

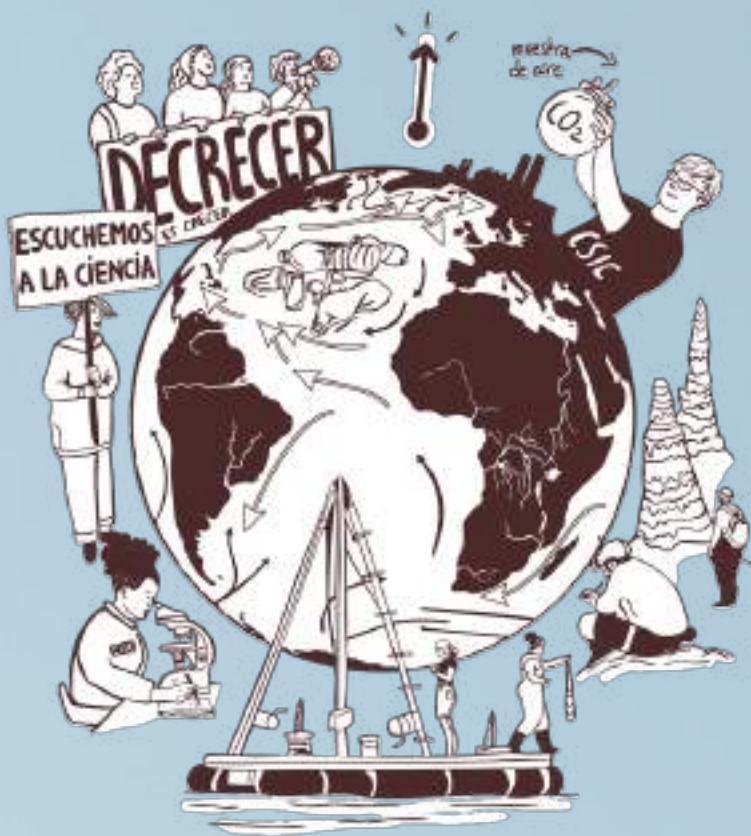
DETECTIVES

DE CRISIS CLIMÁTICAS Y MEDIOAMBIENTALES



Guía para facilitadores y profesorado

Actividades prácticas de investigación para alumnado de secundaria



Esta guía ha sido realizada por el grupo de trabajo "Crisis medioambientales y climáticas" de la conexión del CSIC "Geociencias para un planeta sostenible" y redactada por Borja Antolín Tomás, Leticia Baena Ruiz, Xavier Benito, Eva Calvo Costa, Antonio Collados Lara, Marga García García, Eugenia Gimeno García, Carmen Gonzalez Castro, María Izquierdo Ramonet, Ana Moreno Caballud y Lucía Viñas Dieguez. Coordinación general: Ana Moreno Caballud y Borja Antolín Tomás. Ilustraciones y diseño: Irene Cuesta, Freepress S.Coop. Contacto: amoreno@ipe.csic.es.

La elaboración de esta guía ha sido posible gracias a la financiación recibida por la Conexión Geociencias para un Planeta Sostenible financiada por el Consejo Superior de Investigaciones Científicas (CSIC).

Esta guía ha sido publicada por el CSIC el 26 Enero 2026, Día Mundial de la Educación Ambiental. Además de en castellano, esta guía está disponible en catalán y gallego. Licencia: Creative Commons BY-NC. Esta licencia permite la generación de obras derivadas siempre que no se haga un uso comercial de las mismas y se haga mención a los autores y autoras. Tampoco se puede utilizar la obra original con finalidades comerciales. Enlace a la versión electrónica: <https://www.recursosdivulgacion.csic.es/proyectos/detectives-de-crisis-climaticas-y-medioambientales>

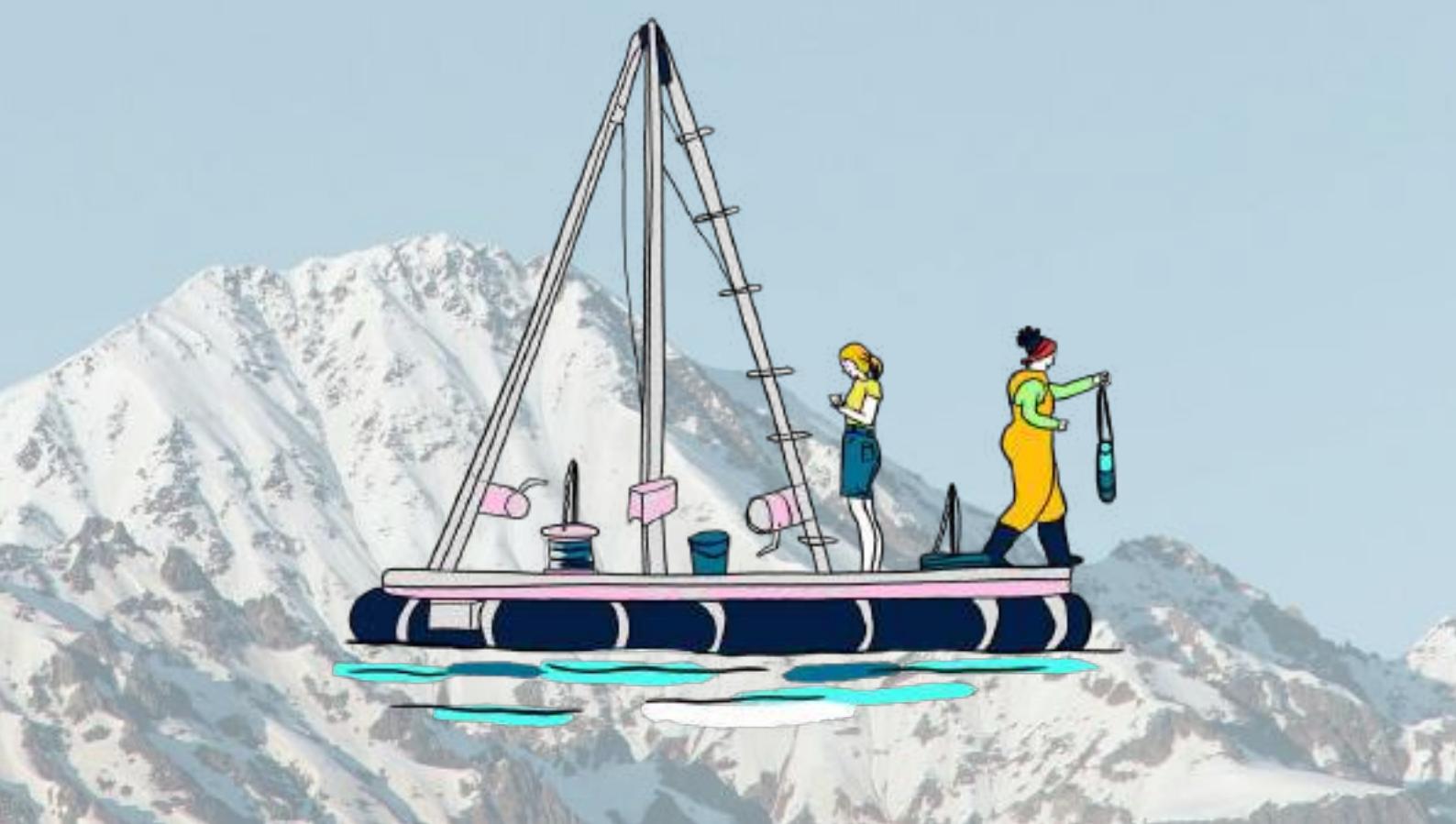
DOI: <https://doi.org/10.20350/digitalCSIC/17892>

ISBN-13 978-84-09-82071-9



íNDICE

Prólogo	06
1. Introducción: ¿por qué esta guía?	08
2. ¿Cómo utilizar estos materiales pedagógicos?	12
3. Actividades de indagación para el alumnado	16
Sesión 1. ¿Qué son el cambio climático y el efecto invernadero?....	17
Sesión 2. Descubriendo el clima del pasado	22
Sesión 3. El papel de los océanos como reguladores del clima	28
Sesión 4. Contaminación de océanos y suelos	34
Sesión 5. El problema del agua en nuestro país	42
Sesión 6. Es hora de actuar: ¿es sostenible tu instituto?	48
Referencias y documentos	54
ANEXO 1. Materiales imprimibles complementarios a las actividades para el alumnado	56



El equipo que ha realizado esta guía agradece a Alejandro Muñoz (Ayuda de Comunicación Científica CSIC-FBBVA 2023), Vicente Frechina, y Uxía Tenreiro López (Unidad de Cultura Científica del Instituto Español de Oceanografía, IEO-CSIC), Jose M. Viñas Diéguez (CIEDIx. Xunta de Galicia), Alexandra Ruiz Llamas (IEO-CSIC), Eduard Rubio (Unidad de Comunicación del Instituto de Ciencias del Mar, ICM-CSIC), Eduardo Ramírez (Comunicación de la Delegación Institucional del CSIC en Aragón, DICAR-CSIC), Rosa Bañuelos y Manuel E. Garcí (Instituto de Investigaciones Marinas, IIM-CSIC), Almudena de la Losa Román y Luis Carcavilla Urquí (Instituto Geológico y Minero de España, IGME-CSIC). Su ayuda ha sido muy valiosa bien en el desarrollo de los contenidos de esta guía, en proporcionar imágenes o en la grabación y edición de vídeos.





ESCUCHEMOS
A LA CIENCIA



PRÓLOGO

El cambio climático y las crisis medioambientales son una realidad. La información científica, los medios de comunicación y hasta nuestra propia experiencia, nos aseguran que los patrones del clima están cambiando y alterándose a todas las escalas. Los veranos son más largos, las olas de calor más frecuentes, las inundaciones más extremas, los bosques sufren graves incendios, los polos se derriten. Los impactos de nuestro modo de vida en la salud del planeta son cada vez mayores a la vez que nuestra sociedad demanda más y más recursos naturales para su progresivo desarrollo. Así, los efectos de esa sobreexplotación de recursos ya han llegado y están afectando directamente a millones de personas, poniendo en peligro sus medios de vida, su bienestar, su integridad. En definitiva, afectando a muchos de sus derechos humanos (Crisis Climática. Amenaza a los derechos. UNESCO Etxea 2020).

A pesar de los esfuerzos realizados desde la comunidad científica para explicar las causas y alertar de las consecuencias inminentes de nuestro impacto en el medio natural, el aumento de bulos y noticias falsas en torno a este tema, propagados de manera rápida y exponencial, confunde a los y las adolescentes que, cada vez más, usan las redes sociales para

informarse. Desde el CSIC como organización comprometida con el rigor científico, la divulgación de la ciencia y la formación científica de las nuevas generaciones, se lanza esta Guía para profesorado y facilitadores promovida por científicas y científicos de la Conexión-CSIC “Geociencias para un planeta sostenible” en torno a las crisis medioambientales y climáticas actuales. El objetivo de la guía es aumentar la conciencia ecosocial de la juventud y promover su acción ante estos problemas.

Esta publicación la hemos llevado a cabo mediante una investigación participativa en la que han contribuido científicas y científicos del CSIC y profesorado de educación secundaria. Proponemos de manera rigurosa y divulgativa, y desde una perspectiva global y feminista, seis sesiones de trabajo para entender el cambio climático y otros problemas ambientales actuales con base en las Geociencias, como la contaminación de suelos y playas, la acidificación del océano o la escasez de recursos hídricos. Las sesiones incluyen vídeos explicativos basados en la investigación actual del CSIC en esta disciplina, actividades para realizar por parte del alumnado e ideas para reflexionar en clase en torno a las crisis climáticas y medioambientales.

Ana Moreno y Borja Antolín

La educación para la sostenibilidad consiste en empoderar a las personas para que se consideren parte de la solución.

David Orr
(profesor distinguido emérito de Estudios Ambientales y Política en el Oberlin College)



*Solo si entendemos, podemos preocuparnos.
Solo si nos preocupamos, ayudaremos.
Solo si ayudamos, nos salvaremos.*

Jane Goodall
(primatóloga, antropóloga
y activista por el medio ambiente)

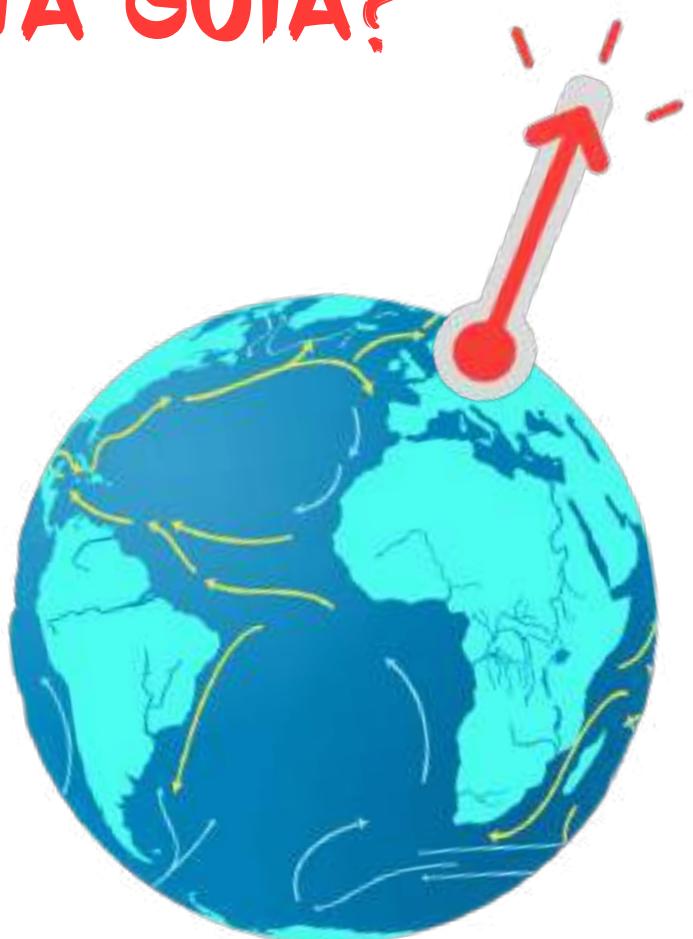
INTRODUCCIÓN: ¿POR QUÉ ESTA GUÍA?

La urgencia de actuar frente a las crisis climáticas y medioambientales nunca ha sido tan clara.

La creciente intensidad de fenómenos meteorológicos extremos, la pérdida de biodiversidad y los impactos sociales y económicos derivados del cambio climático están transformando nuestro mundo de manera acelerada. En este contexto, resulta fundamental que la juventud adquiera, desde una edad temprana, una comprensión profunda de los problemas ambientales que marcarán su futuro. Integrar estos temas en el currículo de la ESO es una necesidad para preparar al alumnado no solo con los conocimientos adecuados, sino también con las herramientas para tomar decisiones informadas y responsables.

Sin embargo, a pesar de la abundante información sobre el cambio climático y el efecto invernadero, a menudo falta una dimensión más activa y participativa en su enseñanza. El alumnado se enfrenta a contenidos que, por su exceso de teoría y falta de conexión con la realidad cotidiana, no logran captar su interés.

La información sobre los problemas ambientales suele presentarse de manera tan abstracta que, en lugar de convertirse en un reto motivador, se percibe como un "problema irresoluble" y distante de sus propias vidas. Esta guía pretende revertir esa tendencia, proporcionando materiales y actividades que vinculan la ciencia con situaciones reales, lo que permite al estudiantado entender mejor las causas y consecuencias de la crisis climática, así como los posibles caminos hacia la solución.



Un aspecto clave es la necesidad de abordar la desinformación sobre el cambio climático y crisis medioambientales, que sigue circulando con fuerza, especialmente a través de las redes sociales. En este sentido, proporcionar al alumnado acceso a información rigurosa y fomentar su capacidad crítica es esencial. Equipar a la juventud con las herramientas necesarias para cuestionar y analizar los mensajes que reciben puede ser una de las mejores estrategias para contrarrestar los bulos que circulan sobre este tema.

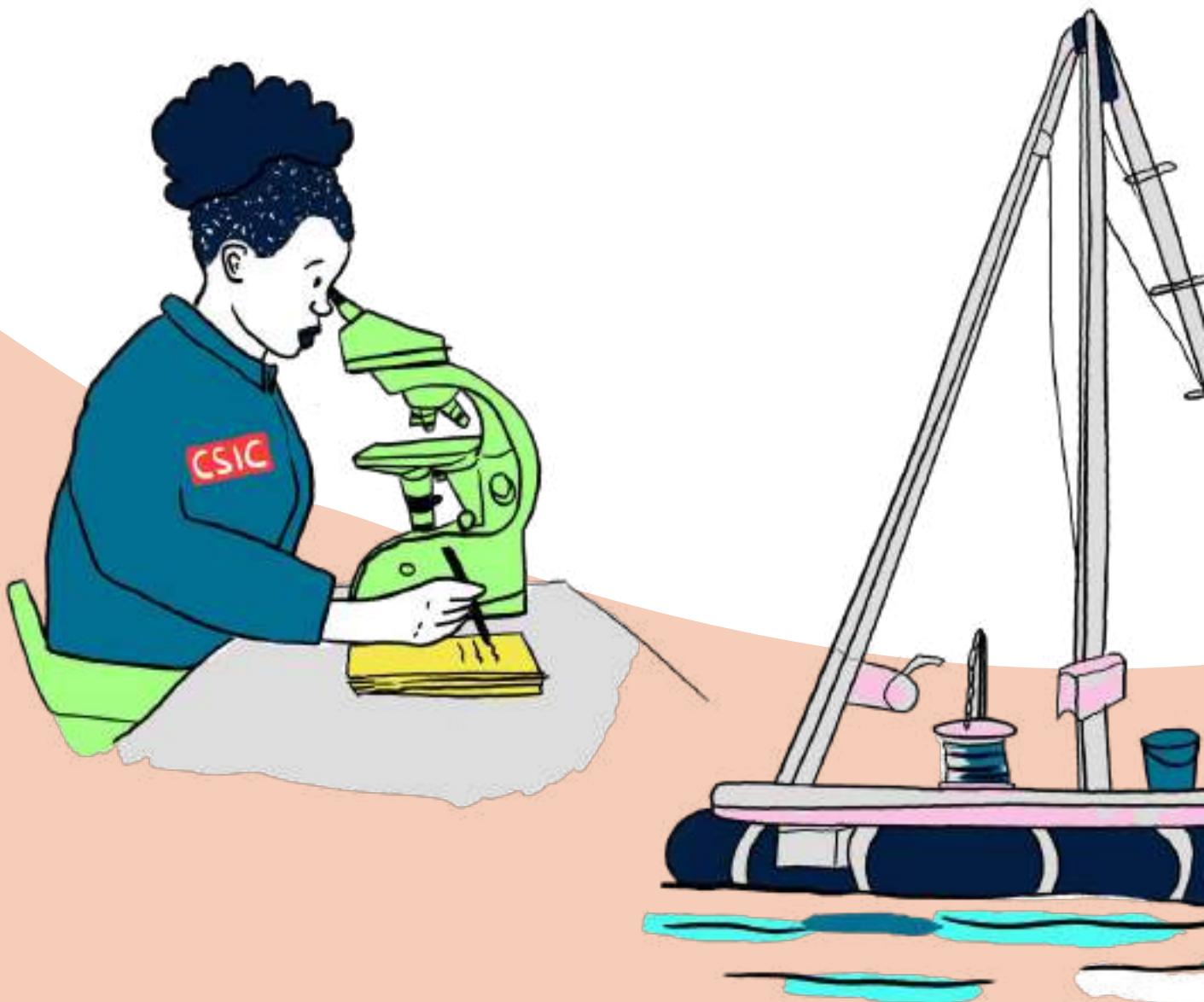
Esta guía no solo ofrece conocimiento científico, sino que también promueve el pensamiento crítico, ayudando al alumnado a formarse una opinión fundamentada.

Además, la visibilidad de las mujeres en la ciencia sigue siendo una cuestión pendiente de resolver.

En este material, hemos hecho un esfuerzo consciente por presentar a mujeres científicas como referentes visibles. De hecho, el 90% del personal investigador que aparece en los vídeos de esta guía son mujeres, demostrando que las tareas relacionadas con la investigación y la ciencia ambiental no son exclusivas de un sexo. En estos contenidos, la juventud verá a mujeres investigando en el mar, tomando muestras en el campo, y participando en actividades científicas que tradicionalmente se han asociado con los hombres. Esta representación es clave para generar referentes e inspirar a las futuras generaciones de científicas.

Otro reto que esta guía busca abordar es el escaso interés que muestran muchos y muchas estudiantes por las geociencias.

A pesar de que estas disciplinas están íntimamente relacionadas con problemas cotidianos como los recursos naturales, el cambio climático, la gestión del agua o la contaminación, muchas veces no se perciben como parte de la solución. El objetivo de este material es precisamente mostrar cómo las geociencias son fundamentales para entender y abordar los retos medioambientales actuales. A través de actividades que permitan una conexión directa con la realidad, las y los estudiantes podrán descubrir el papel esencial que juegan estas ciencias en la resolución de los problemas ambientales del día a día.



Finalmente, uno de los grandes desafíos de la comunicación científica actual es “democratizar la ciencia” y, para ello, acortar la distancia entre la ciencia y la sociedad, especialmente en lo que respecta a la juventud es fundamental. Las personas que se dedican a la ciencia no deben ser vistas como figuras lejanas, sino como personas cercanas, involucradas en su comunidad y comprometidas con la resolución de los problemas que afectan a todos.

Esta guía busca precisamente acercar la ciencia al alumnado, mostrando cómo la investigación científica se conecta con sus vidas y cómo pueden ser parte activa en la construcción de un futuro más sostenible.

En resumen, esta guía tiene como objetivo proporcionar al profesorado recursos muy fáciles de utilizar y estrategias didácticas que permitan no solo transmitir conocimiento sobre el cambio climático y las ciencias ambientales, sino también despertar el interés de los estudiantes, fomentar su pensamiento crítico y mostrarles el papel central que desempeñan en la creación de soluciones para los problemas ambientales que les tocará enfrentar.





?

*En resumen, educar, ¿no sería ante todo
restablecer la concordancia entre el
destino del planeta y el de los humanos?*

Pierre Rabhi
(escritor, granjero y ecologista)

¿CÓMO USAR ESTOS MATERIALES PEDAGÓGICOS?

Estos materiales pedagógicos están diseñados para que el alumnado desde 1º ESO hasta 2º Bachillerato juegue un papel central en su propio aprendizaje, como detectives, es decir, participe de manera activa en lugar de ser receptor pasivo de la información.

De este modo, se busca que el alumnado, al comprometerse con el proceso de aprendizaje, adquiera los conceptos de una manera más significativa, gracias a la experiencia directa, la reflexión y la resolución de problemas.

Como indica su título, esta guía se dirige tanto a profesorado como a personas facilitadoras. Con esto queremos referirnos a dos cosas. Primero, que no solo se puede utilizar en educación formal sino que también puede ser utilizada en ámbitos de educación no formal como grupos de trabajo de medio ambiente en bibliotecas, escuelas de adultos, etc. Y segundo, nuestra visión del profesor/a como facilitador del aprendizaje en vez de una visión del educador que impone su contenido sobre el alumnado.

De esta manera nos hemos esforzado en guiar (facilitar) cuidadosamente al alumnado o a las personas que realizan la actividad a través de los distintos pasos que sigue el personal científico para llegar a unas conclusiones fiables, a través de los vídeos que han grabado las científicas del CSIC.

En general, las actividades propuestas están preparadas para que se puedan realizar en grupos pequeños o parejas fomentando que las y los estudiantes investiguen juntos, discutan

ideas y resuelvan problemas. Así, hablamos de “actividades de indagación” porque se espera que el alumnado explore, busque respuestas a preguntas con el objetivo de construir conocimiento a través de la investigación y el análisis.

La indagación no se limita a encontrar una única respuesta correcta, sino que fomenta la curiosidad, la reflexión crítica y el análisis profundo.

Llamamos a las actividades "autoguiadas", ya que requieren muy poca preparación por parte del profesorado, que solo ha de seguir la presentación, donde son las propias científicas con sus vídeos las que van explicando la actividad. Las soluciones a las actividades que realiza el alumnado también se presentan en los vídeos asociados a las seis temáticas.

Los materiales de trabajo se ordenan en seis temáticas, cada una se podría desarrollar en una o dos sesiones de clase de 50 minutos, dirigidas de manera sencilla por el profesorado. También pueden ser actividades a completar de manera autoguiada y realizarse en casa como trabajo personal.

Cada tema consta de una presentación donde están [enlazados](#) los vídeos explicativos realizados por las científicas del CSIC. Además, esta guía incluye para cada uno de los seis temas la descripción de la(s) actividad(es), un glosario, unas preguntas para trabajar en clase y las fichas para el alumnado. Aunque es deseable poder realizar las seis sesiones que aquí se proponen formando una unidad didáctica, porque guardan una relación y un orden lógico, también hay que tener en cuenta que son independientes y pueden usarse de forma individualizada.

Para realizar estas actividades de indagación sólo se requiere acceso a internet y, en algunos casos, imprimir alguna ficha o usar materiales sencillos de casa o del laboratorio del instituto.

Las temáticas preparadas por investigadoras del CSIC acompañadas por profesores de instituto son las siguientes:

- Sesión 1. ¿Qué son el cambio climático y el efecto invernadero?
- Sesión 2. Descubriendo el clima del pasado.
- Sesión 3. El papel de los océanos como reguladores del clima.
- Sesión 4. Contaminación de océanos y suelos.
- Sesión 5. El problema del agua en nuestro país.
- Sesión 6. Es hora de actuar: ¿es sostenible tu instituto?

Su desarrollo ordenado está apoyado por la siguiente secuencia de aprendizaje.

Sesión 1. ¿Qué es el cambio climático y el efecto invernadero?

En primer lugar, se hace necesario incorporar conceptos muy básicos como la diferencia entre tiempo y clima o el efecto invernadero como un proceso natural y regulador del clima en nuestro planeta. En la Sesión 1 se introducen estos conceptos y se hace hincapié en que los valores de gases de efecto invernadero han aumentado asociados al incremento de los combustibles fósiles desde la Revolución Industrial. Las actividades de esta sesión van

enfocadas a graficar datos de CO₂ y de temperatura y a ver la relación entre el calentamiento actual y el desarrollo tecnológico (incluyendo desde el cambio en los medios de transporte hasta la aparición de internet o la inteligencia artificial y el papel del consumismo actual).

Sesión 2. Descubriendo el clima del pasado

La Sesión 2 ayuda a entender por qué sabemos que este cambio climático actual es producido por nuestras actividades humanas al explicar los cambios climáticos en un contexto temporal más largo. La paleoclimatología nos muestra cómo han sido otros cambios climáticos y cómo se registran en, por ejemplo, las diatomeas de los lagos. Esta sesión profundiza en cómo es el trabajo científico desde la toma de muestras hasta su análisis en el laboratorio y con la actividad propuesta se pretende que el alumnado tome el papel de investigador/a y llegue a reconstruir el clima del último ciclo glacial en el Pirineo a través de imágenes de microscopio y del conteo de especies de diatomeas.

Sesión 3. El papel de los océanos como reguladores del clima

La Sesión 3 nos lleva al océano como el gran regulador del clima del planeta y pone el foco en cómo se mueven las corrientes oceánicas en función de su densidad, explicando que las modificaciones en estas corrientes alteran el clima. Se habla además del papel captador de CO₂ y de la acidificación oceánica como una consecuencia directa del aumento de los gases de efecto invernadero. Las actividades propuestas van dirigidas a calcular la densidad de masas de agua y a observar el aumento de su acidez, descubriendo así varios de los mayores impactos del cambio climático en el océano.

Sesión 4. Contaminación de océanos y suelos

La Sesión 4 sigue ahondando en otro impacto de nuestras actividades en el medio ambiente: la contaminación de océanos y suelos.

En la Sesión 4 se destaca la contaminación de los mares y las playas con microplásticos y, además de explicar bien cuál es su verdadero impacto en el medio ambiente y por qué debe preocuparnos, se propone una práctica en torno a la ropa para calcular la cantidad de microplásticos que producimos con su lavado. Por otro lado, la contaminación de los suelos es explicada en detalle, asociada a los vertidos, a la salinidad y al uso de fertilizantes agrícolas. La actividad descrita para el alumnado requiere varios días de realización porque se cultivan lentejas en suelos con distinta contaminación y es un excelente reflejo del método científico.

Sesión 5. El problema del agua en nuestro país

La última “crisis” medioambiental abordada en estos materiales pedagógicos es la crisis hidrológica de nuestro país, principalmente con un enfoque en la escasez hídrica y en la sobreexplotación de los acuíferos.

En la Sesión 5, se revisan conceptos básicos de hidrogeología que permitirán al alumnado

comprender cómo se comporta el agua subterránea, la importancia de los recursos hídricos y de su conservación para asegurar su disponibilidad en el futuro. Se explican conceptos como la sobreexplotación, los procesos contaminantes que afectan a las aguas subterráneas y la repercusión en los ecosistemas dependientes.

Sesión 6. Es hora de actuar: ¿es sostenible tu instituto?

La última sesión, busca el compromiso del alumnado con la sostenibilidad. Tras explicar conceptos como la huella ecológica o el desarrollo sostenible, se propone una reflexión sobre la sostenibilidad de diversas actividades que tienen lugar en el instituto. El punto final de la Sesión 6 es pasar a la acción para conseguir un centro educativo más sostenible y para ello se proponen diferentes maneras de comunicar a toda la comunidad educativa, desde hacer vídeos para redes sociales a preparar un manifiesto con propuestas sostenibles para el consejo escolar, donde el alumnado pueda reflejar lo aprendido en torno a las crisis climáticas y medioambientales actuales.



763

Actividades

de indagación para el alumnado



¿Qué son el cambio climático y el efecto invernadero?

CUADRO RESUMEN

Contexto

El cambio climático es uno de los principales desafíos a los que nos enfrentamos como sociedad pero, a pesar de la evidencia científica expuesta desde hace décadas, todavía hay sectores negacionistas que llenan las redes sociales de bulos y propagan noticias falsas. Aquí vamos a conocer de primera mano los datos científicos que alertan de la emergencia climática y vamos a explorar cuáles son los principales cambios en nuestro modo de vida desde la Revolución Industrial que nos han llevado a la situación actual.

Tema ecosocial que se trabaja

Se cuestiona el crecimiento infinito de nuestro sistema económico observando las consecuencias que está teniendo en datos de CO₂ y temperatura del planeta.

Intención educativa

- **Estímulo o reto que se plantea.** ¿Podemos saber con datos científicos qué causa el cambio climático de nuestros días? ¿Son causas naturales o humanas?
- **Objetivos.** Al final de la Sesión 1, el alumnado:
 - Conocerá la diferencia entre tiempo y clima y habrá entendido el papel del efecto invernadero en el clima.
 - Sabrá realizar gráficas con datos climáticos y discutir su interpretación.
 - Conectará eventos de nuestro mundo, como el aumento del transporte en avión o la inteligencia artificial (IA), con su impacto en el cambio climático.
- **Productos finales.** El alumnado obtendrá gráficas con datos científicos del clima que le permitirán explicar las causas del actual cambio climático a su familia y/o amistades.



Materiales para el profesorado o facilitador



Esta Sesión 1 consta de:

- **Esta guía** para el profesorado con la información necesaria de la Sesión 1.
- Una **presentación para enseñar en clase** donde están enlazados los vídeos realizados por científicas del CSIC que dirigen la actividad. A la presentación se accede en este enlace: <https://recursosdivulgacion.csic.es/proyectos/detectives-de-crisis-climaticas-y-medioambientales>. Cuenta también con las soluciones.
- Unas **hojas con las actividades** para imprimir para clase (en el anexo de esta guía). Si se quiere hacer con ordenador, los datos pueden obtenerse en el mismo enlace: <https://recursosdivulgacion.csic.es/proyectos/detectives-de-crisis-climaticas-y-medioambientales>.

Niveles y asignaturas

Pensamos que estas son las materias ideales para llevar a cabo estas actividades por su relación con el currículum LOMLOE:

- Biología y Geología en 1º, 3º y 4º de la ESO.
- 1º Bachillerato Biología, Geología y Ciencias Ambientales.
- 2º Bachillerato Geología y Ciencias Ambientales y el Ámbito Científico de Formación Profesional Básica.



Duración aproximada de la actividad

Duración aproximada: 50 minutos. La actividad está pensada para ser **autoguiada**, es decir, se puede realizar en una sesión de clase o en casa visionando la presentación. El alumnado puede trabajar **en parejas o pequeños grupos**.

Desarrollo de la Sesión 1

La sesión consta de cuatro vídeos insertados en el documento de presentación (enlace: <https://recursosdivulgacion.csic.es/proyectos/detectives-de-crisis-climaticas-y-medioambientales>) y se plantea intercalar las actividades con esta secuencia propuesta:

- **VÍDEO 1.** Presentación de Ana Moreno, científica del Instituto Pirenaico de Ecología (IPE-CSIC), quien guía la Sesión 1.
- **VÍDEO 2.** Se abordan primero las diferencias entre los conceptos de tiempo y clima y se pone de manifiesto que el clima cambia por causas naturales y antropogénicas. Se invita al alumnado a “viajar” al Observatorio de Mauna Loa donde recogen datos de la concentración de CO₂ en la atmósfera.
- Realización de las **actividades 1 y 2** con los materiales proporcionados (opción con ordenador si es posible).
- **VÍDEO 3.** Se explica qué es el efecto invernadero y qué tiene que ver con el cambio climático actual. Se abordan las causas antropogénicas que provocan el aumento de temperatura en el planeta.
- Realización de la **Actividad 3** (en papel) y discusión de qué actividades causan nuestro impacto en el clima.
- **VÍDEO 4.** Conclusiones y despedida.

Materiales para alumnado de la Sesión 1

Esta sesión consta de **tres actividades** que se explican en los vídeos por las científicas del CSIC. Las actividades se encuentran al final en Anexo 1 en formato imprimible. Las soluciones se encuentran en la presentación (enlace indicado anteriormente).

- **Actividad 1:** se proporciona una cuadrícula al alumnado junto con los datos de la concentración de CO₂ en la atmósfera medidos en el Observatorio de Mauna Loa, en Hawaí. Los datos se proporcionan en una tabla con valores cada 5 años (para hacer a mano en la cuadrícula) o anuales (para hacer la gráfica con una hoja de cálculo, en el ordenador).
- **Actividad 2:** se proporciona una cuadrícula al alumnado y los datos de temperatura global medidos por la NOAA. Se puede hacer a mano, aunque es complicado por los decimales, o a ordenador con una hoja de cálculo. Si se dispone de ordenador, se proporcionan los datos de la NOAA y otras instituciones para valorar las diferencias y la incertidumbre.
- **Actividad 3:** se proporcionan unas imágenes al alumnado para que recorten y peguen asociadas a la edad que les corresponda en la gráfica de temperatura.

Tips para reflexionar

Al acabar esta Sesión 1, es importante que haya **espacio para la discusión** sobre qué actividades de las que realizamos habitualmente tienen mayor impacto en el clima del planeta.

El crecimiento continuado de la actividad económica de nuestra sociedad junto al uso de combustibles fósiles para proporcionar la demanda creciente de energía, conduce a un aumento de gases de efecto invernadero en la atmósfera y, por tanto, a un calentamiento. El alumnado puede **reflexionar** sobre su uso personal del avión, del coche, de la inteligencia artificial, etc., y pensar en alternativas para reducir su huella de carbono. Algunas de estas soluciones se trabajarán en la sesión número 6. En 1º de la ESO se podrían realizar esta Sesión 1 y la Sesión 6 después, una detrás de la otra.

Efecto invernadero

Fenómeno natural en el que gases de la atmósfera (como el dióxido de carbono, el metano o el vapor de agua) absorben parte de la radiación térmica (calor) que emite la superficie de nuestro planeta provocando un aumento de la temperatura superficial media. Gracias a este efecto nuestro planeta tiene una temperatura de unos 15°C y sin este efecto invernadero la temperatura bajaría hasta -18°C. Un aumento de los gases de efecto invernadero en la atmósfera eleva la temperatura de la Tierra. Para saber más: <https://aemetblog.es/2024/02/18/el-efecto-invernadero-descripcion-y-descubrimiento.>

Época glacial

El clima del Cuaternario (últimos 2.5 millones de años de la historia de la Tierra) ha sido muy variable y cíclico, contando con períodos fríos (glaciares) y cálidos (interglaciares) cada, aproximadamente, 100.000 años. Estos cambios climáticos naturales se deben, principalmente, a cómo se distribuye la energía que nuestro planeta recibe del sol en función de la inclinación de su eje de rotación y de lo elíptica que sea la órbita alrededor del sol. Estos cambios orbitales los descubrió Milutín Milankovitch a principios del siglo XX, explicando así las épocas glaciares. Más información: <https://www.ncei.noaa.gov/news/what-have-we-learned-paleoclimatology.>

Era industrial

Proceso de transformación económica, social y tecnológica que se inició en la segunda mitad del siglo XVIII en Reino Unido y que se extendió a Europa y América durante el siglo XIX representando el mayor cambio en la historia de la humanidad desde el Neolítico (cuando nos hacemos sedentarios). La revolución industrial permite el paso de una economía rural agrícola a una economía de carácter urbano, industrializada y mecanizada con mayor producción pero también mayor consumo de combustibles fósiles (ej. carbón <https://www.worldhistory.org/trans/es-2-2201/la-mineria-del-carbon-en-la-revolucion-industrial.>)

Huella de carbono

Es el rastro de los gases de efecto invernadero generados por las actividades humanas, bien sea calculado para una empresa, un instituto o una persona concreta. Depende de qué actividades hacemos, generamos más o menos huella (ej. ir a pie o en bici al instituto genera menos huella de carbono que ir en autobús y mucho menos que ir en coche). Hay aplicaciones de móvil que calculan tu huella, ¡¡compara a ver quién deja menos huella!! <https://footprint.wwf.org.uk/questionnaire>



1. Se ve muy bien en la gráfica que el CO₂ de Mauna Loa va subiendo cada año, pero ¿no pueden afectar los volcanes a esas medidas de CO₂?

Una erupción volcánica emite gases a la atmósfera que alteran su composición y respuesta a la radiación, pero tienen una importancia menor en cantidad y en duración en la atmósfera que los gases producidos por la quema de combustibles fósiles. No hay duda de que el aumento anual que se observa en Mauna Loa y en otras estaciones no situadas en volcanes (o las medidas hechas por satélites) no tiene nada que ver con las erupciones volcánicas que ocurren ocasionalmente.

2. El efecto invernadero es una característica de nuestra atmósfera: ¿cómo sabemos que el planeta no será capaz de absorber la cantidad de CO₂ extra que hay ahora en la atmósfera?

Los procesos y mecanismos naturales que tiene el planeta para extraer CO₂ de la atmósfera (ej. disolverlo en los océanos o capturarlo por la vegetación) no están siendo suficientes hoy en día. Cada año hay más CO₂ en lugar de menos. La rapidez con la que provocamos el aumento de gases de efecto invernadero impide al planeta regularse como loaría hacer a escala de cientos de miles o millones de años. Hay que pensar que el carbón y el petróleo que quemamos hoy para producir energía ha necesitado millones de años para formarse y nosotros lo estamos emitiendo a la atmósfera en pocos años o décadas.

3. Hay otros gases de efecto invernadero, ¿por qué no se habla de ellos? ¿Son menos importantes?

También son muy importantes en cuanto a su poder calorífico aunque algunos, como el metano, permanece poco tiempo en la atmósfera (7-12 años frente a siglos que permanece el CO₂) y después se transforma en CO₂ y agua. Actualmente preocupa que el metano acumulado en suelos muy orgánicos de las zonas árticas que están hoy en día congelados (permafrost) se libere a la atmósfera al fundirse el hielo

debido a la subida de temperatura. Es lo que conocemos como un "efecto de retroalimentación" en el sistema climático.

4. Si los cambios climáticos han ocurrido siempre, ¿cómo sabemos que éste lo hemos provocado los seres humanos y que no está asociado a causas naturales como las manchas solares?

Hay múltiples evidencias de que el calentamiento global tiene su causa en las actividades humanas. Por ejemplo, el análisis isotópico del CO₂ de la atmósfera nos dice que proviene de períodos muy antiguos cuando se formaron los yacimientos de carbón y petróleo (ej. el Carbonífero hace 500 millones de años). Por otro lado, no se observa un aumento en las manchas solares ni en el número de erupciones que pueda explicar el calentamiento que hoy vemos. No hay modelos climáticos que puedan reproducir el calentamiento actual si no se incluyen los gases de efecto invernadero como causa. Aquí se explica en detalle: https://www.ipcc.ch/report/ar6/wg1/downloads/report/IPCC_AR6_WG1_SPM_Spanish.pdf

5. Nos queda clara la causa del cambio climático actual, pero es muy complicado de cambiar: ¿todavía se puede hacer algo?

Sí, se puede y se debe hacer algo. Cualquier reducción de emisiones se va a traducir en menos calentamiento de nuestro planeta y eso es fundamental para que tengamos tiempo de adaptarnos. Lo complicado del cambio que hay que hacer como sociedad es que nos parece que no podemos vivir emitiendo menos y eso no es así. Reflexiona sobre tus hábitos de consumo, de transporte, de alimentación y piensa qué puedes hacer para reducir tus emisiones. Habla con tus amistades y tu familia, activa y piensa que si los humanos somos la causa del cambio climático también podemos ser la solución. En la Sesión 6 te proponemos actividades para reflexionar sobre posibles acciones para mitigar el cambio climático. Y recuerda: ¡está en nuestras manos!



SESIÓN 2

Descubriendo el clima del pasado. Una investigación paleoclimática en la Basa de la Mora (Pirineo)

CUADRO RESUMEN

Narrativa

Aunque el clima en nuestro planeta tiene una gran variabilidad y ha cambiado a lo largo de la historia de la Tierra, la situación actual viene marcada por la actividad humana. Aquí vamos a conocer cómo se reconstruye el clima del pasado para tener un contexto temporal del cambio climático de nuestros días. Así, la paleoclimatología, como disciplina que nos permite entender los mecanismos de cambio climático pasado y reconstruir las variaciones de temperatura, pone en evidencia la excepcionalidad de la situación actual.

Tema ecosocial que se trabaja

Se cuestiona la idea de que “como el clima ha cambiado siempre” no es importante el calentamiento actual poniendo de manifiesto la excepcionalidad de la situación actual en el contexto de los últimos 130.000 años.

Intención educativa

- **Estímulo o reto que se plantea.** ¿Podemos saber con datos científicos si el cambio climático de nuestros días es “normal” en los últimos miles de años? ¿Qué lo hace diferente? ¿Cómo conocen los científicos el clima del pasado, antes de que hubiera instrumentos de medida directa (termómetros por ejemplo)?
- **Objetivos.** Al final de la Sesión 2, el alumnado:
 - Conocerá qué es la paleoclimatología y cómo se obtienen datos del clima del pasado a través de distintos archivos geológicos (estalagmitas, sondeos de lagos, etc.).
 - Sabrá qué es una diatomea y cómo nos informa de la temperatura del pasado.
 - Aprenderá a elaborar datos paleoecológicos y a obtener de ellos información paleoclimática.
- **Productos finales.** El alumnado obtendrá gráficas con datos científicos del clima del pasado, que le permitirán entender el calentamiento global en un contexto temporal más largo.



Los geólogos rastrean a los seres atrapados en las capas de roca y lodo como pacíficos cazafantasmas... Un estrato es una colección de mundos perdidos y universos vivientes, prueba tangible de que la atmósfera, la biosfera, la hidrosfera y la litosfera interactúan a través de los tiempos.



Actividad
autoguiada



2 sesiones de
50'

Olivier Remaud
(filósofo y profesor en
ciencias sociales)

Materiales para el profesorado o facilitador

Esta Sesión 2 consta de:

- Esta **guía** para el profesorado con la información necesaria de la Sesión 2.
- Una **presentación para enseñar en clase** donde están enlazados los vídeos realizados por científicos del CSIC que dirigen la actividad. A la presentación se accede en este enlace: <https://recursosdivulgacion.csic.es/proyectos/detectives-de-crisis-climaticas-y-medioambientales>. Cuenta también con las soluciones.
- Unas **hojas con las actividades** para imprimir para clase (en el anexo de esta guía).

Niveles y asignaturas

Pensamos que estas son las materias ideales para llevar a cabo estas actividades por su relación con el currículum LOMLOE:

- Biología y Geología en 1º, 3º y 4º de la ESO.
- 4º ESO Cultura Científica.
- 1º Bachillerato Biología, Geología y Ciencias Ambientales.
- 2º Bachillerato Geología y Ciencias Ambientales y el Ámbito Científico de Formación Profesional Básica.



Duración aproximada de la actividad

Duración aproximada: dos sesiones de 50 minutos. La actividad está pensada para ser **autoguiada**, es decir, se puede realizar en una sesión de clase o en casa visionando la presentación. El alumnado puede trabajar **en parejas o pequeños grupos**.

Desarrollo de la Sesión 2

La sesión consta de cinco vídeos insertados en el documento de presentación (<https://recursosdivulgacion.csic.es/proyectos/detectives-de-crisis-climaticas-y-medioambientales>) y se plantea intercalar la actividad con esta secuencia propuesta:

- **VÍDEO 1.** Explicación de qué entendemos por Paleoclima y de qué nos sirve su estudio. Se presentan diferentes archivos que guardan información sobre cómo cambiaba el clima en el pasado.
- **VÍDEO 2.** Con imágenes y vídeos del ibón (lago de alta montaña, en aragonés) Basa de la Mora, en el Pirineo, se muestra al alumnado cómo es una campaña de campo de extracción de sondeos de sedimentos en lagos.
- **VÍDEO 3.** Se explica cómo un lago puede registrar cambios en el clima y en el medioambiente del pasado y se muestra un sondeo y su muestreo. El investigador del Instituto de Investigación y Tecnología Agroalimentaria (IRTA), Xavier Benito, introduce qué son las diatomeas.
- **VÍDEO 4.** Xavi nos explica cómo se ven al microscopio las diatomeas y cómo va a ser la práctica que el alumnado llevará a cabo.
- Realización de la **actividad** (en papel, ver material adjunto en el Anexo 1) y comentario de la solución (en la presentación enlazada).
- **VÍDEO 5.** Explicación de la gráfica conseguida, conclusiones y despedida.

Materiales para alumnado de la Sesión 2

Esta sesión consta de **una actividad** que se explica en los vídeos por las científicas del CSIC, donde también se ofrece la solución (mismo enlace). Los materiales se encuentran en formato imprimible al final, en el Anexo 1. Esta sería la secuencia propuesta para el desarrollo de la actividad de la Sesión 2.

- **Paso 1:** se proporciona una clave para que el alumnado identifique las tres especies de diatomeas con las que se va a trabajar y conozca el clima en el que se desarrollan mejor.
- **Paso 2:** se proporcionan unas imágenes que representan de modo esquemático y simplificado la visión al microscopio de muestras de diatomeas. Dichas imágenes cubren un rango temporal largo, desde hace 130.000 años hasta la actualidad, emulando el trabajo científico. El alumnado tiene que contar las diatomeas de cada especie que aparecen en cada imagen e insertar ese número en la tabla.
- **Paso 3:** el alumnado tiene que realizar el porcentaje de cada especie y asignar un valor climático a cada muestra.
- **Paso 3:** el alumnado construirá una gráfica con los datos climáticos obtenidos de cada muestra (14 muestras en total), donde verá cómo ha cambiado la temperatura a lo largo del tiempo.



Tips para reflexionar

Al acabar esta Sesión 2, es importante que haya **espacio para comentar** la importancia de conocer el pasado para entender cómo funciona el clima y los mecanismos que provocan cambios.

- Podemos **poner en valor la capacidad del personal investigador en Geociencias** para explicar los cambios del clima del pasado, como especialistas en estas materias, en contraposición a comentarios de personas no cualificadas, como YouTubers o el mismo presidente de Estados Unidos en la actualidad, Donald Trump.
- El alumnado puede **reflexionar** sobre la **excepcionalidad de la situación** de hoy en día, especialmente por la **rapidez** con la que se está produciendo el **calentamiento**.
- Brevemente, abordar los **impactos** de este cambio climático en el océano o en la disponibilidad de agua puede ayudar a conectar con las siguientes sesiones.



Registro paleoclimático

Son aquellos archivos naturales que mediante su depósito o crecimiento a lo largo del tiempo almacenan información de cómo era el clima cuando se estaban formando. En ellos medimos y analizamos “proxies”, es decir, indicadores indirectos del clima pasado. Un ejemplo de registro puede ser un sondeo de hielo obtenido en la Antártida y una “proxy” sería la composición geoquímica de dicho hielo que sirve para reconstruir la temperatura del pasado. Para saber más: <https://www.usgs.gov/programs/ecosystems-land-change-science-program/science/paleoclimate-proxies>.

Último máximo glacial

Hace aproximadamente 20.000 años, el hemisferio norte experimentó el momento más frío de la última glaciación. En ese periodo, el nivel del mar estaba 120 m por debajo del actual, las temperaturas eran de media global unos 6°C más frías que hoy y los glaciares alcanzaban su máxima extensión. Los hombres y mujeres que vivían entonces tallaban piedra para fabricar sus lanzas, vivían en cuevas y pintaban hermosas escenas como las que vemos en Altamira del periodo Solutrense-Magdalenense (https://es.wikipedia.org/wiki/Cueva_de_Altamira).



Ilustración: Irene Cuesta (CSIC), para el *Océano Ilustrado* del ICM-CSIC
(<https://icmdivulga.icm.csic.es/oceano-ilustrado>)

Datación 14C

Técnica de datación que se basa en medir la cantidad de carbono-14 (el isótopo inestable del carbono que es débilmente radioactivo) en material orgánico, por ejemplo, en una hoja de un árbol encontrada en un sondeo lacustre. El carbono-14 se forma continuamente en la atmósfera superior y las plantas y los animales lo asimilan durante toda su vida. Cuando mueren, dejan de intercambiar carbono con la biosfera y su contenido de carbono-14 empieza a disminuir a una tasa determinada por la ley del decaimiento radioactivo. Midiendo cuánto carbono-14 le queda a ese resto podemos saber la edad de la muestra.

Holoceno

Es el actual periodo interglacial, y comprende desde hace 11.700 años hasta la actualidad. Es un periodo relativamente cálido y en general húmedo, con importante desarrollo forestal y con un clima que favorece que nuestra especie empiece a ser sedentaria y a desarrollar la agricultura. Recientemente, en la comunidad científica se está proponiendo que las últimas décadas (desde 1950 aprox) corresponden a otro periodo geológico: el Antropoceno, donde la humanidad es el principal agente de cambio (climático, ambiental, usos del suelo, etc.): <https://courier.unesco.org/es/articles/antropoceno-la-problematica-vital-de-un-debate-cientifico>.

1. Las diatomeas son solo algas, no pueden decirnos nada sobre el clima

Aun siendo algas y muy pequeñas, las diferentes especies son sensibles a la temperatura y a la salinidad, lo que las convierte en indicadores del clima pasado. Identificando qué especies había en un momento determinado del pasado podemos saber qué condiciones de temperatura y salinidad había.

2. Cambios climáticos ha habido siempre. ¿Por qué nos hemos de preocupar por este?

El estudio de los climas del pasado (Paleoclimatología) nos proporciona evidencias científicas que alertan de dos aspectos fundamentales que hacen que este cambio climático sea diferente a los pasados: por un lado, lo está causando el ser humano (no es un cambio "natural") y, por otro lado, ocurre mucho más rápido que otros cambios climáticos pasados por lo que la adaptación no es sencilla y debe preocuparnos como habitantes del planeta.

3. Si no tenemos termómetros que nos digan la temperatura de hace miles de años, ¿cómo sabemos que ahora la temperatura es mayor?

Gracias a los registros paleoclimáticos, como los sedimentos de lagos que hemos visto en esta sesión, podemos reconstruir de una manera indirecta las variables climáticas del pasado. Por ejemplo, para los últimos 2000 años tenemos mucha, mucha, mucha información (anillos de árboles, estalagmitas,

corales, sedimentos, documentos históricos) que nos permite comparar la temperatura actual con la que había en otros períodos, como en el Romano o en la época Medieval. No hay ninguna duda de que la temperatura actual es la más elevada.

4. Aunque sea un cambio climático causado por la especie humana, nos podremos adaptar, como hemos hecho siempre desde que nuestra especie apareció en la Tierra

Eso no está tan claro. El inicio del desarrollo de nuestra sociedad tuvo lugar desde los primeros asentamientos y la agricultura, durante el Holoceno, en parte gracias a que el clima era bastante estable. El aumento de CO₂ de la actualidad es el más rápido del último millón de años: ¡¡¡200 veces más rápido!! Los cambios que experimenta hoy nuestro clima nos ponen en situación de riesgo. Como sociedad industrializada, ¿somos muy vulnerables o poco vulnerables a los cambios climáticos? Por otra parte, debido a las desigualdades entre personas y sociedades, no todo el mundo va a poder adaptarse igual, lo que resultará en el aumento de la pobreza de gran parte de la población del planeta.





El aumento de la temperatura global está provocando que fenómenos extremos, como olas de calor, sequías y lluvias intensas, sean cada vez más frecuentes y más intensos. Además, estos fenómenos seguirán empeorando si las temperaturas continúan aumentando.

IPCC

(Panel Intergubernamental del Cambio Climático, organismo científico de Naciones Unidas sobre cambio climático)

SESIÓN 3

El papel de los océanos como reguladores del clima

CUADRO RESUMEN

Narrativa

Los océanos desempeñan un papel fundamental en el equilibrio del clima del planeta, aunque a menudo no seamos conscientes de ello. Actúan como un gran "pulmón azul" que absorbe parte de los gases de efecto invernadero y del exceso de calor generado por nuestras actividades. Bajo su superficie, millones de organismos y complejas reacciones químicas ayudan a frenar el avance del cambio climático. Sin embargo, esta ayuda tiene un límite: los mares se están calentando y volviendo más ácidos, poniendo en riesgo su salud y la nuestra. Entender cómo funciona el océano y cuidarlo es esencial para proteger el clima del futuro.

Tema ecosocial que se trabaja

Se presenta la relación bidireccional entre los océanos y el cambio climático, destacando cómo el océano influye en la regulación del clima global y cómo el aumento de los gases de efecto invernadero altera la dinámica física oceánica, la química marina y el funcionamiento de los ecosistemas.

Intención educativa

- **Estímulo o reto que se plantea.** Reflexionar sobre nuestra interdependencia con los océanos, su papel dentro del sistema climático del planeta y comprender cómo el calentamiento climático los afecta, así como la necesidad de proteger su equilibrio.
- **Objetivos.** Al final de la Sesión 3, el alumnado:
 - Conocerá la importancia de los océanos en el sistema climático terrestre.
 - Profundizará en el concepto de densidad y su relación con la circulación oceánica.
 - Entenderá el concepto de pH y cómo el CO₂ atmosférico está acidificando los océanos y sus consecuencias.
- **Productos finales.** El alumnado mejorará su comprensión del cambio climático al entender el complejo funcionamiento de los océanos.



Actividad
autoguiada



2 sesiones de
50'

Materiales para el profesorado

Esta Sesión 3 consta de:

- Esta **guía** para el profesorado con la información sobre el desarrollo de la Sesión 3.
- Una **presentación para enseñar en clase** con enlaces a los vídeos realizados por las científicas del CSIC.
- Unas **hojas con las actividades** que especifica el material necesario y el desarrollo de las actividades (en formato imprimible en Anexo 1).

Niveles y asignaturas

Pensamos que estas son las materias ideales para llevar a cabo estas actividades por su relación con el currículum LOMLOE:

- Biología y Geología en 1º, 3º y 4º de la ESO.
- Ámbito Científico de Formación Profesional Básica.



Duración aproximada de la actividad

Duración aproximada: dos sesiones de 50 minutos. La actividad está pensada para ser **autoguiada**, es decir, se puede realizar en una sesión de clase o en casa visionando la presentación. El alumnado puede trabajar **en parejas o pequeños grupos**.

Desarrollo de la Sesión 3

La actividad sigue la siguiente secuencia:

• **Introducción.** Presentación de Marga García, científica del Instituto Español de Oceanografía del CSIC (Vídeo 1).

• **El planeta azul.** El Vídeo 2 explica la importancia de los océanos en el planeta Tierra, para los seres humanos, los ecosistemas y su rol en la producción de oxígeno, absorción de CO₂ y de calor relacionados con el cambio climático.

• **Presentación** de Eva Calvo, científica del Instituto de Ciencias del Mar (ICM-CSIC), que nos explica la importancia de las corrientes oceánicas para el clima del planeta (Vídeo 3).

• **La circulación termohalina.**

1. El Vídeo 4 nos explica el funcionamiento de las grandes corrientes oceánicas.
2. El concepto de densidad, se explora mediante la **Actividad 1**.
3. La **Actividad 2** es un experimento para simular la circulación termohalina. El Vídeo 5 explica los materiales necesarios y el Vídeo 6 muestra el desarrollo del experimento.

• **La acidificación oceánica.**

1. El Vídeo 7 nos explica el concepto de pH y la disminución del pH (acidificación) de los océanos debida a la absorción del exceso de CO₂ y sus impactos en el medio marino.
2. El Vídeo 8 propone la **Actividad 3**, en la que observaremos cómo disminuye el pH del agua al absorber CO₂.

Materiales para alumnado de la Sesión 3

Esta sesión consta de **tres actividades** que se explican en los vídeos por las científicas del CSIC.

Actividad 1. Concepto de densidad.

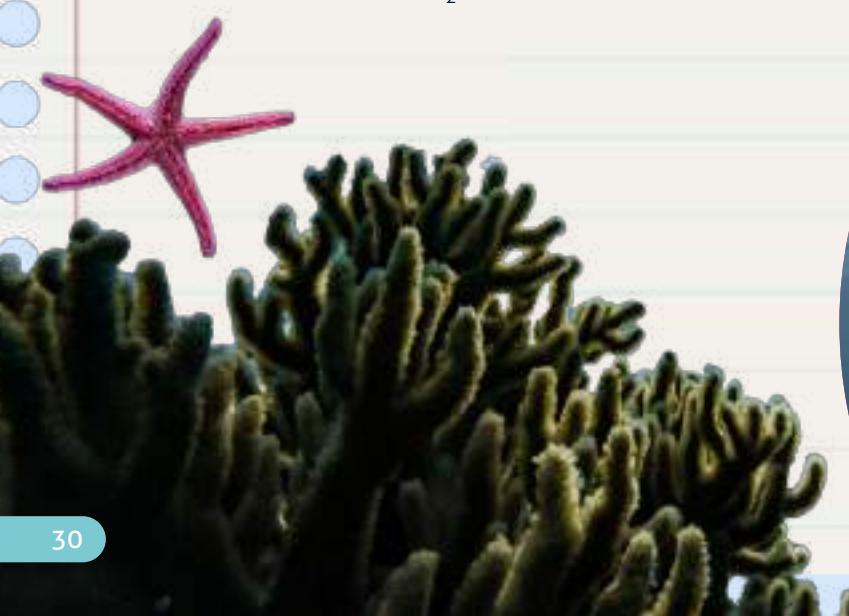
Antes de simular cómo se comportan distintas masas de agua según su densidad (Actividad 2), el alumnado experimentará con este concepto preparando soluciones a diferente temperatura y salinidad. Observarán cómo estos factores modifican la densidad del agua, sentando las bases para comprender la circulación oceánica y cómo esta variación determina si una masa de agua flota o se hunde.

Actividad 2. Simulación de la circulación oceánica.

Muestra visualmente cómo la densidad determina y controla el movimiento de las masas de agua. El Vídeo 5 contiene el material necesario para realizar la práctica y el Vídeo 6 presenta algunos ejemplos de aguas de densidades diferentes.

Actividad 3. Acidificación oceánica

Experimento de laboratorio explicado en el Vídeo 8, para observar la diferencia de pH entre el agua de mar y el agua dulce, y cómo la introducción del CO₂ aumenta la acidez del agua.



Tips para reflexionar

Esta Sesión 3 pretende poner de manifiesto el papel clave de los océanos en el sistema climático y la conexión que existe entre todos los compartimentos del planeta Tierra. Los océanos **absorben y almacenan gran parte del calor** que recibe el planeta, ayudando a distribuir este calor entre las diferentes latitudes y a mantener temperaturas atmosféricas relativamente estables. **Todo está conectado**, lo que ocurre en la atmósfera afecta directamente al mar, y viceversa.

Al acabar esta sesión, es importante que haya espacio para la reflexión sobre qué actividades que realizamos habitualmente tienen mayor **impacto en los océanos**, ya que, al tenerlos a menudo lejos de nuestra vida cotidiana, podemos olvidar que nuestras acciones diarias también los afectan.

Los océanos forman parte de un sistema climático muy complejo y delicado, donde pequeños cambios pueden tener grandes consecuencias. La ciencia nos alerta de que estamos acercándonos a **puntos de no retorno** ("tipping points"), más allá de los cuales los equilibrios que han mantenido estable el clima y la vida marina durante miles de años podrían alterarse profundamente. Reflexionar sobre esto nos ayuda a entender que vivimos en **un planeta con límites naturales**, y que cuidar los océanos es también proteger el equilibrio que hace posible la vida en la Tierra.



Ilustración de la cinta transportadora global ↘

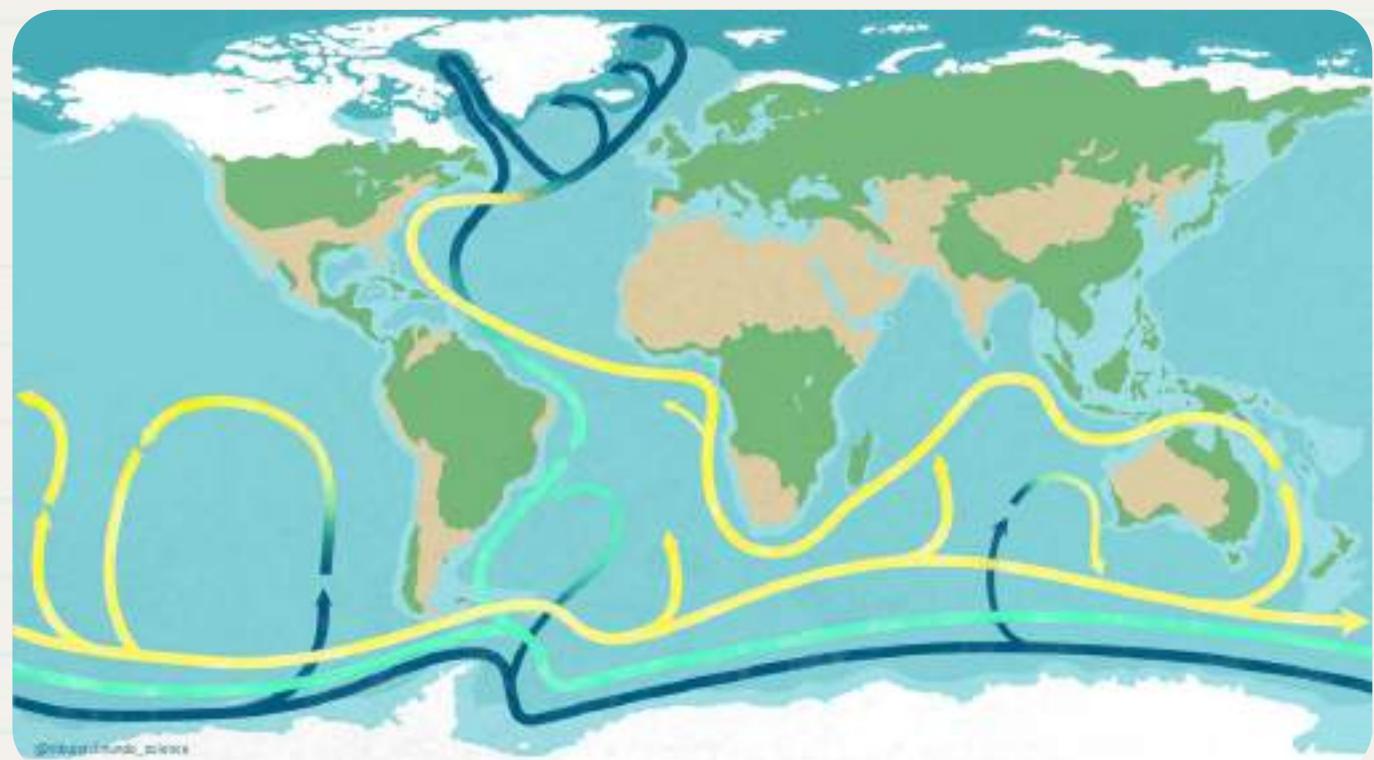


Ilustración: Irene Cuesta (CSIC), para el *Océano Ilustrado* del ICM-CSIC
(<https://icmdivulga.icm.csic.es/oceano-ilustrado>)

Glosario

El pH (potencial de Hidrógeno)

Indica si una sustancia o solución es ácida o básica según la concentración de iones de hidrógeno que contiene. La escala del pH es logarítmica con valores de 0 a 14. Una disminución de una unidad en la escala logarítmica, por ejemplo de pH=8 a pH=7, equivale a un aumento de 10 veces la concentración de iones de hidrógeno. El agua de mar tiene un pH alrededor de 8.1. Con una disminución del pH el agua se hace más ácida y con un aumento de pH el agua se hace más básica.

Circulación termohalina

Circulación oceánica de gran escala que está originada por diferencias en la densidad del agua, determinadas por la temperatura (termo) y la salinidad (halina).

Acidificación oceánica

Disminución del pH de los océanos debido a la absorción de CO₂ de la atmósfera, el cual ha aumentado rápidamente durante las últimas décadas como consecuencia de la actividad humana.

Los arrecifes de coral albergan una inmensa biodiversidad marina y proporcionan alimento a centenares de millones de personas en todo el mundo. Un ecosistema único que se encuentra entre los más amenazados del planeta debido a la actividad humana. Su extrema sensibilidad a cambios ambientales, como la temperatura o la acidificación, junto con otros factores como la sobre pesca o la contaminación, está reduciendo la distribución y supervivencia de estos ecosistemas en todo el planeta.



1. ¿Por qué se presta más atención a la Antártida que al Ártico cuando se habla de la subida del nivel del mar asociada al cambio climático?

El polo Sur está ocupado por un continente cubierto de hielo, la Antártida. Debido al calentamiento global, los hielos antárticos se derretirán y llegarán al mar, produciendo una subida del nivel del mar. En cambio, en el polo Norte, en gran parte, lo que hay es un océano, el Ártico, donde el hielo presente flota en el mar. Al fundirse este hielo, que ya está en el océano, no aumenta el nivel del mar, aunque sí tiene importantes efectos para los ecosistemas y para procesos climáticos y oceanográficos.

2. ¿De qué hablan cuando hablan del colapso de la AMOC?

La AMOC (Circulación Meridional de retorno del Atlántico, en sus siglas en inglés) es una parte importantísima de la circulación termohalina, que ocurre en el Atlántico norte. Estudios recientes pronostican un debilitamiento de esta circulación debido al deshielo (aporte de agua dulce) y al aumento de la temperatura asociados al cambio climático, que disminuiría la densidad afectando la formación de agua profunda y, por tanto, el patrón de circulación termohalina global tal y como lo conocemos. Este debilitamiento podría tener impactos importantes sobre el clima, afectando patrones de temperatura y precipitaciones en Europa, América del Norte y otras regiones del planeta.



3. ¿El calentamiento global solo se nota en tierra o se registra también en el océano?

Además del incremento continuado en la temperatura de los océanos, éstos sufren también sus propias olas de calor. Pasan muy desapercibidas ya que no afectan directamente al entorno en que vivimos, pero tienen un gran impacto en los ecosistemas, con eventos de mortalidad masiva de especies de diversos grupos, que afectan a la globalidad del ecosistema marino, incluidas las especies de interés comercial. Según el informe del IPCC de 2019, el 84-90% de todas las olas de calor marinas que se producen a nivel mundial en la actualidad son atribuibles al aumento de la temperatura desde la época preindustrial (1850-1900).





La verdadera riqueza de la nación reside en los recursos del suelo, el agua, los bosques, los minerales y la fauna. Utilizarlos para las necesidades actuales, asegurando al mismo tiempo su preservación para las generaciones futuras, requiere un programa continuo y delicadamente equilibrado, basado en la investigación más exhaustiva.

Rachel Carson
(bióloga marina, escritora
y conservacionista)

SESIÓN 4

Contaminación de océanos y suelos

CUADRO RESUMEN

Narrativa

La contaminación suele asociarse a grandes catástrofes o situaciones remotas, pero no es un problema ajeno ni excepcional, sino una realidad constante en nuestra vida cotidiana provocada por nuestras acciones, a menudo sin que seamos conscientes. Aunque puede pasar desapercibida, por no ser siempre perceptible a simple vista, la contaminación puede estar presente en el aire que respiramos, el agua que consumimos y los suelos que habitamos. Este carácter silencioso y persistente la convierte en una amenaza para los ecosistemas, la salud humana y el desarrollo socioeconómico. Vamos a conocer más a fondo varios contaminantes comunes presentes en ecosistemas terrestres y marinos, su origen y cómo afectan a la naturaleza, para poder comprender mejor su impacto y buscar soluciones.

Tema ecosocial que se trabaja

Se reflexiona sobre las consecuencias de liberar al medio ambiente sustancias de uso cotidiano, poco llamativas y aparentemente inocuas. Se hace especial énfasis en que, dado que la naturaleza no entiende de fronteras, estos contaminantes no 'desaparecen', sino que se dispersan por ambientes marinos y terrestres, con múltiples consecuencias.

Intención educativa

- **Estímulo o reto que se plantea.** ¿Pueden nuestras acciones diarias liberar contaminantes sin darnos cuenta? ¿Por qué la contaminación puede ser un problema serio, aunque a menudo no la veamos? ¿Cómo pueden los contaminantes afectar al medio ambiente y a nuestro desarrollo?
- **Objetivos.** Al final de la Sesión 4, el alumnado:
 - Conocerá ejemplos de contaminantes cotidianos y su impacto en la biosfera y la productividad agrícola.
 - Comprenderá aspectos clave sobre la salud del suelo y sus implicaciones socioeconómicas.



Actividad
autoguiada



2 sesiones de
50'

CUADRO RESUMEN



- Comprenderá que los suelos, ríos, océanos, aire y organismos, incluyendo seres humanos, estamos conectados y los contaminantes 'no desaparecen', solo se trasladan.
- Sabrá realizar gráficas con datos de varias métricas, relacionarlos y discutir su interpretación.
- Verá otro ejemplo de cómo simples cálculos geométricos nos ayudan a explicar fenómenos físicos.
- **Productos finales.** El alumnado obtendrá estimaciones de la cantidad de microfibras liberadas en un lavado, y gráficas que ilustran el efecto de contaminantes frecuentes en la productividad de cultivos. Esto permitirá tomar conciencia de que la contaminación afecta nuestro entorno cercano y tiene múltiples ramificaciones.





Materiales para el profesorado o facilitador

Esta Sesión 4 consta de:

- Esta **guía** para el profesorado con información detallada sobre las actividades propuestas en la Sesión 4.
- Una **presentación para enseñar en clase** donde están enlazados los vídeos realizados por científicas del CSIC que dirigen la actividad. A la presentación se accede en este enlace: <https://recursosdivulgacion.csic.es/proyectos/detectives-de-crisis-climaticas-y-medioambientales>. Cuenta también con las soluciones.
- Una lista del **material necesario para el experimento**, si la actividad experimental con suelos se va a realizar.
- Unas **hojas con las actividades** para imprimir para clase (en el Anexo 1 de esta guía).

Niveles y asignaturas

Pensamos que estas son las materias ideales para llevar a cabo estas actividades por su relación con el currículum LOMLOE:

- Biología y Geología en 1º, 3º y 4º de la ESO.
- 1º Bachillerato Biología, Geología y Ciencias Ambientales.
- 2º Bachillerato Geología y Ciencias Ambientales y el Ámbito Científico de Formación Profesional Básica.



Duración aproximada de la actividad

Duración aproximada: dos sesiones de 50 minutos (dos semanas si se realiza en clase la actividad de contaminación de suelos). La actividad está pensada para ser **autoguiada**, es decir, se puede realizar en una sesión de clase o en casa visionando la presentación. El alumnado puede trabajar **en parejas o pequeños grupos**.

Desarrollo de la Sesión 4

La sesión consta de 9 vídeos insertados en el documento de presentación (<https://recursosdivulgacion.csic.es/proyectos/detectives-de-crisis-climaticas-y-medioambientales>) y se plantea intercalar la actividad con esta secuencia propuesta:

• **VÍDEO 1** (01:43). María Izquierdo, investigadora en el Instituto de Diagnóstico Ambiental y Estudios del Agua (IDAEA-CSIC), introduce el tema de la contaminación y da paso al primer ejemplo de contaminantes (Vídeo 2).

• **VÍDEO 2** (01:32). Lucía Viñas, del Instituto Español de Oceanografía (IEO-CSIC), aborda el concepto de los microplásticos y las emisiones de microfibers a ecosistemas marinos. Lucía invita al alumnado a realizar la **Actividad 1**: calcular aproximadamente la cantidad de microfibers que se liberan con cada lavado de la ropa que llevan ese día. Se proporcionan datos promedio en función del tipo de fibra.

• **VÍDEO 3** (01:46). Lucía reflexiona sobre el número de fibras emitidas e introduce los conceptos de absorción y adsorción, ya que, gracias a su gran superficie de adhesión, las microfibers pueden transportar otros contaminantes. Se propone la **Actividad 2**: calcular la superficie de una esfera entera y dividida en varias partes. El ejercicio pretende visualizar que el mismo volumen de plástico presenta más superficie de adsorción cuanto más pequeñas sean las partículas que lo forman.

• **VÍDEO 4** (00:56). Lucía comenta las implicaciones de los resultados de la **Actividad 2**. María añade un breve comentario final.

• **VÍDEO 5** (03:57). María introduce el segundo ejemplo de contaminantes, en este caso en ecosistemas terrestres. Da paso a Eugenia Gimeno, del Centro de Investigaciones sobre Desertificación (CIDE, CSIC-UV-GVA). Eugenia aborda la relevancia del suelo y sus funciones. Propone llevar a cabo un experimento de crecimiento de lentejas en suelos contaminados a fin de observar el impacto de 3 contaminantes cotidianos –sal, detergente y aceite– en suelos, y en los cultivos que se desarrollan en estos suelos. En este vídeo se explica con detalle el diseño experimental, los objetivos que se persiguen, y se preparan las semillas.

• **VÍDEO 6** (02:17). Eugenia hace una demostración de cómo preparar paso a paso y cómo poner en marcha el experimento en su laboratorio, la **Actividad 3**.

• **VÍDEO 7** (04:29). Para aquellos centros que no lleven a cabo esta actividad en sus instalaciones, este vídeo muestra el desarrollo y evolución del experimento con el paso del tiempo. También detalla las observaciones realizadas durante el transcurso del experimento y los datos recopilados una vez finalizado. Se sugieren ideas para representar los resultados en gráficos.

• **VÍDEO 8** (03:14). Eugenia explica muy brevemente los resultados/conclusiones y reflexiona sobre la relevancia de mantener el suelo libre de contaminantes. Al final del vídeo se proporciona información detallada sobre los efectos, mecanismos y procesos que ocurren para cada contaminante en la interfase suelo-agua-planta. Esta información se presenta en forma de diapositivas/ímagenes.

• **VÍDEO 9** (00:32). Comentario final de María.



Imagen del Vídeo 1 de la Sesión 4: '¿Qué es la contaminación? ¿Por qué es tan importante estudiarla?' (<https://youtu.be/LoUfkPiVYZE>)



Materiales para alumnado de la Sesión 4

Esta sesión consta de **tres actividades** que se explican en los vídeos por las científicas del CSIC donde también se ofrece la solución (mismo enlace). Los materiales de las actividades 1, 2 y 3 se encuentran en formato imprimible al final, en el Anexo 1. Es importante destacar que la actividad 3 sobre contaminación de suelos, requiere de más tiempo de trabajo en clase por lo que, si eso no es posible, está la opción de ver el vídeo. Esta sería la secuencia propuesta para el desarrollo de la Sesión 4.

- **Actividad 1.** Se propone calcular, según la ropa que lleven puesta, la cantidad de microfibras que llegarán al medio tras un lavado. Para ello, se les da una tabla de ejemplo con la composición de la ropa en fibras naturales/sintéticas y otra tabla en blanco para que ellos hagan los cálculos (Anexo 1).

- **Actividad 2.** Se repasan los conceptos de absorción y adsorción y gracias a una esfera de poliespan se visualiza que el mismo volumen de plástico presenta más superficie de adsorción cuanto más pequeñas sean las partículas que lo forman. Al final, hay un comentario sobre la posible utilización del concepto "caballo de Troya" (Anexo 1).

- **Actividad 3.** Para esta actividad se proporcionan unas tablas a modo de "cuaderno de laboratorio" donde el alumnado va apuntando valores de crecimiento de las lentejas según el contaminante aportado. También se cuenta con tablas de datos para graficar y reflexionar, en el caso de no realizar el experimento. Se proporciona abundante material extra para trabajar en clase y la relación de los contenidos de esta actividad con otras asignaturas (ver Anexo 1) dado su carácter transversal.

Otras actividades extra

Dada la transversalidad de la Actividad 3 sobre la contaminación del suelo, se propone, a modo de ejemplo, una serie de actividades que habrá

que adaptar al nivel de las y los estudiantes y que se pueden relacionar con otras asignaturas.

Matemáticas

- Repaso de las unidades de longitud y conversión de unidades.
- Realizar cálculos estadísticos con los datos obtenidos: tabla de frecuencias, media, mediana, etc.

Química

- Dada la elevada solubilidad del cloruro sódico (NaCl), cuando se riega el cultivo, se producen lixiviados que puede que contengan NaCl. Para comprobarlo, y determinar su presencia, hemos empleado nitrato de plata (AgNO_3). ¿Qué reacción tiene lugar entre el NaCl y el AgNO_3 para que se forme el precipitado blanquecino que indica la presencia de sales?



El NaCl es un compuesto iónico soluble en agua, que se disocia en iones sodio (Na^+) y iones cloruro (Cl^-). El nitrato de plata (AgNO_3) también es un compuesto soluble en agua, que se disocia en iones plata (Ag^+) y iones nitrato (NO_3^-). Cuando se mezclan las soluciones acuosas de ambos compuestos, los iones sodio y nitrato se combinan para formar nitrato de sodio (NaNO_3), que es soluble en agua. Sin embargo, los iones plata y cloruro reaccionan para formar cloruro de plata (AgCl), que es insoluble en agua y precipita en forma de un sólido blanco.

- ¿Es lo mismo detergente que jabón?

Biología

- ¿Qué tipo de planta es la lenteja? Se puede hablar de la importancia de las leguminosas en la fijación de nitrógeno atmosférico para mejorar la fertilidad del suelo. Se puede explicar la simbiosis.
- ¿Qué tipo de hojas tiene la planta de la lenteja? Son hojas compuestas por varios foliolos, imparipinnadas.
- Explicar (o repasar) la célula vegetal. Algunos contaminantes que se han empleado, como el detergente, contiene surfactantes, que son unos compuestos que alteran la pared celular del tejido radicular.

Tips para reflexionar

La Sesión 4 invita a tomar conciencia de que **la contaminación no es un problema ajeno**, sino algo presente en nuestra vida cotidiana, muchas veces invisible, persistente y causado en parte por nuestras propias acciones del día a día.



También se invita a realizar un análisis crítico de la relación entre desarrollo socioeconómico y contaminación. Durante mucho tiempo, el objetivo principal de muchos países ha sido crecer económicamente, producir más, construir más, consumir más etc., y la contaminación se ha considerado un *daño colateral* necesario e inevitable. A pesar de los avances en el equilibrio entre el crecimiento económico con el cuidado del medio ambiente y el bienestar social (en otras palabras, el desarrollo sostenible), queda mucho camino por recorrer.

Al acabar esta sesión, es importante que haya espacio para la reflexión sobre qué actividades que realizamos habitualmente tienen mayor **impacto en la contaminación** del planeta. De muchas de ellas no somos conscientes.

La Sesión 4 busca poner de manifiesto que los contaminantes no desaparecen y raramente se quedan donde se originan: se transforman, se trasladan de lugar y/o de ubicación en la cadena trófica, se acumulan. Esto los convierte en un riesgo que no siempre es visible, pero que puede afectar a lugares y seres vivos muy alejados de su origen porque el medio natural no atiende a límites geográficos ni administrativos. También se busca transmitir la idea de que la salud humana, animal y ambiental están estrechamente interconectadas (concepto "One health", desarrollado en https://es.wikipedia.org/wiki/Una_Salud).

También se pretende ilustrar algunos *costes ocultos* de la contaminación para la salud, el medio natural y la sociedad. Por ejemplo, una fábrica que contamina puede ser rentable, pero genera gastos enormes en salud pública o en limpieza ambiental que paga la sociedad, o causa una degradación irreversible de suelos agrícolas. El alumnado puede reflexionar sobre qué pasaría si se contamina un suelo en el que se cultivan hortalizas que son para consumo humano. ¿Afectaría a nuestra salud? ¿De qué modo? ¿Cómo podemos evitarlo?



Por último, se puede acabar esta sesión hablando de posibles soluciones a la contaminación de los océanos y de los suelos. Es decir, reflexionar en torno a cuál puede ser nuestra contribución para reducir la contaminación en nuestro día a día.

Contaminación

Es la introducción de sustancias en el medio natural provocando efectos no deseados, desde daños menores a auténticos desastres. Estas sustancias pueden ser sólidas (residuos industriales, o la propia basura que generamos), líquidas (por ejemplo, vertidos de petróleo) o gas (emisiones industriales, pero también de nuestros coches), pero también calor, luz o radiación. En general hablamos de contaminación cuando está causada por actividades humanas.

Microplásticos

Son pequeñas partículas de plástico de menos de 5 milímetros.

Adsorción

Proceso por el cual las moléculas de una sustancia se adhieren a la superficie de un material sin penetrar en él. Es un proceso superficial, donde la sustancia se queda en la interfase entre los dos medios, como una capa que se pega a la superficie.

Absorción

Es el proceso en el que una sustancia se incorpora completamente dentro de otra, como cuando un líquido se mezcla con otro líquido o un gas entra en un líquido o sólido.

Biodegradable

Un compuesto es biodegradable cuando sus moléculas, se van “desmontando” en los elementos químicos, es decir, los átomos, de los que están formadas. Hay veces que se reduce su toxicidad, pero no siempre es así. Por lo tanto, no es lo mismo un compuesto biodegradable que ecológico.



1. Aunque el agua de lavar la ropa vaya cargada de microfibras no pasa nada porque va a las depuradoras donde se limpia.

El agua de la lavadora, con detergente y fibras desprendidas de la ropa, se dirige a la red de aguas residuales y de ahí a la depuradora. Las depuradoras están diseñadas para retener gran parte de esas fibras y otros contaminantes. Las más grandes quedan atrapadas en los filtros y lodos, por lo que no llegan directamente al mar. Sin embargo, las fibras son tan finas que una parte siempre escapa a través del agua ya tratada, junto con gran cantidad de restos disueltos de productos de limpieza y cosméticos que usamos normalmente en casa. Esa fracción “residual” puede parecer pequeña, pero como hay millones de lavadoras funcionando todos los días, la cantidad total de fibras que acaba llegando al mar sigue siendo enorme.

2. Hay que dejar de comer pescado porque está contaminado de microplásticos.

Si tu dieta incluye pescado, no es necesario dejar de comerlo por motivo de la contaminación por microplásticos.. Es cierto que algunos peces y mariscos pueden ingerir microplásticos, pero en la mayoría de los casos esos fragmentos se acumulan en el aparato digestivo, que normalmente no consumimos. En el caso de especies que comemos enteras, como mejillones o pequeñas sardinas, sí podemos ingerir microplásticos, aunque las cantidades detectadas hasta ahora son muy bajas en comparación con otras fuentes (como el agua, la sal o incluso el aire que respiramos).

Además, el pescado aporta proteínas de alta calidad, ácidos grasos omega-3,

vitaminas y minerales esenciales. Por eso, los beneficios de comer pescado superan con creces los posibles riesgos asociados a los microplásticos. El verdadero reto está en reducir la contaminación en origen, no en eliminar el pescado de nuestra dieta.

3. ¡Menos mal que gracias a la tecnología dejaremos el mar limpio de microplásticos!

Hoy en día esa afirmación no es realista. Los microplásticos están tan dispersos y mezclados en el agua y los sedimentos que no se pueden extraer sin dañar el ecosistema. La mejor estrategia es evitar que entren más plásticos al mar.

4. Por suerte, los microplásticos no pueden entrar en nuestra sangre u órganos.

Los fragmentos muy pequeños, llamados nanoplásticos, podrían atravesar barreras biológicas y llegar a tejidos u órganos. Pero todavía no se sabe qué efectos tienen ni en qué cantidades reales ocurre. La investigación está avanzando, pero de momento no hay pruebas concluyentes de daños directos en la salud humana.

5. Las bolsas biodegradables son la solución al plástico.

Tienes que saber que las bolsas biodegradables pueden no degradarse y generar otros problemas ambientales si no se gestionan adecuadamente.

6. La contaminación del suelo no tiene consecuencias graves.

En realidad, la contaminación del suelo, al igual que la contaminación del aire y del agua, es perjudicial para el medio ambiente y tiene consecuencias para todas las formas de vida.

THE
ERE IS NO
PLANET B





SESIÓN 5

Es legítimo usar el agua para diversos usos, pero la prioridad ha de ser sostener la vida, la biodiversidad y la dignidad de las personas.

Pedro Arrojo
(físico, economista
y ecologista español)

El problema del agua en nuestro país

CUADRO RESUMEN

Narrativa

El agua es imprescindible para la vida en la Tierra, pero existen problemas debido a la actividad humana como la contaminación, sobreexplotación y el cambio climático que contribuyen a su deterioro. Aquí vamos a conocer qué le ocurre al agua a lo largo de todo su ciclo para comprender mejor las consecuencias de la actividad humana sobre este recurso.

Tema ecosocial que se trabaja

Se plantean los problemas a los que se enfrentan los recursos hídricos y los ecosistemas dependientes de los mismos a causa de la actividad humana.

Intención educativa

- **Estímulo o reto que se plantea.** ¿Podemos hacer algo para contribuir a la mejora de los recursos hídricos? ¿Tiene algo que ver el cambio climático en el deterioro que estamos observando?
- **Objetivos.** Al final de la Sesión 5, el alumnado:
 - Conocerá cuáles son las reservas naturales de agua, su importancia y los problemas a los que se enfrentan en la actualidad.
 - Comprenderá el funcionamiento del agua subterránea y por qué su deterioro afecta a otros ecosistemas.
 - Obtendrá conocimientos para ser crítico con el impacto de la actividad humana y el cambio climático en los recursos hídricos.
- **Productos finales.** El alumnado comprenderá la conexión del agua con los ecosistemas y las consecuencias de la degradación de los recursos hídricos como resultado de la contaminación, sobreexplotación y cambio climático.



Actividad
autoguiada



2 sesiones de
50'

Materiales para el profesorado

Esta Sesión 5 consta de:

- Esta **guía** para el profesor/a con las respuestas a las preguntas planteadas en las actividades prácticas.
- Una **presentación** donde están colgados los vídeos realizados por científicos y científicas del CSIC.
- Unas **hojas con las actividades** para imprimir para clase (Anexo 1).

Niveles y asignaturas

Pensamos que estas son las materias ideales para llevar a cabo estas actividades por su relación con el currículum LOMLOE:

- Biología y Geología en 1º, 3º y 4º de la ESO.
- 1º Bachillerato Biología, Geología y Ciencias Ambientales.
- 2º Bachillerato Geología y Ciencias Ambientales y el Ámbito Científico de Formación Profesional Básica.



Duración aproximada de la actividad

Duración aproximada: dos sesiones de 50 minutos. La actividad está pensada para ser **autoguiada**, es decir, se puede realizar en una sesión de clase o en casa visionando la presentación. El alumnado puede trabajar **en parejas o pequeños grupos**.

Desarrollo de la Sesión 5

La sesión consta de cuatro vídeos y se plantea intercalar las actividades prácticas con esta secuencia propuesta:

- **VÍDEO 1.** Presentación de los miembros del grupo "Recursos hídricos, Ecosistemas Asociados y Cambio climático y global" (REACT) del Instituto Geológico y Minero de España (IGME-CSIC), que guiará la Sesión 5.
- **VÍDEO 2.** Se realiza un recordatorio sobre la importancia del agua para la vida, la interacción de los sistemas en el planeta Tierra y los usos del agua.
- **VÍDEO 3.** Se explica el ciclo del agua, profundizando en el almacenamiento del agua subterránea y en forma de nieve.
- **Actividad práctica 1: circulación y filtración de agua.** Realización de un experimento sencillo para comprender que el comportamiento del agua subterránea es diferente en función del medio por el que circula.
- **VÍDEO 4.** Se profundiza en las reservas de agua subterránea poniendo de manifiesto su importancia para los ecosistemas, analizando las causas y consecuencias de su contaminación y sobreexplotación. Se introduce el término "gestión sostenible del agua" y se analiza el impacto que puede tener el cambio climático en el futuro.
- **Actividad práctica 2.** Construcción de un acuífero formado por diferentes materiales para comprender mejor el funcionamiento del agua subterránea.
- **Actividad tipo test.** Repaso de los conceptos aprendidos a lo largo de la sesión.

Materiales para alumnado de la Sesión 5

Esta sesión consta de **dos actividades** prácticas que se explican en los vídeos por el personal del grupo REACT del CSIC, donde también se ofrece la solución (<https://recursosdivulgacion.csic.es/proyectos/detectives-de-crisis-climaticas-y-medioambientales>). Los materiales de las dos actividades, así como su desarrollo, se encuentran explicados en los vídeos enlazados en la presentación (mismo enlace) pero también se indican en Anexo 1. Esta sería la secuencia propuesta para el desarrollo de la Sesión 5.

Actividad 1.

Se propone comprobar que el comportamiento del agua subterránea va a ser distinto según los materiales que atraviese. Para ello, se propone al alumnado una experiencia práctica llenando dos botellas de plástico con grava y arena, respectivamente, y circulando agua a través de ellas.

Actividad 2.

Se propone un experimento para entender cómo circula el agua por un acuífero subterráneo. Se trabajan características como la velocidad del agua en los distintos materiales, la altura del nivel piezométrico, o la mezcla del agua contaminada.



Tips para reflexionar

- Al acabar esta Sesión 5, es importante que haya espacio para la discusión de qué actividades que realizamos habitualmente (o de la actividad económica en general) tienen mayor **impacto en la contaminación y/o sobreexplotación de los recursos hídricos**.
- El crecimiento continuado de la actividad económica de nuestra sociedad y el cambio climático están contribuyendo al **deterioro de los recursos hídricos y los ecosistemas asociados**.
- El alumnado puede **proponer prácticas** que reduzcan el consumo de agua y la contaminación, intentando incorporarlas a su rutina.



Huella hídrica

Indicador que refleja el uso total de agua fresca que se emplea para producir los bienes y servicios producidos. Considera tanto el uso directo como el indirecto de este recurso vital. Su cálculo ayuda a entender, asignar y optimizar el consumo de agua, permitiendo una gestión más eficiente y sostenible de los recursos hídricos.

Acuífero

Formación geológica que almacena y permite la fácil circulación del agua subterránea. Estas formaciones geológicas deben estar formadas por materiales porosos y permeables, como unas arenas, unas gravas o unas calizas kársticas. Por el contrario, una roca impermeable no sería un acuífero, si bien en superficie puede estar tan fracturada y alterada que pudiera comportarse como tal. La clave reside en la cantidad "útil" de agua que puede aportar, esto es, si la formación almacena y transmite agua en cantidades adecuadas para ser explotada de forma más o menos continua y satisfacer una demanda. Si no cumple con esa condición, la formación se comportará como acuífugo (si, por carecer de porosidad significativa, no puede almacenar ni transmitir agua subterránea).

Acuífero libre o freático

Aquel en que el agua subterránea que contiene está en contacto con la atmósfera a través de los poros existentes en la zona no saturada y, por tanto, la parte superior de la zona saturada (superficie freática) está sometida a la presión atmosférica.

Acuífero cautivo o confinado

Aquel en el que el agua está, en cualquier punto del mismo, a mayor presión que la atmosférica, razón por la cual al efectuar una perforación el agua asciende hasta un nivel superior al del techo del acuífero, en que se equilibra la presión hidráulica con la atmosférica. A este nivel de equilibrio de la presión del agua con la atmosférica se le denomina nivel piezométrico.

Superficie freática

Es la superficie formada por los puntos con una presión igual a la presión atmosférica.

Permeabilidad

Es la facilidad que un cuerpo ofrece a ser atravesado por un fluido, como es el agua.

Manantial

Punto o zona de la superficie del terreno en que, de modo natural, fluye a la superficie una cantidad apreciable de agua procedente de un acuífero.

Contaminación puntual

Afección negativa de la calidad de un acuífero, que tenga un foco o focos de origen antrópico concretos e identificables, y que pueden producir una pluma de contaminante debido al movimiento de las aguas subterráneas en el subsuelo, pudiendo generar riesgos para las personas, los bienes, los ecosistemas o el medio ambiente en general. Suele deberse a vertidos, a menudo accidentales, y tiene origen industrial. Estas características la hacen distinta de la contaminación difusa de origen agrícola y ganadero.

Contaminación difusa

La contaminación difusa puede estar causada por el uso excesivo de pesticidas y fertilizantes en la agricultura o la explotación excesiva de los acuíferos costeros que facilita la intrusión marina por desplazamiento de la interfase entre los dos tipos de aguas. Este tipo de contaminación es especialmente preocupante ya que suele alargarse en el tiempo y afecta a zonas muy extensas.

Gestión sostenible

Uso responsable de cada recurso para satisfacer las necesidades actuales sin comprometer las futuras, previniendo su agotamiento y contaminación, y minimizando impactos en ecosistemas dependientes.

Sobreexplotación de los recursos hídricos subterráneos

Extracción de agua subterránea a un ritmo mayor al de su recarga natural, agotando las reservas y degradando el ecosistema.

1. Las sequías siempre han existido en España, no se le puede echar la culpa al cambio climático.

Aunque las sequías siempre hayan existido, hay evidencias de que el cambio climático está incrementando su frecuencia, duración, intensidad y magnitud. Cada vez son más largos los períodos de sequía y se repiten con mayor frecuencia.

2. Si no hay escasez de agua, no hay sequía.

Es importante distinguir entre sequía y escasez. La sequía supone una anomalía transitoria, más o menos prolongada, caracterizada por un periodo de tiempo con valores de las entradas netas de agua al sistema inferiores a los normales en una zona determinada. La sequía puede derivar en una insuficiencia de recursos hídricos necesarios para abastecer la demanda existente (escasez), aunque no necesariamente tiene que darse esta situación.

En todos los países se producen sequías, también en los del norte de Europa, donde no hay escasez de agua.

3. El control de las extracciones de aguas subterráneas lo realizan los Organismos de Cuenca con la excusa del mal estado de los acuíferos, pero realmente el único fin que tiene es recaudatorio.

Los Organismos de Cuenca vienen observando que las manipulaciones de caudalímetros se han convertido en una conducta habitual y extendida en todo el territorio, especialmente en zonas con una gran actividad agrícola como el Alto Guadiana. El consumo fraudulento perjudica al resto de explotaciones agrícolas que hacen un uso responsable de sus derechos, así como a la sostenibilidad y mantenimiento de nuestras masas de aguas y de los ecosistemas asociados a las mismas. Que los Organismos de Cuenca aumenten sus esfuerzos en el control de las extracciones y sancionen con firmeza las manipulaciones no es solo un imperativo legal, sino una condición indispensable para garantizar la subsistencia de las masas de agua subterráneas. Asegurar una gestión eficiente de este recurso tan escaso es una garantía de futuro para las propias explotaciones agrícolas y para el resto de la sociedad.



Ilustración: 'Esquema de la bomba biótica'. Irene Cuesta (CSIC), para el texto *¿Cómo influyen los bosques en el clima?* de Jesús J. Camarero (IPE-CSIC), en Ciencia para llevar (<https://cienciaparallevar.csic.es/2024/03/12/como-influyen-los-bosques-en-el-clima/>)



SESIÓN 6

Si nuestra casa se estuviera derrumbando, no viajaríamos en primera clase de un avión por todo el mundo, hablando sobre cómo el mercado lo soluciona todo.

Greta Thunberg
(activista por el cambio climático)

Es hora de actuar: ¿es sostenible tu instituto?

CUADRO RESUMEN

Narrativa

Hemos trabajado los problemas actuales en torno a las crisis climáticas y medioambientales como la contaminación, la sobreexplotación de acuíferos o la acidificación de los océanos. Esos problemas no son ajenos, nosotros los estamos causando. Nuestro campo de acción no es muy grande, pero es hora de ponerse en marcha. No podemos quedarnos parados. Y vamos a empezar por nuestro instituto: averiguaremos si es o no sostenible y propondremos mejoras.

Tema ecosocial que se trabaja

Se relacionan las actividades diarias de un instituto con su impacto en el planeta y se aborda la responsabilidad que todos tenemos en mejorar la sostenibilidad.

Intención educativa

- **Estímulo o reto que se plantea.** ¿Podemos saber qué actividades del instituto tienen una mayor huella ecológica? ¿Es posible reducir esa huella?
- **Objetivos.** Al final de la Sesión 6, el alumnado:
 - Estará familiarizado con conceptos como huella ecológica o sostenibilidad.
 - Sabrá asociar diferentes actividades diarias con su impacto en el planeta.
 - Comprenderá su rol en mejorar la sostenibilidad del instituto y hará propuestas para conseguirlo.
- **Productos finales.** El alumnado se implicará en reducir la huella ecológica del instituto y presentará sus ideas en formatos tipo vídeo, póster, podcast, etc., a la comunidad educativa.



Actividad
autoguiada



2 sesiones de
50'

Materiales para el profesorado o facilitador

Esta Sesión 6 consta de:

- Esta **guía** para el profesorado con la información necesaria de la Sesión 6.
- Una **presentación para enseñar en clase** donde están enlazados los vídeos realizados por especialistas del CSIC que dirigen la actividad. A la presentación se accede en este enlace: <https://recursosdivulgacion.csic.es/proyectos/detectives-de-crisis-climaticas-y-medioambientales>. Cuenta también con las soluciones.
- Unas **hojas con las actividades** para imprimir para clase (en el Anexo 1 de esta guía).

Niveles y asignaturas

Pensamos que estas son las materias ideales para llevar a cabo estas actividades por su relación con el currículum LOMLOE:

- Biología y Geología en 1º, 3º y 4º de la ESO.
- 1º Bachillerato Biología, Geología y Ciencias Ambientales.
- Ámbito Científico de Formación Profesional Básica.



Duración aproximada de la actividad

Duración aproximada: dos sesiones de 50 minutos. La actividad está pensada para ser **autoguiada**, es decir, se puede realizar en una sesión de clase o en casa visionando la presentación. El alumnado puede trabajar **en parejas o pequeños grupos**.

Desarrollo de la Sesión 6

La sesión consta de tres vídeos y se plantea intercalar las actividades prácticas con esta secuencia propuesta:

- **VÍDEO 1.** Presentación de la sesión a cargo de Borja Antolín y Ana Moreno, dando el protagonismo al alumnado como cierre a este conjunto de seis sesiones.
- **VÍDEO 2.** Se repasan una serie de conceptos básicos para entender qué es la huella ecológica o la sostenibilidad.
- **VÍDEO 3.** Se explica la actividad a realizar por el alumnado en dos partes. La primera consiste en ordenar una serie de actividades según su huella ecológica y en la segunda parte se pretende que se recojan propuestas para hacer su instituto más sostenible.

Materiales para alumnado de la Sesión 6

Esta sesión consta de **una actividad** que se explica en los vídeos y que se encuentra en formato imprimible al final, en el Anexo 1. Esta sería la secuencia propuesta para el desarrollo de la Sesión 6.

Paso 1. Se proporciona al alumnado una lista de actividades que se hacen en el instituto ordenadas por temáticas: transporte y movilidad, alimentación y residuos, consumo energético y de agua.

Paso 2. Por grupos o parejas, tienen que ordenar esas actividades en función de su huella ecológica (baja, media, alta) y reflexionar sobre la huella total de su instituto.

Paso 3. Por grupos, se pedirá que elaboren propuestas para hacer llegar a toda la comunidad educativa, que permitan que el instituto mejore en sostenibilidad.

Paso 4. Estas propuestas se pueden elaborar de diferentes maneras: en un vídeo para redes sociales, en una carta para el consejo escolar, en un póster para colgar en el hall, en un tríptico para repartir, etc. También se puede organizar que el alumnado que haya elaborado estas propuestas las vaya a contar a otros cursos, por ejemplo cursos de primaria o de otros centros cercanos.



Tips para reflexionar

Nosotros pensamos que esta Sesión 6 es fundamental como cierre de este proyecto en torno a las crisis climáticas y medioambientales porque implica al alumnado en la resolución de los problemas y lo anima a activarse y a actuar. Ante las crisis climáticas y medioambientales actuales no es suficiente el conocimiento científico, sino que la conexión emocional es fundamental.

Nuestra reflexión principal es que todos estos temas deben abordarse a una escala global y con una visión ecosocial pero, a la vez, sin duda los ciudadanos y ciudadanas (y ahí entra, por supuesto, la juventud) tienen un papel fundamental en revertir la situación actual que es a todas luces, y como se ha probado en estas sesiones por científicas del CSIC, insostenible.

Con esta sesión final, se pretende que el alumnado sienta la responsabilidad de actuar y, una manera de hacerlo, es en el entorno educativo, en su propio instituto (pero una actividad similar se podría hacer a nivel de barrio, asociación, pueblo, etc.). Para que la Sesión 6 tenga un sentido más amplio, sería ideal contar con el profesorado de otras asignaturas y con acuerdos a nivel de centro que favorezcan la puesta en marcha posterior de las propuestas que el alumnado haga para que el mensaje que a ellos les llegue sea que entre todos somos capaces de cambiar las cosas.

Hay varias reflexiones importantes para hacer con el alumnado según el desarrollo de la actividad:

- ¿Se puede/debe obligar a la gente de nuestro instituto a ser más sostenible? ¿Debería haber normas al respecto o dejar que la gente se conciencie y cambie poco a poco?
- ¿Hasta dónde podemos llegar mejorando la sostenibilidad de nuestro centro solo con nuestras ideas si no hay dinero para -por ejemplo- poner placas en el tejado, plantar más árboles en el patio o instalar contenedores para separar residuos?
- ¿Va a merecer la pena lo que hagamos por pequeño que sea?

Huella ecológica

Medida del impacto de nuestro modo de vida en el entorno. Nos habla de cuántas hectáreas de terreno productivo necesita cada persona (o cada país) para producir los recursos utilizados y para asimilar los residuos producidos. Hay otras variantes, como la huella hídrica o la huella de carbono, pero todas ellas hacen referencia al impacto en el planeta que hacemos con nuestra actividad y modo de vida.

Justicia climática

Es un enfoque que considera el cambio climático no solo como un problema ambiental, sino también como una cuestión de derechos humanos y equidad social. Las comunidades más vulnerables, a menudo en países en desarrollo, son las que menos han contribuido al problema, pero son las que más sufren sus consecuencias.

Objetivos de desarrollo sostenible

Constituyen un conjunto de 17 objetivos globales interconectados diseñados para lograr un futuro mejor y más sostenible para todos. Fueron definidos y aprobados por la Asamblea General de las Naciones Unidas en 2015 con un plan para alcanzarlos en 15 años, es decir, como parte de la llamada Agenda 2030. Entre ellos está afrontar la emergencia climática y acabar con la contaminación de los mares, pero también erradicar la pobreza o conseguir educación de calidad para todos y todas (<https://www.un.org/sustainabledevelopment/es/objetivos-de-desarrollo-sostenible>).

Asambleas ciudadanas por el clima

Son un tipo de democracia deliberativa en la que un grupo representativo de personas, seleccionadas al azar, se reúne para informar, debatir y proponer soluciones a la crisis climática. Su objetivo es que la ciudadanía tenga una voz activa y directa en la creación de políticas climáticas, reflejando la diversidad de la sociedad para garantizar que las recomendaciones sean justas y equitativas. En muchos países, incluido España, se han realizado estas asambleas con resultados muy importantes para mitigar el cambio climático y con propuestas para adaptarnos mejor (<https://asambleaciudadanadelcambioclimatico.es>).

Posibles preguntas y respuestas para combatir bulos y desinformación

Estos argumentos que detallamos a continuación y su posible discurso o contraargumentación se han inspirado en materiales elaborados por el grupo de Educación para la Sostenibilidad de Ecologistas en Acción (<https://www.ecologistasenaccion.org/areas-de-accion/educacion>):

1. Yo no puedo hacer nada, que lo solucionen los políticos.

Es muy común este pensamiento, y no sólo entre la juventud, en parte promovido por lo complejo de la situación y por la sensación de desborde informativo que podemos tener. Además, en este momento histórico en el que nos encontramos hay un sentimiento de que los cambios se realizan desde la política institucional y la ciudadanía tiene poca influencia.



Es importante recordar aquí las luchas vecinales en muchas ciudades para conseguir servicios en los barrios (ej. la lucha por el autobús en los barrios periféricos de Barcelona que se refleja en la película *El 47*: https://es.wikipedia.org/wiki/El_47), o trabajar el recorrido de otras luchas fundamentales en nuestra historia, como puede ser el derecho a voto de las mujeres o la lucha por los derechos civiles de la comunidad afroamericana en Estados Unidos. Todas las personas hacemos política y todas vivimos en este mundo en crisis, así que todos y todas podemos tener un papel.

2. A mí no me va a tocar, que lo solucionen los que se lo encuentren.

Esta frase se asienta en un argumento totalmente erróneo hoy en día, puesto que "ya nos ha tocado". Las crisis climáticas y medioambientales son un problema actual no un problema del futuro. Y si alguien cree que no le están afectando, está equivocado. Las olas de calor, los fenómenos meteorológicos extremos, las alteraciones en las cosechas o la escasez de agua (y su contaminación) que impide beber del grifo en algunos pueblos son aspectos habituales en nuestro país a los que hemos de hacer frente cada año. Los últimos informes del Panel Inter-gubernamental del Cambio Climático (<https://www.ipcc.ch/report/ar6/syr>) hacen hincapié en todos los procesos que se ven alterados hoy en día por el aumento de temperaturas y ponen de manifiesto el impacto en la población actual, especialmente en los jóvenes. Mitigar hoy es la clave para no seguir aumentando el riesgo y la dificultad de adaptación.

3. Para cubrir nuestras necesidades hacen falta cada vez más recursos.

Hay un error común en pensar que vamos a perder derechos o bienestar en un planeta donde el cuidado y protección del medioambiente cobre protagonismo.

Es importante -ante este argumento- trabajar cuáles son nuestras verdaderas necesidades, diferenciando necesidad de deseo, y evaluar si todos tenemos las mismas y de qué manera las satisfacemos. Hay muchos estudios que muestran que alcanzadas esas necesidades comunes para tener una vida que merezca la pena ser vivida, la felicidad o el bienestar no aumenta con el aumento del nivel económico. Eso nos lleva a hablar en clase de la distribución de la riqueza, de la alta huella ecológica de las personas millonarias, del número de planetas que necesitamos si todos vivimos como un ciudadano americano medio. Reducir nuestras emisiones pasa por reducir nuestro consumo energético y eso no implica "volver a las cavernas" ni vivir como en la Edad Media, sino replantearnos qué tipo de bienestar queremos y cómo lo queremos.

4. Qué más da que la temperatura aumente dos grados más o que se extingan los osos polares.

Este tipo de argumentos los encontramos a menudo y pensamos que con el conocimiento científico y la educación se deberían poder eliminar. En estas sesiones hemos visto que más calentamiento a escala global da pie a un mayor riesgo de cambios abruptos e irreversibles en el sistema climático. Hemos visto qué hace que este cambio climático actual sea diferente de los anteriores y lo hemos conectado con otros problemas ambientales abordados desde las geociencias como la acidificación de los océanos, la falta de agua dulce o la contaminación. La desconexión de la población con la naturaleza, con la biosfera, es mayor que nunca y entender que los seres humanos necesitamos la biodiversidad para nuestra propia salud y supervivencia es un paso fundamental para abrazar, no sólo con el conocimiento sino también desde el punto de vista emocional, la sostenibilidad de nuestra vida en la Tierra.

REFERENCIAS Y WEBS PARA SABER MÁS

Sesión 1

Páginas web con información extra:

- <https://www.climate.gov/news-features/understanding-climate/climate-change-global-temperature>.
- <https://www.globalcarbonproject.org>.
- <https://climate.copernicus.eu> (especialmente: <https://climate.copernicus.eu/graphics-gallery>)
- <https://berkeleyearth.org/data-visualization>.
- <https://climate.nasa.gov/en-espanol/sígnos-vitales/dioxido-de-carbono/?intent=111>.
- <https://skepticalscience.com/argument.php>

Sesión 2

Páginas web con información extra:

- <https://pastglobalchanges.org/publications/pages-magazines/pages-horizons/13180>. Revista con contenido sobre paleoclima (en inglés) para adolescentes.
- <https://www.ncei.noaa.gov/products/paleoclimatology/education-and-outreach>. Varias entradas con contenido paleoclimatológico interesantes (en inglés con partes en español).
- <https://www.aepect.org/ect>. Revista de la Asociación para la Enseñanza de las Ciencias de la Tierra, especialmente el volumen 25 (1) que está dedicado al Cuaternario (en español).
- <https://nsidc.org/learn/ask-scientist/core-climate-history>. Sobre los sondeos de hielo como registros paleoclimáticos (en inglés).

Vídeos divulgativos:

- <https://www.youtube.com/watch?v=-BOAKCN4TY4w>. Sobre la investigación paleoclimática en cuevas.
- <https://www.youtube.com/watch?v=etPDD-be4-U1>. Sobre la investigación paleoclimática en lagos.
- <https://www.rtve.es/play/videos/la-aventura-del-saber/aventura-del-saber-paso-del-hielo/6880451>. Sobre la investigación paleoclimática en glaciares.

Sesión 3

Páginas web con información extra:

- <https://manoa.hawaii.edu/exploringourfluidearth/physical/density-effects/density-driven-currents/climate-connection-global-conveyor-belt>
- https://oceanservice.noaa.gov/education/tutorial_corals/coral08_climatechange.html
- <https://icmdivulga.icm.csic.es/oceano-en-casa>
- <https://www.nature.com/scitable/knowledge/library/ocean-acidification-25822734>.

Sesión 4

Páginas web con información extra:

- M.P Jiménez Aleixandre, MT Barra, F Díaz-Fierros. Coordinadora: M. Díaz-Raviña. 2015. Comic Vivir en el Suelo. ISBN: 978-84-8408-810-3. <https://www.secs.com.es/wp-content/uploads/2020/09/Vivir-en-el-suelo-Spanish-2015.pdf>



La ciencia es diferente de todos los demás sistemas de pensamiento... porque no necesitas fe en ella. Puedes comprobar que funciona.

Brian Cox
(físico y músico)

- David Badía, Oriol Ortiz, Clara Martí (2017) EXPERIMENTOS DIDÁCTICOS CON EL SUELO PARA LA EDUCACIÓN PRE-UNIVERSITARIA. ISBN 978-84-16723-24-9. <https://www.secs.com.es/wp-content/uploads/2016/11/El-suelo-en-la-educaci%C3%B3n-preuniversitaria.-Bad%C3%A3a.pdf>

Sesión 5

Páginas web con información extra:

- <https://www.miteco.gob.es/es/agua/temas.html>.
- <https://www.youtube.com/@igme1849>.
- <https://www.youtube.com/playlist?list=PLJtsOppXs2YkUiFMAUHn3M75zSDlWVivj> (Lista de reproducción de Hidrogeología, del canal de Youtube del IGME-CSIC).
- <https://www.iagua.es/noticias/aguas-subterráneas>.
- <https://www.iagua.es/noticias/universidad-cordoba/aguas-subterraneas-recurso-amenazado-que-requiere-gestion-sostenible>.



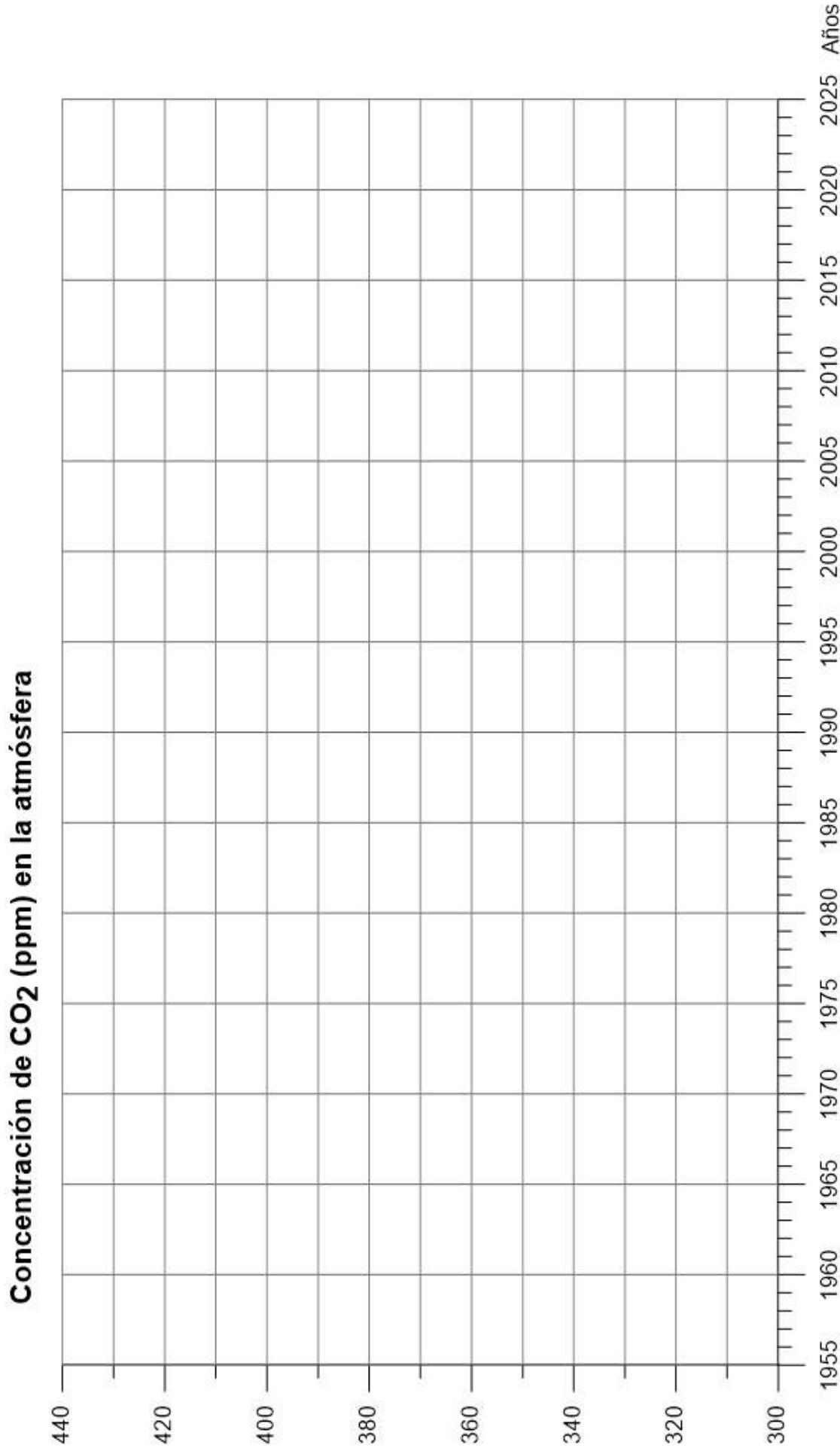


Anexo 1

**Materiales imprimibles
complementarios a las
actividades para el alumnado**

SESIÓN 1. ¿Qué son el cambio climático y el efecto invernadero?

Actividad 1. ¿Qué observas en esta gráfica de la cantidad de CO₂ que hay en la atmósfera? ¿Cuándo empieza a subir? ¿Hasta dónde ha llegado? ¿Es mucho 420 ppm de CO₂, o es muy poco?



SESIÓN 1. ¿Qué son el cambio climático y el efecto invernadero?

Actividad 1. Datos para realizar la gráfica:

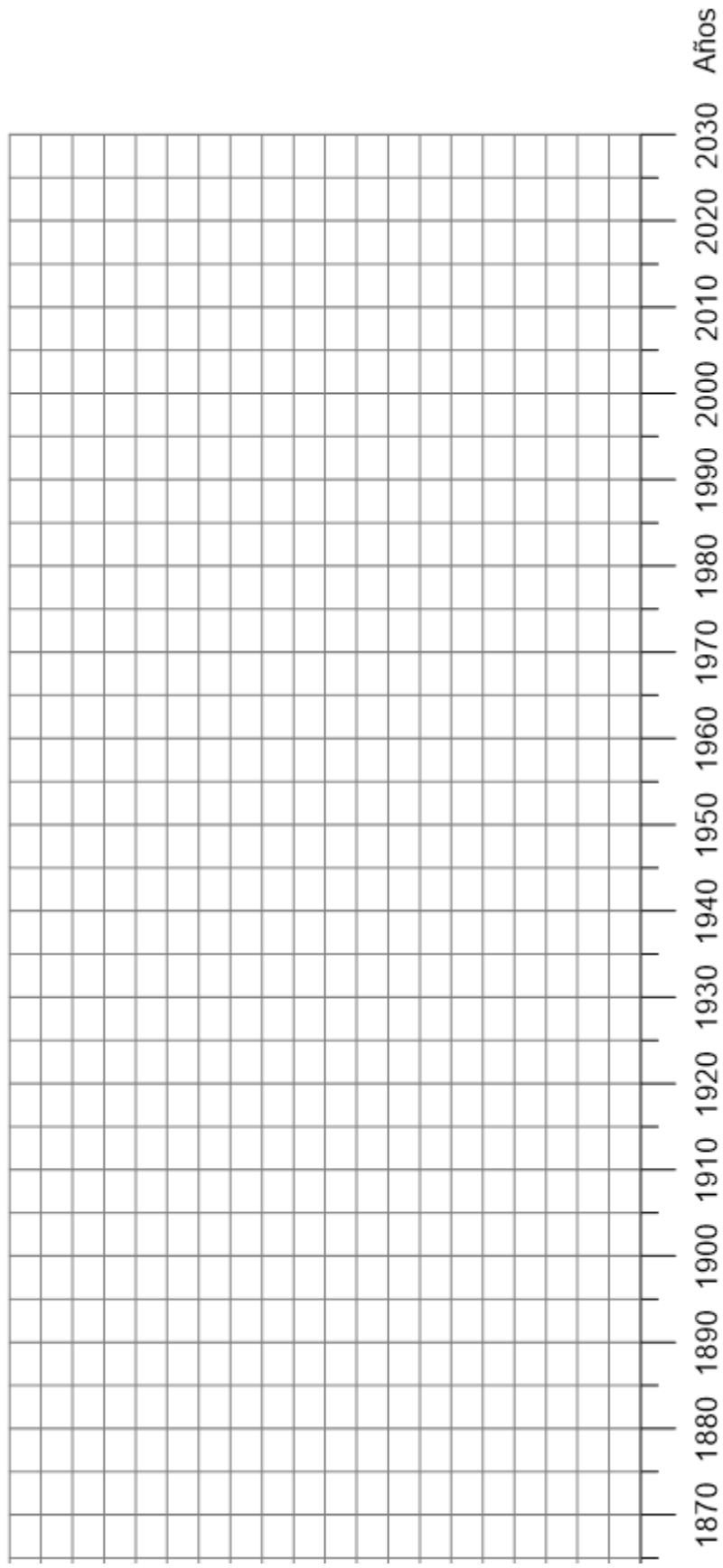
Año	CO ₂ en la atmósfera
1960	317
1965	320
1970	326
1975	331
1980	339
1985	346
1990	354
1995	361
2000	370
2005	380
2010	390
2015	401
2020	414
2024	425

Los datos se han obtenido del Observatorio de Mauna Loa en Hawai donde se mide cada día la cantidad de CO₂ que hay en la atmósfera. Aquí os presentamos un dato cada 5 años para que sea más fácil su representación en la gráfica (<https://gml.noaa.gov/ccgg/trends/mlo.html>).

SESIÓN 1. ¿Qué son el cambio climático y el efecto invernadero?

Actividad 2. ¿Qué observas en esta gráfica de la temperatura global del planeta? ¿Cuándo empieza a subir? ¿Hasta dónde ha llegado? ¿Es mucho 1,5°C de anomalía de temperatura global o es muy poco? ¿Se parece esta gráfica a la anterior del CO₂?

Anomalía de temperatura (°C)
íma del período de referencia pre-industrial 1850-1900)



SESIÓN 1. ¿Qué son el cambio climático y el efecto invernadero?

Actividad 2. Datos para realizar la gráfica:

Año	Temperatura (°C)
1850	0,06
1855	0,17
1860	0,02
1865	0,17
1870	0,09
1875	0,03
1880	0,08
1885	-0,03
1890	-0,08
1895	0,04
1900	0,20
1905	0,01
1910	-0,11
1915	0,17
1920	0,03
1925	0,05
1930	0,14
1935	0,10
1940	0,41
1945	0,41
1950	0,13
1955	0,13
1960	0,26
1965	0,18
1970	0,31
1975	0,26
1980	0,56
1985	0,41
1990	0,71
1995	0,73
2000	0,66
2005	0,95
2010	0,99
2015	1,17
2020	1,27
2024	1,54

Los datos se han obtenido de la NOAA (National Oceanic and Atmospheric Administration), una agencia de EEUU que se encarga del seguimiento climático de los océanos y la atmósfera. Aquí os presentamos un dato de temperatura global cada 5 años para que sea más fácil su representación en la gráfica. Se representan las anomalías, es decir, la diferencia entre la temperatura global y la media del periodo de referencia (los años 1850-1900).

Puedes encontrar todos los datos en esta web:
[https://climate.copernicus.eu/
copernicus-2024-first-year-exceed-
15degc-above-pre-industrial-level](https://climate.copernicus.eu/copernicus-2024-first-year-exceed-15degc-above-pre-industrial-level)

SESIÓN 1. ¿Qué son el cambio climático y el efecto invernadero?

Actividad 3.

Aquí tienes información del inicio de muchos **eventos importantes para el aumento de CO₂** y de temperatura actual. Recorta las imágenes y pégalas donde corresponda en la gráfica de temperatura global:

- ❖ **coche de gasolina:** inventado por el alemán Karl Friedrich Benz en el año 1886 pero popularizado en muchos hogares en torno a los años 1950 en sitios como UK o EEUU y en los 1960-1970 en España.
- ❖ **caldera de vapor:** en 1776, James Watt completó una máquina de vapor de funcionamiento continuo. La revolución industrial, entre 1760 - 1840, se extiende por el norte global gracias a ese invento llevando la quema de muchísimas toneladas de carbón.
- ❖ **tractor:** la construcción del primer tractor con motor de combustión interna, debida a Froelich en 1892, marca el inicio de la actual tractorización. A mitad del siglo XX es cuando realmente se sustituye a gran escala el uso de animales de tiro por tractores permitiendo la mecanización de la agricultura.
- ❖ **Internet:** Aunque había empezado su desarrollo un poco antes, es en la década de 1990, cuando empieza a ser normal consultar todo en internet.
- ❖ **inteligencia artificial:** aunque su desarrollo comienza en los años 1930 gracias a Alan Turing, es en el siglo XXI cuando se populariza. Ahora es una herramienta al alcance de todos lo que ha incrementado el gasto eléctrico y de agua asociado a los centros de datos.
- ❖ **comercio global:** el que podamos comer melón en invierno o vestirnos con ropa fabricada en Bangladesh no ha ocurrido siempre. No es fácil asignar una fecha exacta a la masificación del comercio global, pero el aumento de transporte por barco se incrementa de modo exponencial a partir de los años 2000. Y Amazon hace su primera venta en España en 2011.
- ❖ **avión comercial:** El De Havilland DH.106 Comet fue el primer avión comercial y comenzó a operar el 9 de enero de 1951 revolucionando el transporte de pasajeros. Estos aviones pudieron volar mucho más alto, más rápido y más lejos lo que hace que los viajes transcontinentales e intercontinentales sean hoy mucho más rápidos y fáciles.



¿Cómo obtenemos un valor de temperatura (relativo) en base a las diatomeas?

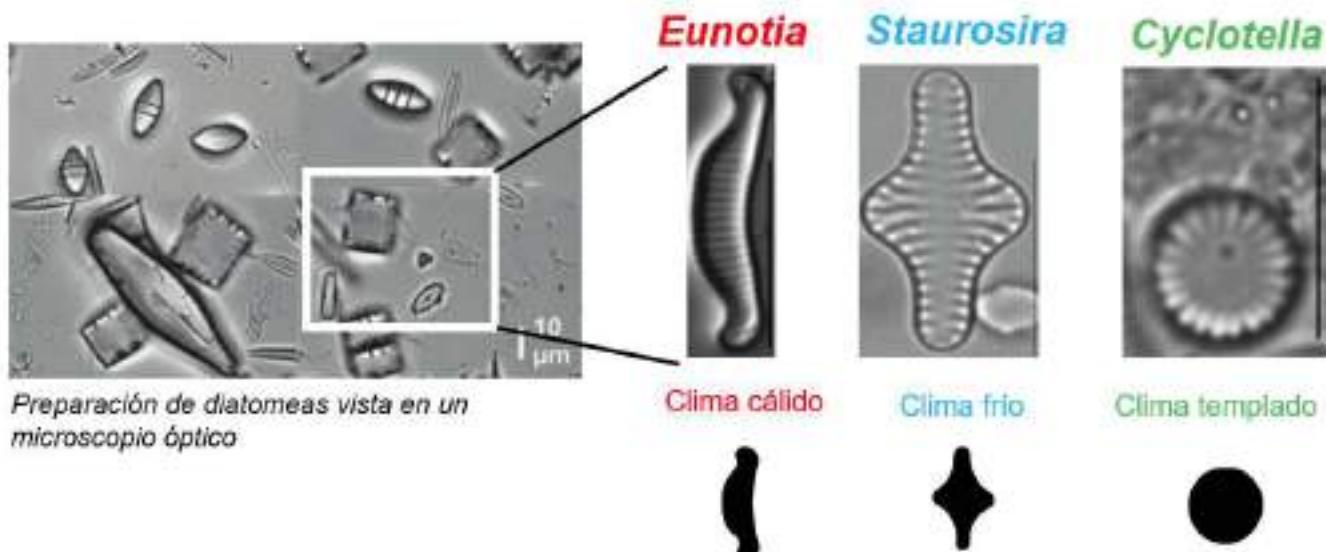
- Cuando el clima experimenta períodos fríos (épocas glaciares), el agua del lago se vuelve más fría y las diatomeas del género ***Staurosira*** dominan las comunidades. **VALOR CLIMÁTICO 1**
- En cambio, durante períodos más cálidos (épocas interglaciares), aparecen diatomeas indicadoras de aguas con mayor temperatura, como ***Eunotia***. **VALOR CLIMÁTICO 3**
- Hay períodos donde el clima puede ser más templado, en esos casos las diatomeas de aguas templadas, como ***Cyclotella***, dominarán en las comunidades. **VALOR CLIMÁTICO 2**

Para cada muestra de las **14 imágenes**, has de contar cuántas diatomeas corresponden a *Staurosira*, *Eunotia* y *Cyclotella*. Con estos datos, tienes que llenar esta ficha de cálculo y determinar el porcentaje (%) de cada género de diatomeas por muestra.

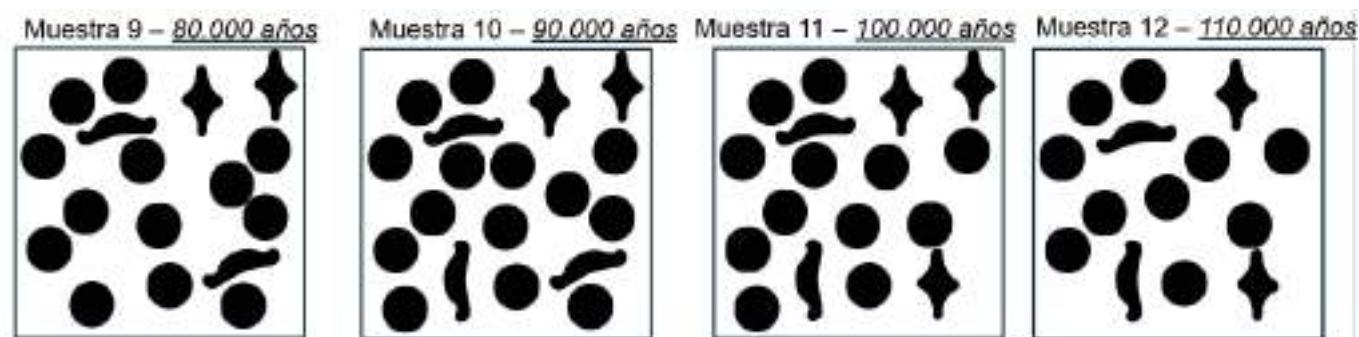
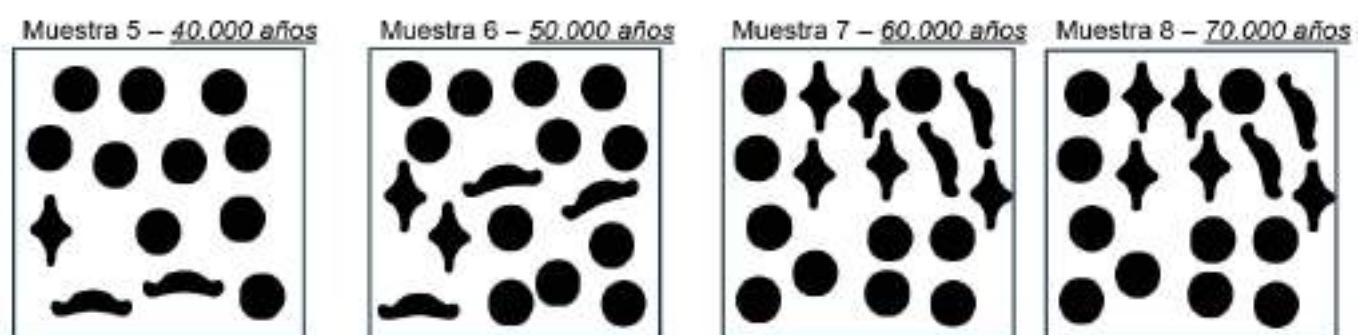
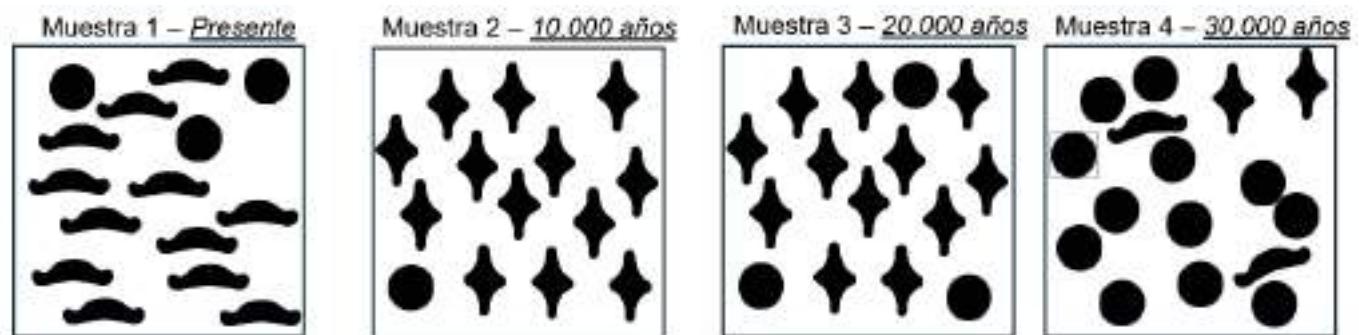
En función del porcentaje (%) de cada uno de los tres géneros de diatomeas encontradas en cada una de las muestras, asocia un **"valor climático relativo"** que tiene que ver con lo cálidas o frías que eran las aguas de la Basa de la Mora, siguiendo esta clasificación y escríbelo en la tabla:

Valor climático	% <i>Staurosira</i>	% <i>Cyclotella</i>	% <i>Eunotia</i>
1	80-100	0-10	0-10
2	10-20	60-80	10-20
3	0-10	0-10	80-100

Colección de referencia – diatomeas como termómetros del clima del pasado



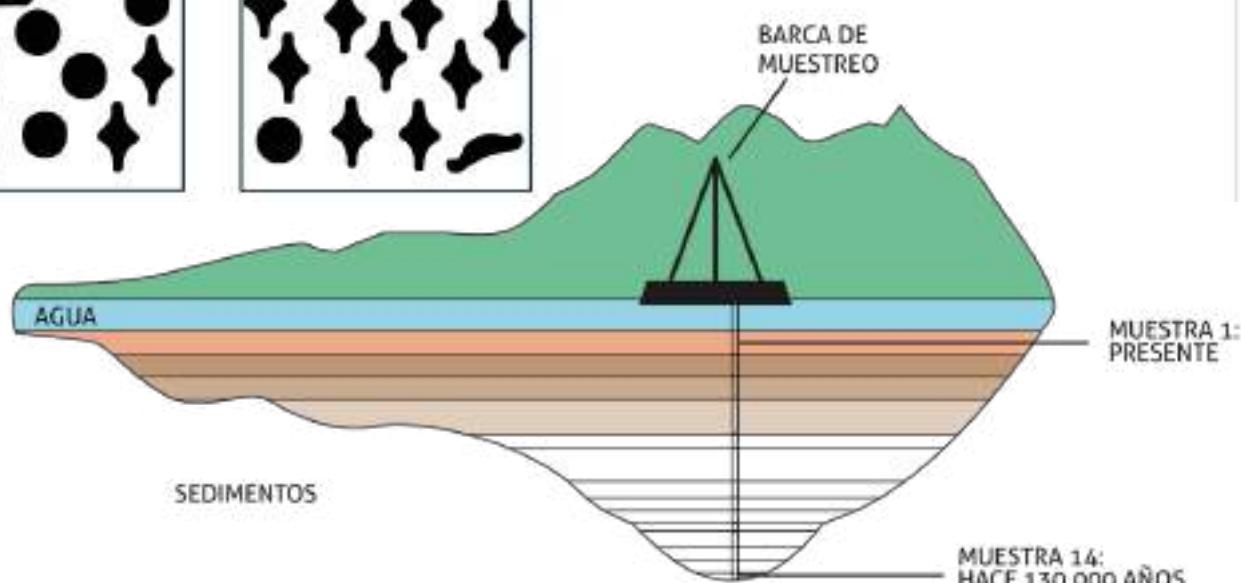
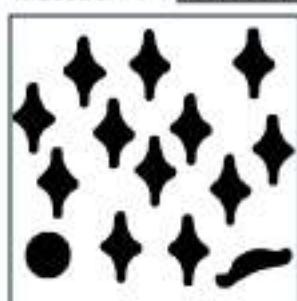
SESIÓN 2. Descubriendo el clima del pasado



Muestra 13 – 120.000 años



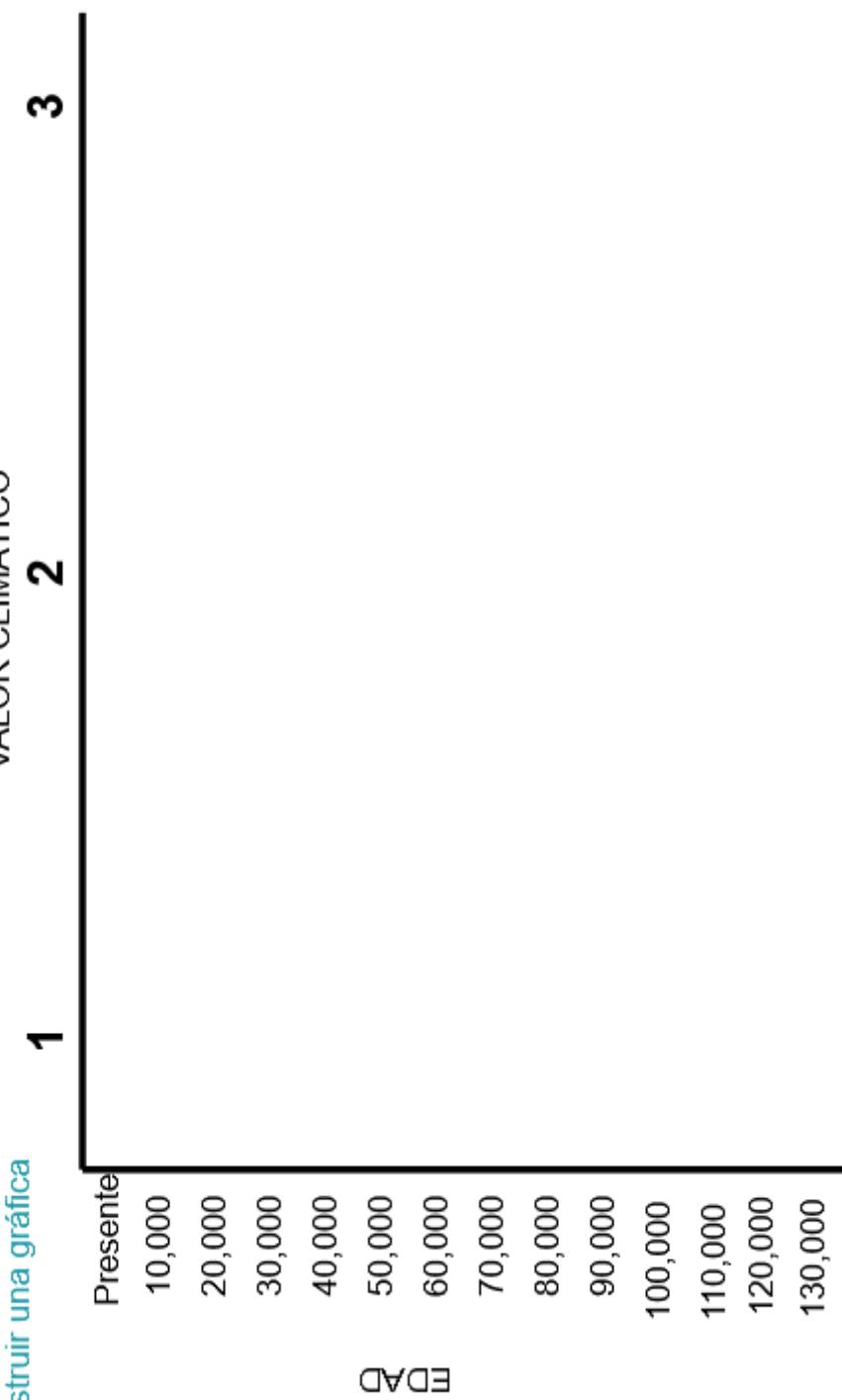
Muestra 14 – 130.000 años



SESIÓN 2. Descubriendo el clima del pasado

Muestra	Edad	Staurosira	Cyclotella	Eunotia	Total	% Staurosira	% Cyclotella	% Eunotia	Valor climático
1	Presente								
2	10000								
3	20000								
4	30000								
5	40000								
6	50000								
7	60000								
8	70000								
9	80000								
10	90000								
11	100000								
12	110000								
13	120000								
14	130000								

Con los datos de temperatura obtenidos para cada muestra puedes ahora construir una gráfica



Actividad 1. ¿Qué es la densidad?

- **Objetivos**

Comprender el concepto de densidad como la relación entre masa y volumen ($\rho = m/V$).

1. Observar cómo la temperatura y la salinidad modifican la densidad del agua.
2. Relacionar estos cambios con fenómenos naturales, como la circulación oceánica y la estratificación del agua en el mar.

- **Conceptos a trabajar**

1. Densidad: cantidad de masa contenida en un determinado volumen.
2. Temperatura y densidad: al calentar el agua, las moléculas se mueven más rápidamente y se separan, aumentando el volumen y disminuyendo la densidad.
3. Salinidad y densidad: al disolver sal en el agua, aumenta la masa sin modificar significativamente el volumen, por lo que aumenta la densidad.
4. Relevancia oceanográfica: las aguas frías y saladas tienden a hundirse (más densas) y las aguas cálidas o dulces flotan (menos densas).

Experimento 1.1

Preparar dos vasos con 200 ml de agua: uno caliente y otro fría. Pesar ambos vasos (o solo el agua, si se dispone de probeta y balanza).

Comparar las masas y discutir: ¿cuál pesa más? ¿Cuál es más densa? ¿Por qué el agua fría tiene mayor densidad?

Experimento 1.2

Preparar un vaso con 200 ml de agua del grifo y otro con 200 ml de agua del grifo con sal disuelta (unas 2 cucharadas por vaso). Pesar ambos vasos.

Comparar y discutir. ¿Cuál tiene más masa? ¿Cuál es más densa y por qué?

Algunas preguntas para la discusión:

¿Qué variables estamos manteniendo constantes y cuáles estamos cambiando? ¿Por qué el agua caliente flota sobre el agua fría? ¿Cómo crees que estos principios afectan a los océanos del planeta?

SESIÓN 3. El papel de los océanos como reguladores del clima

Actividad 2. Simulación circulación oceánica

En los vídeos 5 y 6 se presentan los materiales e indicaciones para realizar la actividad en clase. También se puede visualizar el Vídeo 6 y comentarlo en caso de no poder realizar la práctica en clase.

• Objetivos

1. Visualizar cómo las **diferencias de densidad** entre masas de agua (por temperatura y salinidad) generan movimientos en el océano.
2. Comprender de forma experimental el principio de la **circulación termohalina**.

• Conceptos a trabajar

1. El agua caliente es menos densa y tiende a flotar y el agua fría o salada es más densa y tiende a hundirse.
2. El movimiento global del agua en los océanos está impulsado por estas diferencias de densidad.

Experimento 2.1. Efecto de la temperatura

1. Llenar el recipiente con agua a temperatura ambiente.
2. Preparar agua fría y teñirla de azul.
3. Con cuidado, añadirla con una pipeta o jeringa en la parte superior del recipiente. Observar cómo el agua azul se desplaza al fondo.
4. Preparar agua caliente teñida de rojo y añadirla lentamente. Observar cómo el agua roja se mantiene en la parte superior o asciende.

Experimento 2.2

Vaciar el recipiente o preparar uno nuevo con agua limpia:

1. Preparar una solución de agua con sal y teñirla de verde.
2. Añadirla con cuidado al recipiente que contiene agua dulce.
3. Observar cómo el agua salada (verde) se desplaza al fondo sin mezclarse fácilmente.

Algunas preguntas para la discusión:

¿Qué pasaría si se calentaran los polos o se diluyera el agua salada con el deshielo? Se puede realizar un tercer experimento añadiendo hielo (agua dulce) teñido de azul.

SESIÓN 3. El papel de los océanos como reguladores del clima

Actividad 3. Acidificación oceánica

En el Vídeo 8, se presentan los materiales e indicaciones para realizar la actividad en clase.

• Materiales

1. Col lombarda.
2. Agua mineral / Agua de mar (o agua de mar “sintética”, con 35 g de sal y una pizca de bicarbonato por cada litro de agua).
3. Vasos transparentes.
4. Pajitas o tubitos para soplar.

• Objetivos

1. Observar cómo el CO₂ disuelto en el agua forma ácido carbónico, reduciendo el pH.
2. Simular el proceso de acidificación oceánica causado por el aumento de CO₂ atmosférico.

• Conceptos a trabajar

1. CO₂ + H₂O → H₂CO₃ (ácido carbónico): al disolverse en el agua, el CO₂ baja el pH, igual que ocurre en los océanos.
2. Impacto ambiental: una disminución del pH afecta a organismos marinos que dependen del carbonato cálcico para formar sus esqueletos (p. ej.: corales, foraminíferos, moluscos).

Experimento 3.1

Usando un indicador de pH casero (col lombarda) observamos la diferencia de pH entre agua de mar y agua mineral.

Experimento 3.2

Introducir CO₂ en el agua de mar, soplando con el tubo o la pajita. Mantener una muestra del agua de mar al lado, para observar cómo el indicador de pH cambia de color al volverse más ácida. Se puede aprovechar para probar el indicador con otras sustancias domésticas (limón, vinagre, amoníaco, jabón).

Algunas preguntas para la discusión:

¿Por qué cambia el color del indicador cuando soplamos CO₂? ¿Qué relación tiene esto con la atmósfera y los océanos reales?

Actividad 1. ¿Cuánto contamina tu ropa?

Vais a calcular la cantidad de microfibras que llegarán al medio tras un lavado de la ropa que lleváis puesta. Esa cantidad va a estar en función del tipo de fibras. Aquí tienes una tabla de ejemplo:

Prenda	% fibras naturales (algodón, lana, lino...)	%fibras sintéticas (poliéster, acrílico, rayón...)
Camiseta	100	0
Sudadera 1	20	80
Sudadera 2	0	100
Total	120	180
Total/100	1,2	1,8
Nº fibras (total/100)*400 000	480.000	720.000

Aquí está la tabla que tenéis que rellenar; añadid las filas que hagan falta:

Prenda	% fibras naturales (algodón, lana, lino...)	%fibras sintéticas (poliéster, acrílico, rayón,...)
Prenda 1		
Prenda 2		
Prenda 3		
...		
...		
...		
...		
Total		
Total/100		
Nº fibras (total/100)*400 000		

Actividad 2. ¿Por qué son peligrosos los microplásticos?

Antes de arrancar con la actividad, hay algunos conceptos que hemos de manejar bien.

- **Absorción.** Este es el proceso en el que una sustancia se incorpora completamente dentro de otra, como cuando un líquido se mezcla con otro líquido o un gas entra en un líquido o sólido. En este caso, la sustancia absorbida se distribuye por todo el volumen del material.
- **Adsorción.** En cambio, en este proceso, las moléculas de una sustancia se adhieren a la superficie de un material sin penetrar en él. Es un proceso superficial, donde la sustancia se queda en la interfase entre los dos medios, como una capa que se pega a la superficie.

Los microplásticos adsorben contaminantes como metales pesados, pesticidas o productos químicos industriales en su superficie, pudiéndolos transportar a grandes distancias, o incluso dentro de los organismos. Por este motivo, en los procesos de adsorción, lo más importante es la superficie disponible para que las sustancias se adhieran. Cuanto más pequeñas sean las partículas, ¡más superficie tienen, aunque ocupen el mismo volumen!



Tenemos una esfera de poliespán y se divide por la mitad para mostrar que además de la superficie externa hay dos nuevas superficies. Se divide de nuevo en 4 partes. Se propone calcular la superficie de una esfera de 1cm de radio, luego calcular la superficie de las dos semiesferas resultantes de dividir la esfera en 2 mitades y posteriormente la superficie de los 4 cuartos que resultan de dividir de nuevo las semiesferas.



¡A calcular!

(Soluciones en la presentación de la Sesión 4)

Actividad 3. ¿Cómo afecta la contaminación del suelo al crecimiento de la vegetación?

Antes de arrancar con la actividad, repasamos estos conceptos sobre el suelo.

- El suelo es la capa superior de la corteza terrestre.
- Está compuesto por partículas sólidas que se organizan y estructuran formando agregados y que dejan huecos o poros entre ellas.
- Los poros están ocupados por aire o bien por agua.
- Las partículas sólidas que forman el suelo son de naturaleza orgánica y mineral.
- La fracción orgánica proviene fundamentalmente de la descomposición de los restos vegetales.
- Las partículas minerales provienen de la alteración física y química (meteorización) que sufre la roca a lo largo de muchos años por la acción del clima y de los seres vivos.
- Además, en el suelo viven una gran cantidad de seres vivos, muchos de ellos microscópicos, que interactúan entre sí y contribuyen a los ciclos globales que hacen posible la vida.
- Esta composición del suelo y la organización de sus constituyentes hacen que el suelo sea una parte muy importante de los ecosistemas, dado que regula diferentes procesos importantes para la sostenibilidad de los ecosistemas.

La contaminación del suelo puede afectar al crecimiento de la vegetación (de los cultivos, en el caso del presente experimento) como consecuencia de la acumulación de sustancias tóxicas en unas concentraciones que superan el poder de amortiguación natural del suelo y que modifican negativamente sus propiedades. También se puede producir la contaminación cruzada del agua.

En el Vídeo 8, se presentan los materiales e indicaciones para realizar la actividad en clase.

Materiales

1. Recipientes de 2 tamaños (uno que quepa dentro del otro).
2. Suelo (para llenar el recipiente pequeño; 30g aprox.).
3. Semillas (por ej. 3 lentejas por cada recipiente).
4. Probeta.
5. Agua del grifo.
6. 3 botellas de 1L.
7. 1 frasco de 100 mL con cuentagotas.
8. Aceite usado (reciclado).
9. Detergente líquido (pesar 25g de detergente y añadir hasta 1 L de agua).
10. Sal (NaCl) (pesar 35g de sal y añadir hasta 1 L de agua).
11. Nitrato de plata (disolver 0,12 g en 100 mL de agua).
12. Cuaderno de laboratorio.
13. Regla.
14. Guantes.
15. Cucharilla.
16. Pinzas.

SESIÓN 4. Contaminación de océanos y suelos

Para cumplimentar en el aula, si se hace el experimento:

GRUPO:

PORTAVOZ:

FECHA:

1^a SEMANA

Nº de semillas que crecen	Tratamientos			
	CONTROL	DETERGENTE	SAL	ACEITE
Día 1				
Día 2				
Día 3				
Día 4				
Día 5				

2^a SEMANA

Nº de semillas que crecen	Tratamientos			
	CONTROL	DETERGENTE	SAL	ACEITE
Día 8				
Día 9				
Día 10				
Día 11				
Día 5				

Tablas para resultados finales I:

	Nº de semillas que crecen en cada tratamiento			
	CONTROL	DETERGENTE	SAL	ACEITE
Grupo 1				
Grupo 2				
Grupo 3				
TOTAL				

Tablas para resultados finales II:

MACETA	INDIVÍDUO	Longitud del tallo (cm)			
		CONTROL	DETERGENTE	SAL	ACEITE
Grupo 1	1				
	2				
	3				
Grupo 2	1				
	2				
	3				
Grupo 3	1				
	2				
	3				
MEDIA					

MACETA	INDIVÍDUO	Longitud de la raíz (cm)			
		CONTROL	DETERGENTE	SAL	ACEITE
Grupo 1	1				
	2				
	3				
Grupo 2	1				
	2				
	3				
Grupo 3	1				
	2				
	3				
MEDIA					

Recogida de otros datos opcionales:

- Número de hojas por individuo.
- Peso de las raíces por tratamiento.
- Peso de tallos y hojas por tratamiento.

Datos para poder realizar gráficas y cálculos en el caso de no realizar el experimento

- ✓ Hay tres réplicas o macetas (R1, R2 y R3) de cada tratamiento
- ✓ Para el día 1 no hay dato porque es el día de la plantación

1^a Semana

Nº semillas que crecen	Tratamientos											
	Control			Detergente			Sal			Acelite		
	R1	R2	R3	R1	R2	R3	R1	R2	R3	R1	R2	R3
Día 1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Día 2	3	3	3	3	3	1	3	3	3	0	0	0
Día 3	3	3	3	3	3	2	3	2	2	0	0	0
Día 4	3	3	3	3	3	3	3	2	2	0	0	0
Día 5	3	3	3	3	3	3	3	2	2	0	0	0

2^a Semana

Nº semillas que crecen	Tratamientos											
	Control			Detergente			Sal			Acelite		
	R1	R2	R3	R1	R2	R3	R1	R2	R3	R1	R2	R3
Día 8	3	3	3	3	3	3	3	2	2	0	0	0
Día 9	3	3	3	3	3	3	3	2	2	0	0	0
Día 10	3	3	3	3	3	3	3	2	2	0	0	0
Día 11	3	3	3	3	3	3	3	2	2	0	0	0
Día 12	3	3	3	3	3	3	3	2	2	0	0	0

Datos para poder realizar gráficas y cálculos en el caso de no realizar el experimento

Resultados finales

Nº plantas vivas al final de los 25 semanas			
	CONTROL	DETERGENTE	SAL
Grupo 1	3	3	3
Grupo 2	3	3	2
Grupo 3	3	3	2
TOTAL			0

Longitud tallo (cm)			
	INDIVIDUO	CONTROL	DETERGENTE
1	18	13	1
2	19	11	1
3	19	7	0,5
4	10	13	1
5	17	12	1
6	20	7	0,5
7	18	10	0,5
8	19	14	0,5
9	19	12	1
MEDIDA			
	19	11	0,5

Longitud rizo (cm)			
	INDIVIDUO	CONTROL	DETERGENTE
1	2	9	3
2	3	11	1
3	1	13	3
4	2	15	4
5	3	16	2
6	1	14	2
7	2	14	4
8	3	8	4
MEDIA			0,5

Esta sesión tiene dos actividades, pero en ninguna se requiere imprimir material sino realizar los experimentos en el laboratorio. Para ello, aconsejamos ver los vídeos preparados y enlazados en las presentaciones de clase y leer esta información del Anexo 1.

Actividad 1. ¿Cómo circula el agua a través de diferentes materiales?

En esta actividad práctica veremos como las características de los acuíferos condicionan el flujo de agua subterránea.

Para ello sólo necesitaremos:

- 2 botellas de plástico con la parte inferior cortada y sin tapón.
- 2 tipos de material para llenar las botellas. Recomendamos usar una grava y una arena que presenten diferente tamaño de partículas.
- 2 vasos con la misma cantidad de agua.
- 2 recipientes para recoger el agua.

Para realizar la actividad, colocamos las botellas llenas con la grava y la arena en un plano inclinado (ambas con la misma pendiente) y verteremos en cada una de ellas un vaso de agua. En la boca de la botella colocamos un recipiente para recoger el agua que salga.

Antes de realizar la actividad podemos tratar de responder entre todos las siguientes preguntas:

- ¿Saldrá todo el agua que hemos vertido en los dos casos?
- ¿De las dos botellas saldrá la misma cantidad de agua?
- ¿De alguna de las botellas saldrá el agua más rápido?
- ¿Veremos diferencias en la turbidez del agua entre las dos botellas?

Vamos a comprobarlo, vertemos el agua al mismo tiempo en las dos botellas y:

1. En primer lugar, observamos que para la grava el agua está saliendo bastante más rápido, esto se debe a que su porosidad es más elevada con lo que el agua puede circular más rápidamente.
2. Ahora comparamos la cantidad de agua que ha salido, vertiéndola de nuevo en los vasos, y vemos que para la arena la cantidad de agua que ha salido es menor. Esto se debe a que su capacidad de campo es mayor, un suelo con una mayor capacidad de campo retendrá más agua.
3. Por otro lado, también observamos que la turbidez del agua es mayor para la arena y esto se debe a que contiene una mayor cantidad de material fino que se incorpora como sólidos en suspensión al agua.

Actividad 2. ¿Cómo circula el agua dentro del acuífero?

En esta actividad práctica intentaremos simular el funcionamiento de un acuífero formado por diferentes materiales, observando cómo es el movimiento del agua subterránea. También comprobaremos de nuevo que la velocidad a la que se mueve el agua es diferente en función del tipo de material que atraviesa. Esta práctica nos ayudará a entender por qué a veces la calidad del agua de dos puntos muy próximos puede ser muy diferente. Para ello sólo necesitaremos:

Materiales que necesitamos (abajo se pueden ver algunas fotos):

- Una caja transparente rectangular parecida a la de la figura 1 (largo: 35 cm; ancho: 10 cm; alto: 10 cm). Es recomendable que no sea demasiado grande, ya que al llenarla de material y agua el peso aumenta considerablemente, dificultando el transporte e incrementando el riesgo de rotura de la caja. Es importante que tenga suficiente altura para poder representar varias capas con diferentes materiales.
- Material granular como grava o arena para llenar la caja. Se puede utilizar el mismo material empleado en la práctica anterior. Además, podéis jugar con materiales de diferentes tamaños para comprobar cómo el comportamiento del agua es diferente. También podrían utilizarse legumbres si no hay posibilidad de conseguir arena.
- Dos trozos de material tipo esponja suficientemente densa para que no absorba el agua demasiado rápido. Puede ser un resto de espuma de relleno de un cojín.
- Una botella grande de agua.
- Colorante para utilizarlo como trazador. Se puede realizar mezclando agua con colorante alimentario.
- Tres jeringuillas suficientemente largas para llegar a la parte inferior y que sobresalga un poco por arriba o un trozo de tubo transparente.

Pasos a realizar:

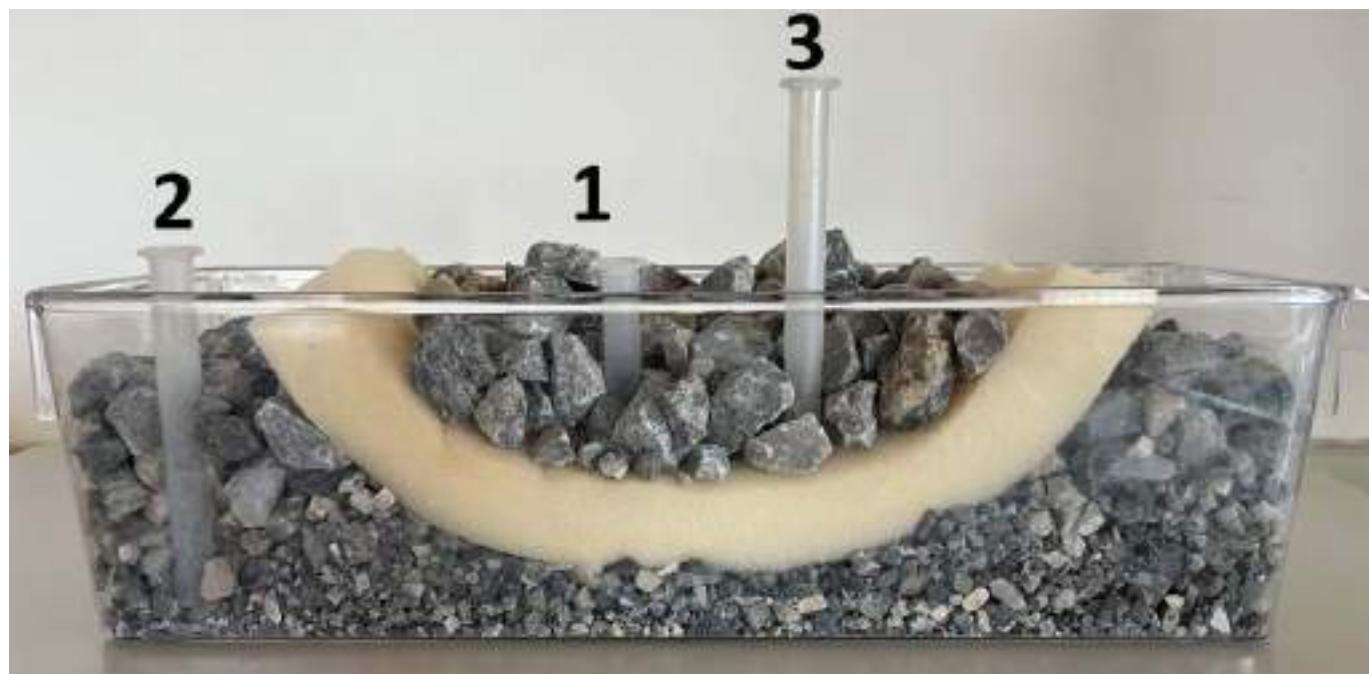
1. Para realizar el experimento, en primer lugar, hay que llenar aproximadamente la mitad de la caja transparente con el material granular y amontonarlo en los extremos de la caja, dejando en la parte central menor espesor como en la siguiente imagen.
2. Con ayuda de unas tijeras abrimos un pequeño agujero en la esponja e introducimos la jeringa



(jeringa 1) asegurándonos que traspasa la esponja. Es importante que el agujero que abrimos sea pequeño para que la jeringa quede ajustada y no se filtre el agua alrededor de la misma

3. Despues acomodamos la esponja formando una V procurando que la esponja quede bien ajustada por los laterales para impedir que el agua circule por el borde de la caja. La jeringa debe llegar hasta la arena de la parte inferior.
4. Colocamos otra de las jeringas (2) en el extremo izquierdo de la caja, donde sólo hay grava, de manera que llegue también hasta la parte inferior de la caja.
5. Finalmente rellenamos con material granular encima de la esponja hasta conseguir que quede como en la figura. Colocamos la tercera jeringa (3) en esta zona, sin llegar a traspasar la esponja.

Antes de comenzar, vamos a intentar responder a algunas preguntas:



- ¿Qué ocurrirá en la parte superior (grava que hay encima de la esponja) cuando llenemos de agua el acuífero por el extremo?
- ¿Llegará en algún momento el agua al acuífero superior?
- ¿Hacia dónde se mueve el agua una vez que se llena de agua la zona exterior?
- ¿Las jeringas (pozos en la realidad) se llenarán también de agua? Si es así, ¿qué altura de agua tendrán?
- ¿Tendrá la misma altura la jeringa 1 y 2?

¡Vamos a comprobarlo!

En primer lugar, vertemos agua en la caja por un extremo de forma que el nivel de agua en la caja quede un poco por encima de la base de la esponja.

Como hemos podido observar, el agua ha llenado todos los poros de la grava (o arena) que hemos colocado en la zona inferior. Sin embargo, debido a que los poros de la esponja son mucho más pequeños, el agua no se transmite tan rápido a través de la misma, comportándose como un acuitardo, que es una formación geológica que permite la circulación del agua a través de ella, pero con cierta dificultad.

Si nos fijamos en las jeringas, la 1 y la 2 tienen el mismo nivel de agua. La altura de la columna de agua en un acuífero se llama nivel piezométrico. ¿Por qué el nivel de agua en la jeringa 2 está por encima del nivel del acuífero en ese punto? Esto es debido a que el agua en ese punto se encuentra sometida a una presión mayor, ya que el acuífero se encuentra semiconfinado bajo una capa con menor permeabilidad como es la esponja.

Si nos quedamos un rato observando, vemos cómo el agua va ocupando los poros de la esponja con un movimiento ascendente a través de la misma. Mientras el nivel de acuitardo (esponja) se satura, el acuífero superior permanece seco. Pasado un tiempo, si el nivel del agua es suficientemente alto, comenzará a llenarse también el acuífero superior.

Ahora vamos a comprobar qué ocurre cuando el agua de recarga o el suelo sobre el que llueve está contaminado.

Para esta parte de la práctica podemos vaciar el agua (al menos una parte), retirando la arena de la parte superior y la esponja para cambiarla por una seca.

También podemos tener dos acuíferos diferentes si no hay posibilidad de vaciar el agua de forma sencilla.

Una vez que tenemos de nuevo el acuífero en su estado inicial (ojo, ahora la jeringa de la izquierda es del acuífero superior y la de la derecha es del inferior, que lo vamos a contaminar), probamos a verter agua “contaminada” con colorante. Comprobamos cómo se desplaza el colorante rápidamente por el acuífero inferior hasta que queda saturado. Como vemos, mientras que el acuífero inferior está completamente contaminado, el acuífero superior no lo está porque la capa de acuitardo retrasa la llegada del contaminante. Vertemos agua en el acuífero superior para poder extraerla y comprobar que aún no ha llegado el contaminante. Pasado un tiempo, el acuífero superior también empieza a contaminarse, aunque la concentración de contaminante es menor porque se ha diluido con el agua sin contaminar que existía en el acuífero.

Si la capa intermedia fuera totalmente impermeable, podría permanecer el acuífero superior libre de contaminación. Así, puede darse el caso de que dos pozos cercanos tengan una calidad del agua muy diferente. También puede darse el caso de que un pozo bastante alejado del foco contaminante, se encuentre afectado por tratarse del mismo acuífero o de acuíferos conectados.

Una vez visionados los vídeos, si se quiere, se puede pasar este **test** en clase (las soluciones están en la propia presentación). Señala la opción correcta (sólo hay una verdadera):

1. ¿Qué es la huella hídrica?

- a) Es la huella que dejan las gotas de agua en los cristales cuando llueve.
- b) Es el volumen de agua que se necesita para producir bienes y servicios.
- c) Es la cantidad de agua que consume una persona al día.

2. ¿Qué es el ciclo del agua?

- a) Es el proceso de alteración de la composición del agua al correr por las montañas y los ríos.
- b) Es la distancia que recorre el agua desde que cae en forma de precipitación hasta que llega al mar.
- c) Es el proceso en el que el agua se encuentra en constante cambio, moviéndose entre la hidrosfera y la atmósfera, cambiando de estado.

3. ¿Qué ocurre con el agua de lluvia cuando se infiltra en el terreno?

- a) Se va almacenando en los acuíferos y continúa en movimiento, pudiendo aparecer de nuevo en la superficie a grandes distancias de la zona en la que se ha infiltrado.
- b) Desaparece. Los científicos trabajan para averiguar a dónde va.
- c) Sigue circulando a la misma velocidad que en la superficie, o incluso más rápido, y vuelve a aparecer tiempo después mucho más contaminada, ya que arrastra todos los contaminantes que hay en el acuífero.

4. La vegetación ayuda a reducir la erosión del suelo y a retener el agua, favoreciendo su infiltración.

- a) Verdadero.
- b) Falso.
- c) Las dos son correctas.

5. ¿En qué medio circula el agua subterránea a mayor velocidad?

- a) Medio permeable con porosidad alta.
- b) Medio permeable con porosidad baja.
- c) Medio impermeable.

6. ¿Qué ocurre con la nieve cuando se derrite?

- a) Se transforma en estado gaseoso y no puede ser utilizada.
- b) Pasa a estado líquido, pudiendo ser aprovechada en los meses en los que no llueve.
- c) Se infiltra en el terreno y desaparece para siempre.

7. ¿Puede un río verse afectado por la sobreexplotación de un acuífero?

- a) En ningún caso. El agua de los ríos es agua superficial y es independiente de los acuíferos que existan alrededor.
- b) Sí, ya que algunos ríos se forman a partir de las aguas subterráneas y si desciende el nivel piezométrico del acuífero, puede secarse el río.
- c) No. Los acuíferos almacenan tanta agua que nunca se acaba.

8. ¿Cuál es la principal fuente de contaminación difusa del agua subterránea en España?

- a) Los vertederos, ya que hay muchos y almacenan muchos residuos.
- b) La ganadería, sobre todo la porcina.
- c) La agricultura.

9. ¿Cuál es el compuesto procedente de la agricultura que más problemas de contaminación causa en España?

- a) Los nitratos.
- b) El calcio.
- c) Metales pesados.

10. El uso y control de los recursos hídricos de manera responsable y eficiente se denomina:

- a) Gestión eficiente.
- b) Gestión sostenible.
- c) Eficiencia sostenible.

SESIÓN 6. Es tiempo de actuar: ¿es sostenible tu instituto?

Actividad 1

Primera parte: evaluar si el instituto es o no sostenible.

Te proponemos un reto. Te vamos a dar una lista de acciones relacionadas con la rutina de tu instituto. Algunas se hacen todos los días y otras una vez en la vida, pero todas generan un impacto en el planeta. Tenéis que reflexionar juntos para ordenarlas en tres grupos:

1. Las que generan poco impacto, es decir su huella ecológica es baja.
2. Las que tienen un impacto medio.
3. Las que producen un impacto muy alto y por tanto consumen muchos recursos.

Al final, haced una lista con aquellas acciones que pensáis que pueden generar que vuestro instituto sea más sostenible. Añadid todas las que se os ocurran.

Segunda parte: tiempo para vuestras propuestas.

Ya tenéis una lista con aquellas acciones de las anteriores que habéis seleccionado para hacer un instituto más sostenible. Ahora hay que difundir las propuestas y conseguir que todo el mundo lo vea importante y quiera ponerse manos a la obra. ¿Cómo lo hacemos? Aquí van algunas ideas:

1. En grupos, preparad carteles con las propuestas y hacerlos visibles en el patio, en el hall, por las clases o incluso en el barrio.
2. En parejas o tríos, grabad unos vídeos cortos para las redes sociales del instituto con las propuestas para hacer un instituto más sostenible.
3. Convocad a una reunión a los delegados de ESO y Bachillerato para explicarles vuestras propuestas y pedirles que las hablen en las clases.
4. Elaborad una 'Guía para ser sostenibles' para el Consejo Escolar de vuestro instituto.
5. ¡Cualquier otra cosa que se os ocurra!

Actividades relacionadas con el transporte y la movilidad

¿Cómo vas al instituto?
A pie o en bici
En bus o tranvía
En coche familiar

¿Cómo va el profesorado al instituto?
En coche (individual o compartido)
En bici o a pie
Transporte público

Transporte y movilidad

Viaje fin de curso
Nos vamos a París en avión
Recorremos España en tren
Nos vamos de acampada al Pirineo

¿Cómo son las excursiones y salidas?
Cogemos el autobús urbano o tranvía
Vamos a pie o en bici
Nos vamos en bus privado



Actividades relacionadas con la alimentación y residuos

Almuerzo del recreo	Comedor escolar
Envasado en plástico de un solo uso	La comida se cocina <i>in situ</i>
En papel de aluminio	La comida se trae de catering
Usamos envases reutilizables	La comida la trae cada alumno o de máquinas de vending
Separación y reciclaje	¿Qué origen tiene la comida que comemos?
No se separa residuos	Productores locales y de cercanía
Separamos solo papel	Producto ecológico
Hay contenedores en el patio para todos los residuos	Producto de supermercado grande

Alimentación y residuos



Actividades relacionadas con el consumo de energía y de agua

Iluminación del instituto	Calefacción del instituto
Luces LED y sensores de movimiento	Gas o estufas eléctricas
Luces LED, pero casi siempre "on"	Aerotermia o geotermia
Las luces de siempre	No lo sé, pero en invierno abrimos ventanas porque hace calor
¿Qué tal es el uso del agua?	Autoconsumo y aislamiento
Los grifos tienen control de caudal	En mi "insti" tenemos placas solares
Se reutilizan aguas para el riego	Nuestro tejado tiene plantas para aislar del calor
Los grifos no cierran bien	Las ventanas cierran todas mal

Consumo energético y de agua



Llamamos a todos los curiosos y las curiosas a convertirse en detectives de las crisis medioambientales y climáticas que sufrimos. No estáis solos: en estas investigaciones os ayudarán 10 investigadoras del Consejo Superior de Investigaciones Científicas de España (CSIC). Vienen de 6 comunidades distintas de nuestro país y se han juntado para explicaros cómo trabajan y porque es importante conocer las razones y consecuencias de estas crisis.

Esta guía es para todo el profesorado de Geología, Biología y otras asignaturas de ámbitos científicos de educación secundaria, además de otros facilitadores de educación no formal, que quieran, de una manera sencilla y guiados por vídeos realizados por estas científicas y con actividades sencillas, adentrarse en el mundo de las ciencias de la tierra y del medio ambiente de una manera rigurosa y, a la vez, amena.

Con este proyecto queremos apoyar el Decenio Internacional de las Ciencias para el Desarrollo Sostenible de la UNESCO. *Detectives de Crisis Climáticas y Medioambientales* promueve la ciencia como un bien común que impulsa un futuro más justo, resiliente e informado para nuestras nuevas generaciones.

ISBN-13 978-84-09-82071-9

<https://doi.org/10.20350/digitalCSIC/17892>

