un círculo paralelo al ecuador alrededor de la Tierra a una latitud " θ " tiene un radio de $6400 \times \cos(\theta)$ [km].
Ejemplo: A 40° N, un píxel de 0,25° tendría unos 21,2 km \times 27,9 km.

Actividad 3: EL NIÑO Y LA NIÑA

En esta actividad, los estudiantes exploran algunos conjuntos de datos de la aplicación web Climate from Space con mayor detalle, para apoyar la comprensión de los eventos de El Niño y La Niña y la investigación de sus impactos.

Equipo

- Hoja de trabajo del estudiante 3
- Acceso a Internet
- Aplicación web Climate from Space (cfs.climate.esa.int)

Ejercicio

1. Pregunta a los alumnos por qué los meteorólogos y científicos del clima dan rangos y probabilidades en lugar de predicciones fijas. Explica la idea de la variabilidad natural, de que el clima de la Tierra es complejo y que existen ciclos naturales de distinta duración (diarios, estacionales y plurianuales) que hay que tener en cuenta. En esta lección, los alumnos van a ver cómo las observaciones por satélite nos ayudan a controlar uno de esos ciclos y sus impactos.
2. Pide a los alumnos que lean las instrucciones de la primera tarea de la ficha del alumno 3.1.
3. Muestra el comienzo (hasta el minuto 2:05) de la animación de El Niño y La Niña de la ESA, y pide a los alumnos que la usen para completar la tarea. También puedes pedirles que den la secuencia correcta de letras en cada casilla. La animación se puede encontrar en la diapositiva 7 de la historia de la aplicación web Climate from Space *Bombas de calor planetarias* o en http://www.esa.int/ESA_Multimedia/Videos/2018/12/El_Nino_and_La_Nina
4. Comprueba las respuestas en clase antes que los alumnos exploren los datos disponibles en la aplicación web Climate from Space, tal y como se describe en la hoja de trabajo. Puede hacerse individualmente, en parejas o en pequeños grupos, según convenga a la clase. Puedes dar información adicional sobre algunos de los conjuntos de datos disponibles, por ejemplo, definiendo el término "anomalía" como la diferencia con el valor habitual o medio.
5. Los alumnos pueden pasar a utilizar la aplicación web para intentar identificar los eventos de El Niño y La Niña, o puede que primero compartan ideas sobre cómo se vería cada tipo de fenómeno en los conjuntos de datos dados.
6. Cuando los alumnos hayan tenido tiempo para intentar identificar los sucesos, muestra el resto de la animación. Esto dará la oportunidad de comprobar sus respuestas y les facilitará material para empezar el mapa mental de la tarea inicial de la sección "Efectos de El Niño y La Niña" de la Ficha del Alumno 3.2.
7. La investigación detallada y/o la producción de un podcast podrían darse como deberes. Los alumnos sin acceso tecnológico pueden elaborar notas para usarlas en una grabación en la escuela, escribir un guión o presentar sus

conclusiones en un formato diferente. Se podrían utilizar los archivos de audio para evaluar la comprensión de los alumnos de este fenómeno, o los podrían utilizar para la evaluación /evaluación por pares de las habilidades de comunicación científica según criterios locales o acordados.

Respuestas a la hoja de trabajo

¿Qué causa El Niño y La Niña?

Año normal	G E B
El Niño	H I D
La Niña	F C A

El Niño y La Niña desde el espacio

En la tabla siguiente sólo se muestran los elementos sugeridos por el vídeo. Los alumnos pueden añadir otros, sobre todo si ya dominan el tema.

Capa de datos	El Niño	La Niña
Temperatura de la superficie del mar	Agua más fría en la costa sudamericana del Pacífico, una banda de agua cálida a través del Pacífico	Una estela de agua fría desde Sudamérica a través del Pacífico
Color del océano	Altas concentraciones de clorofila en la costa del Pacífico de Sudamérica	Bajas concentraciones de clorofila, o menor extensión del fitoplancton en esta región
Nivel del mar	Nivel del mar más alto de lo habitual (anomalías positivas/ color rojo) en todo el Pacífico	Un cinturón de océano con niveles marinos inferiores a la media (anomalías negativas, azul)
Nube	Cinturón de nubes por encima de la banda de agua caliente	Ninguna banda de nubes marcada

Identificación de El Niño y La Niña

Eventos clasificados como moderados, fuertes o muy fuertes a partir de 1990, en orden decreciente de fuerza:

El Niño: 2015-16, 1997-98, 1991-92, 2009-10, 2002-03, 1994-95

La Niña: 2010-11, 1999-2000, 2007-08, 1998-99, 2011-12, 1995-96

Efectos de El Niño y La Niña

Respuestas individuales.

Los alumnos pueden investigar las pesquerías sudamericanas, las sequías, las inundaciones o los incendios australianos, o los efectos más lejanos (véase el vídeo de animación).

Hoja de trabajo del estudiante 1: TOMAR EL PULSO DEL PLANETA

Tipos de órbita

¿Las afirmaciones siguientes se aplican a los satélites en órbita ecuatorial geo-sincrónica (GEO), a los que están en órbita terrestre baja geo-sincrónica (LEO), o a ambos? Utiliza las ideas de la ficha 1 para ayudarte a decidir.

1. Ver siempre el mismo hemisferio del globo _____
2. Pasar por encima de la mayoría de los lugares de la Tierra _____
3. Adquirir muchas imágenes de un mismo lugar cada día _____
4. Producir imágenes detalladas _____
5. Se utilizan para la teledetección _____
6. Ayuda a controlar la cobertura del suelo _____
7. Apoyan las previsiones meteorológicas _____

Teledetección

El relato de la ficha 1 se centra en el uso de cámaras montadas en satélites para observar el clima de la Tierra. Sin embargo, se pueden utilizar otras combinaciones de sensores y plataformas para controlar una gran variedad de cosas.

¿Cuántas se te ocurren? Anota algunas ideas en la siguiente tabla.

Sensor	Plataforma	Aplicación

Investigación satelital

Investiga un satélite de observación de la Tierra con nombre propio y elabora una infografía sobre él. Su infografía debe incluir:

- una imagen o dibujo del satélite
- la órbita en la que viaja el satélite
- lo que detectan o miden los sensores del satélite
- quién opera el satélite y el objetivo de la misión
- cuándo se lanzó el satélite y su vida útil (prevista)
- otros satélites que realizan trabajos relacionados con los de éste.

Puedes incluir cualquier otra información que creas conveniente, pero recuerda que tu infografía debe ser atractiva y fácil de leer.

Hoja de trabajo del estudiante 2: ¿QUÉ PODEMOS VER DESDE EL ESPACIO?

¿Qué tamaño de foto puede tomar tu cámara?

1. Elige un cartel de anuncios o una ventana. ¿Qué ancho tiene? _____
2. ¿A qué distancia hay que situarse para que entre en una fotografía?

Toma la fotografía.

El tamaño del objeto en su imagen es la **huella** de tu cámara a esta distancia.

3. Utiliza estas medidas para ayudarte a calcular lo que podrías fotografiar si utilizaras la misma cámara y los mismos ajustes, pero montada en...:

a) un dron que vuela a 300 m del suelo _____

b) un avión a 10 000 m _____

c) la Estación Espacial Internacional (ISS) a 400 km _____

d) un satélite en órbita terrestre baja. _____

¿Qué puede ver su cámara?

Descargue la fotografía que tomó y ábrala en un software de procesamiento.

4. ¿Cuántos píxeles de ancho tiene la imagen? _____

5. Use esto y la respuesta a la pregunta 1 para obtener escala en m/píxel.

6. Calcula el objeto más pequeño que podría ver la cámara si está montada en...:

a) un dron _____

b) un avión _____

c) en la ISS _____

d) un satélite en órbita terrestre baja. _____

Cámaras en el espacio

7. ¿Crees que realmente podrías ver tan lejos y distinguir estos detalles si tu cámara estuviera en estos lugares? ¿Por qué? _____
- _____
8. ¿Qué crees que podría ser diferente en las cámaras que utilizan los satélites? ¿Qué efecto tendría esto en las imágenes que producen? _____
- _____

Medición de otras cantidades

La escala de la imagen en m/píxel es la **resolución espacial**. Si usamos imágenes satelitales para ver cambios terrestres, la **resolución temporal** es también esencial.

9. ¿Qué crees que significa "resolución temporal"? _____

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

Haz clic en el símbolo Capas de Datos (arriba - derecha) y elija Color del Océano.

Haz clic en el botón  junto al título de la visualización (abajo - izquierda).

10. ¿Cuál es la resolución espacial y temporal de estos datos? _____
- _____
11. Explora la resolución espacial y temporal de algunos de los otros conjuntos de datos. ¿A qué crees que se deben las diferencias? _____
- _____
12. Al examinar los datos, te habrás dado cuenta de que hay lugares en los que se ve el mapa base gris porque no hay datos. ¿Por qué crees que a veces ocurre esto? _____
- _____

Desafío

13. Algunas cantidades tienen la resolución espacial indicada en grados, en lugar de en metros. Dado que el radio de la Tierra es de 6400 km, a qué tamaño de píxel corresponde una resolución espacial de 0,25°:

- a) en el ecuador? _____
- _____
- b) dónde vives? _____
- _____

Hoja de trabajo del estudiante 3: EL NIÑO Y LA NIÑA

¿Qué causa El Niño y La Niña?

Los enunciados A-I describen el movimiento del agua y el aire en el sur del Océano Pacífico. Algunos muestran un año normal, otros un evento El Niño y otros un evento La Niña.

Escribe la letra correcta a cada afirmación en la fila correspondiente de la tabla.

- A. Una lengua de agua fría viaja de este a oeste a través de la superficie del océano.
- B. Agua fría, rica en nutrientes surge del océano profundo a lo largo de la costa de Sudamérica.
- C. En el Pacífico oriental, el agua fría sube más rápidamente que en un año normal.
- D. Hay un aumento de la nubosidad en el Pacífico.
- E. Esto empuja el agua superficial cálida hacia Australia.
- F. Los vientos alisios son más fuertes de lo habitual.
- G. Los vientos alisios soplan de este a oeste.
- H. Los vientos alisios se debilitan.
- I. El agua caliente se acumula cerca de las Américas.

Año normal	
El Niño	
La Niña	

El Niño y La Niña desde el espacio

Abre la aplicación web Climate from Space (cfs.climate.esa.int). Haga clic en el símbolo de capas de datos (arriba a la derecha) y observe la lista de opciones.

- ¿Qué capas de datos crees que mostrarán cambios durante El Niño y/o La Niña?
- ¿Qué pautas o tendencias esperarías ver en cada caso?

Anota tus ideas en la tabla siguiente.

Capa de datos	El Niño	La Niña

Identificación de El Niño y La Niña

Comprueba que entiendes cómo los controles de la aplicación web Climate from Space te ayudan a observar más de cerca determinados lugares o momentos.

1. Explora algunas o todas las capas de datos que para ti muestren los cambios.
2. Identifica uno o más eventos de El Niño y La Niña.
3. Escribe a continuación los años en que ocurrieron. Si un acontecimiento abarca partes de dos años consecutivos, indica ambos.

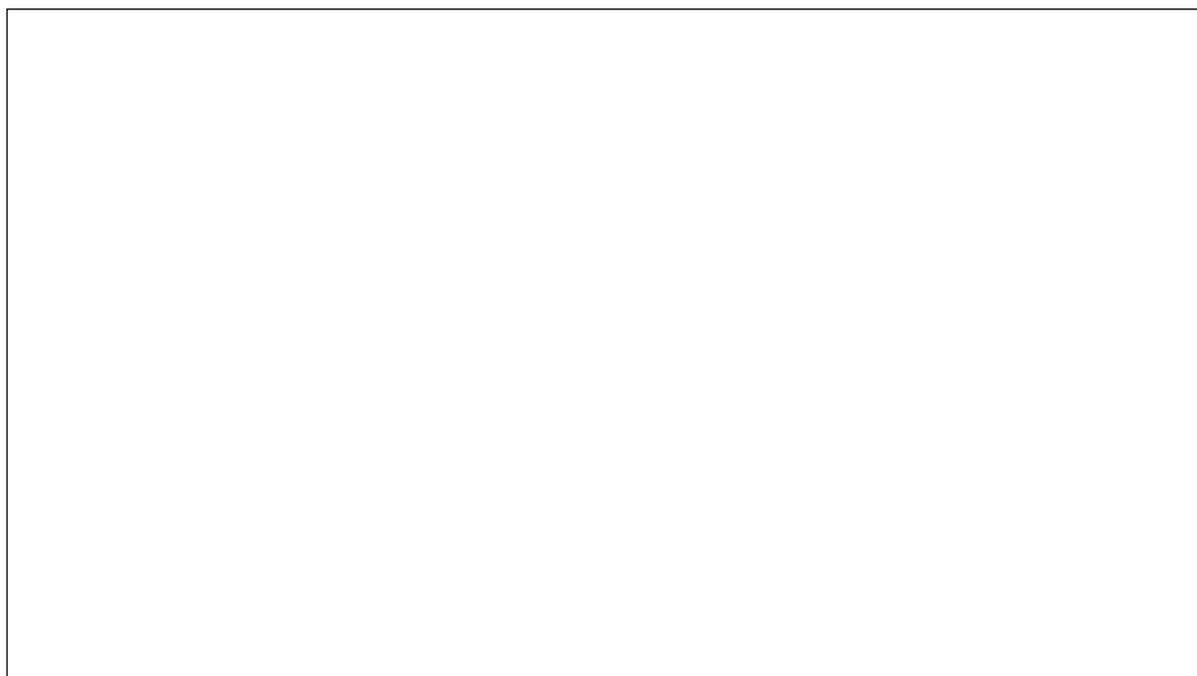
El Niño _____

La Niña _____

Efectos de El Niño y La Niña

El Niño y La Niña hacen algo más que cambiar los patrones de lluvia en el Océano Pacífico.

1. Investiga rápidamente los efectos de estos sucesos en países y comunidades de todo el mundo. Haz un mapa mental para mostrar lo que descubres.



2. Elige uno de estos efectos y lleva a cabo una investigación más centrada en sus consecuencias durante o después de un evento concreto de El Niño o La Niña.
3. Graba un reportaje sobre este acontecimiento para que forme parte de un podcast sobre los ciclos climáticos. Los consejos son:
 - ser un archivo de audio de no más de tres minutos de duración
 - incluir una breve explicación de lo que es El Niño o/y La Niña
 - explica cómo el evento climático conduce al efecto que está describiendo
 - describir el impacto sobre las personas, el medio ambiente o/y la industria.

Hoja de información 1: TOMAR EL IMPULSO DEL PLANETA

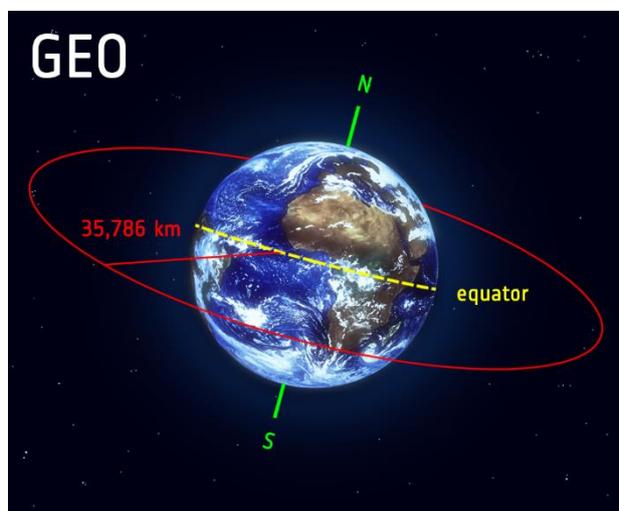


La famosa imagen de la Tierra "Blue Marble"
(Fuente: NASA)

La "canica azul" es el nombre que recibe la fotografía de la Tierra tomada por la tripulación del Apolo 17. Es una de las fotos más copiadas de todos los tiempos. El agua azul de los océanos domina la imagen, pero desde cerca, podemos ver mucho más: la arena amarilla del Sahara, los bosques tropicales verde oscuro, las nubes blancas sobre los océanos y el hielo y la nieve que cubren la Antártida. Imágenes similares tomadas por las cámaras satelitales en órbita terrestre son parte de nuestra vida cotidiana, aparecen en pronósticos meteorológicos de la TV.

La ciencia usa el término **teledetección** para describir la observación de objetos a distancia. Un sistema de teledetección necesita un **sensor** (en el ejemplo, la cámara) y una **plataforma** (aquí, el satélite). Los científicos dedicados a la **observación terrestre** que vigilan el planeta desde el espacio usan diferentes sensores montados en varios satélites, combinándolos de diversa forma en función de lo que quieran averiguar. Miremos cómo el tipo de satélite afecta a los datos que pueden recoger los instrumentos que lleva.

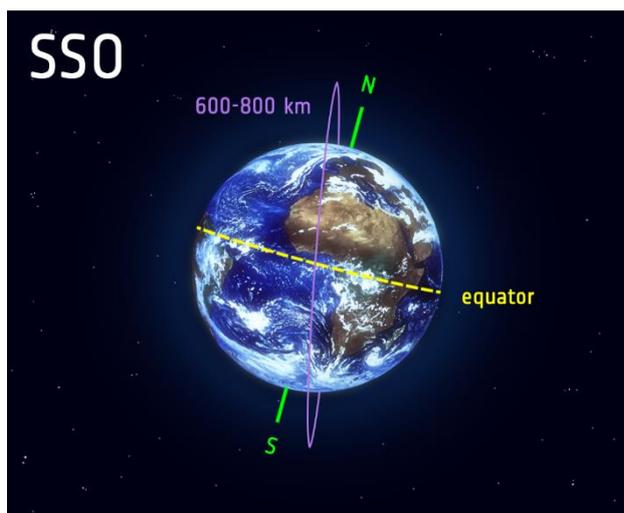
Tipos de órbita



Una órbita ecuatorial geosíncrona (GEO) (Fuente: ESA)

Muchas de las imágenes de los pronósticos meteorológicos proceden de instrumentos situados a unos 36.000 km la superficie de la Tierra. Los satélites que los transportan orbitan a la misma velocidad que gira el planeta. Por eso siempre están localizados en el mismo lugar. Los satélites que se ubican en esta **órbita ecuatorial geo-síncrona (GEO)** se llaman **satélites geoestacionarios**. Una GEO permite tomar muchas imágenes diarias del mismo lugar, facilitando la evolución del clima.

No todos los satélites son geoestacionarios. Otros pueden observar todo el planeta viajando casi de polo a polo. Estos satélites **de órbita polar se encuentran en una órbita terrestre baja (LEO)** a una altura de unos 700 km. Los satélites de órbita polar sólo tardan unos cien minutos en dar la vuelta al mundo y su trayectoria cruza el ecuador unas catorce veces al día.



La órbita sincrónica solar (SSO) es un tipo especial de órbita terrestre baja. (LEO) (Fuente: ESA)

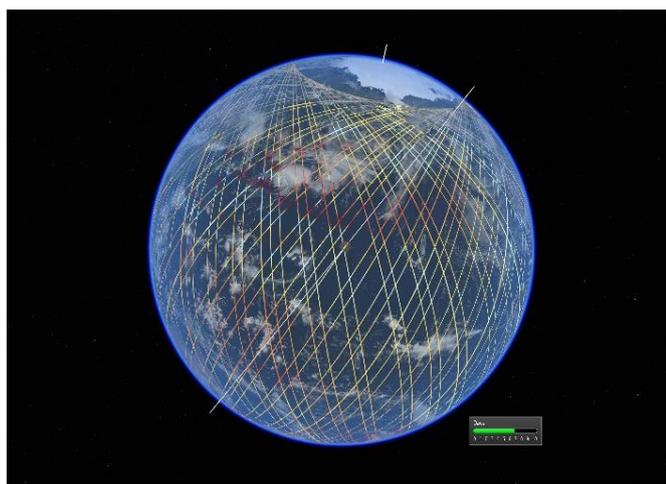
La mayoría de los satélites de órbita polar siguen una trayectoria muy específica llamada **órbita sincrónica solar** (SSO). No pasan justo por encima de los polos, sino que su órbita está ligeramente inclinada. Por ello, cada vez que cruzan un punto determinado del ecuador, la hora local solar es aproximadamente la misma.

Para la mayoría de los lugares de la Tierra, las cámaras a bordo de los satélites de órbita polar sincrónicos al Sol sólo pueden tomar una imagen al día. Sin embargo, las imágenes son más detalladas que las tomadas

desde los satélites geoestacionarios porque la cámara está mucho más cerca de la Tierra. Otra ventaja de utilizar un SSO es que, como todas las imágenes de un determinado lugar se toman a la misma hora del día, las imágenes no se ven afectadas por las variaciones de sombras, intensidad y dirección de la luz que se producen de forma natural a lo largo de un día. Esto permite ver con precisión cambios naturales, algo esencial para observar el clima y medir las cantidades conocidas como variables climáticas esenciales (VCE o *environmental climate variables*, ECV en inglés). Las VCE indican la salud de nuestro planeta, del mismo modo que tomar el pulso puede informar a un médico sobre la salud de una persona.

Utilización de las observaciones por satélite

La Agencia Espacial Europea, una de las principales organizaciones espaciales del mundo, lleva más de cuarenta años recopilando datos de satélites, la mayoría de ellos con satélites de órbita polar sincronizados con el sol. Este largo historial es muy valioso. Por ejemplo, nos permite ver lo que el calentamiento global ha hecho a nuestro planeta y es particularmente útil para mostrar lo que está sucediendo en regiones remotas. Esto es importante porque los océanos inaccesibles, las montañas, las selvas tropicales, las sabanas y las regiones polares se encuentran entre las zonas más vulnerables al cambio climático.



El satélite Copernicus Sentinel 6 tarda unos cien minutos en realizar una sola órbita y, por tanto, "ve" el 95% de los océanos sin hielo de la Tierra al menos una vez cada diez días (Fuente: ESA)

Enlaces

Recursos

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

Investigando El Niño con LEO Works

https://www.esa.int/SPECIALS/Eduspace_Weather_EN/SEML1PVO1FG_0.html

Proyectos espaciales de la ESA

Oficina del 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

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

Información adicional

Tipos de órbita

https://www.esa.int/Enabling_Support/Space_Transportation/Types_of_orbits

Diagramas de El Niño

Más 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