

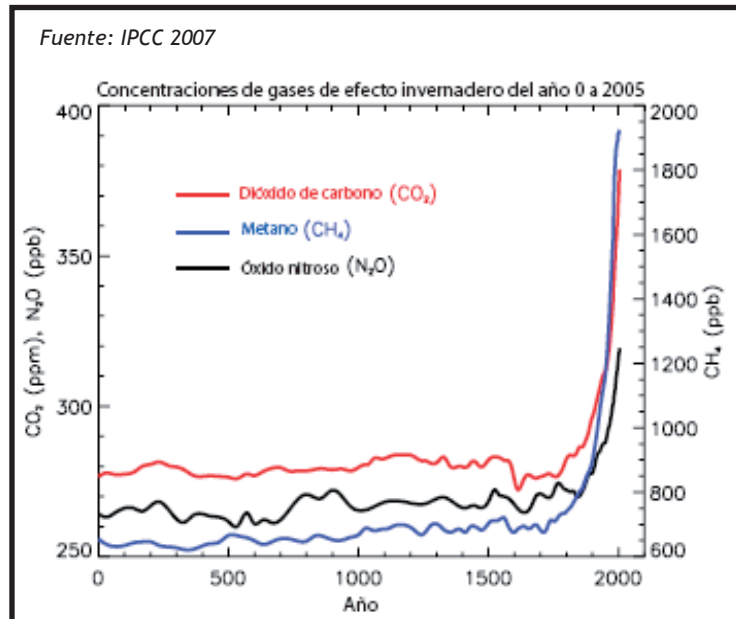
¿Por qué está cambiando el clima? Aprender a interpretar gráficas

| | |
|-----------------------|--|
| Etapa/ curso | 1º de Bachillerato |
| Área/materia | Biología y geología Física y química Ciencias para el mundo contemporáneo |
| Destreza | Interpretar gráficas Identificar cuestiones científicas Explicar fenómenos científicos Utilizar pruebas científicas |
| Tiempo de realización | 1-2 sesiones |
| Contenidos | <ul style="list-style-type: none"> • Cambio climático • Conocimiento acerca de la ciencia: <ul style="list-style-type: none"> - Interpretar gráficas - Identificar cuestiones científicas- Plantear y contrastar hipótesis - Observar y medir - Entender cómo se construye la ciencia - Utilizar valores y criterios éticos asociados a la ciencia |
| Competencias básicas | <ul style="list-style-type: none"> • Competencia en el conocimiento y la interacción con el mundo físico • Competencia en comunicación lingüística • Competencia matemática |
| Perfil del alumnado | Baja competencia acerca de la ciencia y el modo científico de abordar el tratamiento y resolución de problemas |
| Materiales | <p>Texto ¿Por qué está cambiando el clima?</p> <p>Anexo 1: Texto ¿Por qué sube el nivel del mar?</p> <p>Anexo 2: Ejemplo de esquema organizativo para el tratamiento del cambio climático</p> |

¿Por qué está cambiando el clima?

En la década de 1980, algunos científicos comenzaron a llamar la atención sobre una circunstancia singular: la temperatura media de la superficie terrestre subía y, probablemente, la causa había que buscarla en ciertas actividades humanas. Preocupada por el problema, la Organización de Naciones Unidas (ONU) creó en 1988 el Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (conocido por sus siglas inglesas, IPCC), sus investigaciones fueron merecedoras de la concesión del Premio Nobel de la Paz de 2007. En su informe de 2007, el IPCC señala:

“La razón principal para la preocupación actual sobre el cambio climático es el aumento de la concentración de dióxido de carbono atmosférico (y otros gases de efecto invernadero), que resulta muy inusual para el Cuaternario (los dos últimos millones de años aproximadamente). La concentración de CO₂ se conoce con precisión desde hace 650.000 años a partir de las muestras de hielo tomadas. Durante este tiempo, la concentración



de CO₂ varió de un mínimo de 180 ppm¹ durante los períodos glaciares fríos y un máximo de 300 ppm durante las épocas interglaciares cálidas. En el siglo pasado se incrementó rápidamente por encima de este rango, y ahora es de 379 ppm. A fin de establecer una comparación, el aumento de unas 80 ppm en la concentración de CO₂ al final de los períodos glaciares anteriores tardó por lo general más de 5.000 años”.

La gráfica adjunta muestra las concentraciones de gases de efecto invernadero en los últimos 2000 años. Veamos algunas aclaraciones que pueden ayudarte a leerla:

- En el eje abscisas (horizontal) figuran los años.
- En el eje de ordenadas aparecen dos referencias. A la izquierda figura el valor de la concentración del CO₂ en partes por millón (ppm), mientras que la del óxido nítrico (N₂O) aparece en partes por miles de millones (ppb). A la derecha se presenta la concentración del metano (CH₄) en ppb.

Modificado de: Pedrinaci, E. (2008): *El cambio climático: algo más que un riesgo*. En *Ciencias para el mundo contemporáneo. Aproximaciones didácticas*. Fundación Española para la Ciencia y la Tecnología (FECYT), pp. 157-232. <http://www.cienciasmundocontemporaneo.fecyt.es/>

Fuente: INTERGOVERNMENTAL PANEL ON CLIMATE CHANGE (IPCC) (2007): *Cambio Climático 2007-Base de Ciencia Física*. http://ipcc-wg1.ucar.edu/wg1/wg1_home.html

¹ En la composición actual de la atmósfera predominan el nitrógeno (78%) y el oxígeno (21%), el siguiente en abundancia es el argón (0,93%). Los demás componentes se hallan en proporciones muy pequeñas y, por ello, su presencia no suele expresarse en tantos por ciento sino en partes por millón (ppm) o en partes por miles de millones (ppb).

Cuestionario

- 1) ¿Qué son los gases de efecto invernadero? ¿Cuáles de ellos aparecen citados en el texto?
- 2) Escribe una descripción detallada de esta gráfica.
- 3) Ponle un título que consideres representativo y sea diferente al que figura en la cabecera de la gráfica.
- 4) Formula alguna pregunta a la que dé respuesta esta gráfica.
- 5) ¿Qué conclusiones pueden alcanzarse de los datos recogidos en esta gráfica?
- 6) El texto señala que “La concentración de CO₂ se conoce con precisión desde hace 650.000 años a partir de las muestras de hielo tomadas”, se refiere al hielo glaciar formado por compactación de la nieve que ha ido acumulándose capa sobre capa, especialmente el de la Antártida. ¿Cómo es posible que este hielo proporcione información sobre la concentración de los gases de efecto invernadero?

Desarrollo de la actividad

La actividad se desarrolla de acuerdo con los pasos siguientes

1. Exploración de los conocimientos previos de los estudiantes

- Pregunta a los estudiantes ¿qué es el efecto invernadero?, ¿cómo se produce? Los estudiantes de estas edades suelen tener ciertas nociones sobre el efecto invernadero, sin embargo, es frecuente que hagan una interpretación negativa del efecto invernadero y lo relacionen con la “contaminación” y la actividad antrópica en general. Conviene que entiendan que desde que existe atmósfera nuestro planeta ha tenido efecto invernadero y que sin su existencia la Tierra sería un planeta helado, con una temperatura media en la superficie de -18 °C. El problema no es la existencia del efecto invernadero sino el incremento en este efecto que se está produciendo en la actualidad.
- Para ayudar a conocer el valor del efecto invernadero y entender que la temperatura media del planeta no sólo depende de la distancia al Sol puedes utilizar la siguiente actividad²:

Distancia al Sol y algo más. ¿Por qué hay planetas cálidos y planetas helados? La superficie de la Tierra tiene una temperatura media de unos 15 °C, la de Venus es 447 °C (suficiente para fundir el plomo) y la de Marte es de -55 °C. De estos datos podría deducirse que la Tierra se encuentra a la distancia adecuada del Sol, mientras que Venus está demasiado cerca y Marte demasiado lejos.

Sin embargo, de acuerdo con su distancia al Sol, la temperatura teórica que tendrían en ausencia de atmósfera sería inferior en todos los casos.

² Modificada de: Pedrinaci, E. (2008): *El cambio climático: algo más que un riesgo*. En *Ciencias para el mundo contemporáneo. Aproximaciones didácticas*. Fundación Española para la Ciencia y la Tecnología (FECYT), pp. 157-232. <http://www.cienciasmundocontemporaneo.fecyt.es/>

| | Temperatura real | Temperatura teórica | Atmósfera |
|--------|------------------|---------------------|--|
| Venus | 447 °C | 155 °C | Muy densa, 96% CO ₂ , 3 % N ₂ |
| Tierra | 1 | -1 | Poco densa, 78 % N ₂ , 21% O ₂ |
| Marte | -55 °C | -63 °C | Muy tenue, 95 % CO ₂ , 3 % N ₂ |

- 1) Si a la temperatura real le restamos la teórica, obtendremos el valor del efecto invernadero. A partir de los datos de la tabla, calcula el valor del efecto invernadero en Venus, la Tierra y Marte.
- 2) ¿A qué puede deberse las diferencias existentes entre los valores del efecto invernadero en cada uno de estos planetas?
- 3) La Luna se encuentra a la misma distancia del Sol que la Tierra pero carece de atmósfera. ¿Cuál será su temperatura teórica? ¿Y su temperatura real?
- 4) El planeta más cercano al Sol, Mercurio, tiene una temperatura superficial media de 180 °C. ¿Cómo puede explicarse que su temperatura sea 267 °C menos que Venus?

2. Lectura e interpretación del texto

- Presenta el texto: trata de los cambios producidos en la concentración de gases de efecto invernadero en nuestra atmósfera durante los dos últimos milenios y presenta la principal institución internacional que está investigando sobre el cambio climático, el Panel Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (IPCC).
- Explica la finalidad del texto: conocer algunos de los datos que se tienen acerca de las causas del cambio climático y entender que el análisis de la situación actual y las proyecciones para fin de siglo XXI son mucho más que una “simple opinión” y están basadas en datos proporcionados por numerosas investigaciones.
- Pide que lean el texto y resuelvan el cuestionario. Puedes ayudar a los estudiantes a extraer más información del texto e inferir conocimientos con cuestiones como:
 - ¿Entre qué valores oscila la concentración de CO₂ desde el año cero hasta el 1800?, ¿qué trayectorias siguen los demás gases de efecto invernadero en ese período de tiempo?
 - Pídeles que escriban un texto suficientemente extenso y preciso en el que describan los datos recogidos en las gráficas. Una gráfica es un modo de sintetizar muchos datos mostrándolos de una manera clara para facilitar su comprensión, valoración y uso. Al pedirles que hagan una descripción de la gráfica se les está solicitando que recorran el camino inverso. Un ejercicio de este tipo no sólo sirve para aprender a leer gráficas sino también para valorar su sentido y utilidad. Pidiéndoles que propongan un título alternativo se pretende que sintetizen lo esencial.

- Entender bien una gráfica supone ser capaz de formular preguntas a las que la gráfica dé respuesta. Hacer preguntas a la gráfica significa establecer “un diálogo con ella” y cuando se está en condiciones de hacerlo puede asegurarse que se sabe leer bien una gráfica y aprovechar su información. Anímales, pues, a que formulen esas preguntas. Ejemplos de preguntas: ¿a partir de qué momento comienza a elevarse rápidamente la concentración de CO₂?, ¿cuánto ha aumentado la concentración del CO₂ en el último siglo?, ¿el metano y el óxido nitroso han tenido un período de estabilidad similar al del dióxido de carbono? ¿el incremento de uno y otro se ha producido simultáneamente?
- Pídeles que elaboren alguna hipótesis fundamentada en los datos de la gráfica. Por ejemplo, el incremento del dióxido de carbono durante el último siglo puede deberse a actividades humanas como la quema de combustibles fósiles y la deforestación.
- Invítales a que piensen cómo podría contrastarse esta hipótesis (habría que ver: a) si en la quema de combustibles fósiles se desprende CO₂, b) si el incremento de CO₂ es simultáneo al incremento de consumo de combustibles fósiles, y c) si durante este último siglo ha disminuido la superficie arbolada.

3. Aplicación de la información

El aprendizaje de la lectura de gráficas requiere hacer esta tarea con cierta frecuencia, de manera que este aprendizaje se aplique en contextos diversos. La actividad que figura en el anexo 1 “¿Por qué sube el nivel del mar?” no sólo puede ser útil para esto sino que proporciona más datos sobre el cambio climático.

Otras consideraciones didácticas

El cambio climático es un problema que merece ser trabajado con detenimiento porque tiene:

- Gran interés científico. Sólo en el IPCC participan más de dos mil científicos de todos los países, cuyos trabajos contrastan, debaten, replican y validan.
- Gran interés tecnológico. Plantea retos relacionados con la utilización de las energías renovables, con la reducción de la emisión de gases de efecto invernadero, con el uso de sumideros para estos gases, con la mejora en la eficiencia energética de edificios, automóviles, electrodomésticos, etc.
- Gran interés social. Es un problema que afecta a toda la humanidad, que evidencia los desequilibrios Norte-Sur, que cuestiona nuestros modelos de vida y aconseja la adopción inmediata de medidas, algunas de las cuales pueden resultar dolorosas.
- Gran interés didáctico. Invita a que los estudiantes busquen información y tomen decisiones informadas en aspectos que les afectan como ciudadanos.

En el tratamiento del cambio climático, como en otros problemas que exijan el manejo de informaciones diversas procedentes de distintas fuentes, conviene que el alumnado disponga de un esquema interpretativo, a modo de organizador previo, que proporcione una primera perspectiva de conjunto y le ayude a establecer relaciones entre los contenidos que van trabajándose. La intención es que funcione como una “hoja de ruta” o mapa que no sólo facilite el trazado del itinerario sino que ayude a situarse dentro de él a medida que se avanza. Conviene que los estudiantes participen en su elaboración, de esta forma será mayor el significado que le atribuyan y el uso que le den³.

En el anexo 2 se ofrece un ejemplo de esquema organizativo para el tratamiento del cambio climático.

Anexo 1: ¿Por qué sube el nivel del mar?

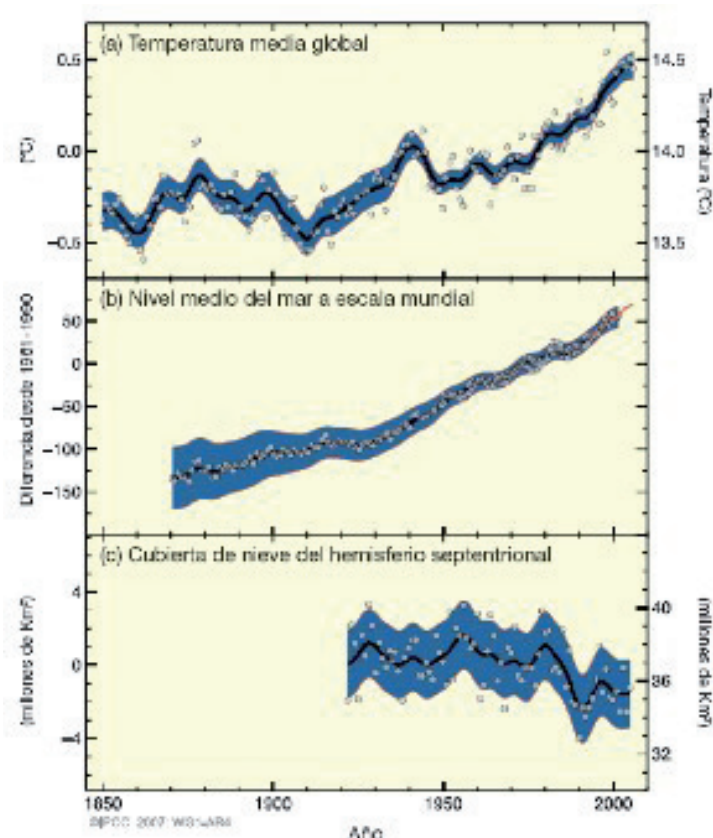
Figura A.13. Fuente: IPCC 2007

El IPCC 2007 concluye que “el calentamiento del sistema climático es inequívoco” y proporciona los siguientes datos:

- Durante el último siglo la temperatura media global ha subido 0,6 °C y en Europa 0,9°C.
- La década de 1990 ha sido la más cálida del siglo XX.
- Once de los doce años más calurosos del período comprendido entre 1850 y 2006 (período en el que se dispone de mediciones directas) se han dado entre 1995 y 2006.

Pero no sólo está subiendo la temperatura sino que también lo está haciendo el nivel del mar, y mientras tanto está bajando la cubierta de nieve y hielo en el planeta. ¿Existe alguna relación entre estos cambios? Para llegar a conclusiones de este tipo, los científicos realizan análisis comparativos, correlaciones, de todos estos datos.

El cuadro adjunto muestra tres gráficas con la evolución de la temperatura media anual, del nivel medio del mar y de la extensión de la cubierta de hielo en el hemisferio norte, respectivamente.



³ Puede verse al respecto Pedrinaci, E. (2008): *El cambio global: un riesgo y una oportunidad*. Alambique n 55, pp. 56-67

En abscisas figuran en todos los casos los años, mientras que en ordenadas aparece en cada gráfica el valor de la variable medida.

Los círculos representan los valores anuales tomados, los trazos negros son los valores promedio y las zonas sombreadas de azul, los márgenes de incertidumbre.

Cuestionario

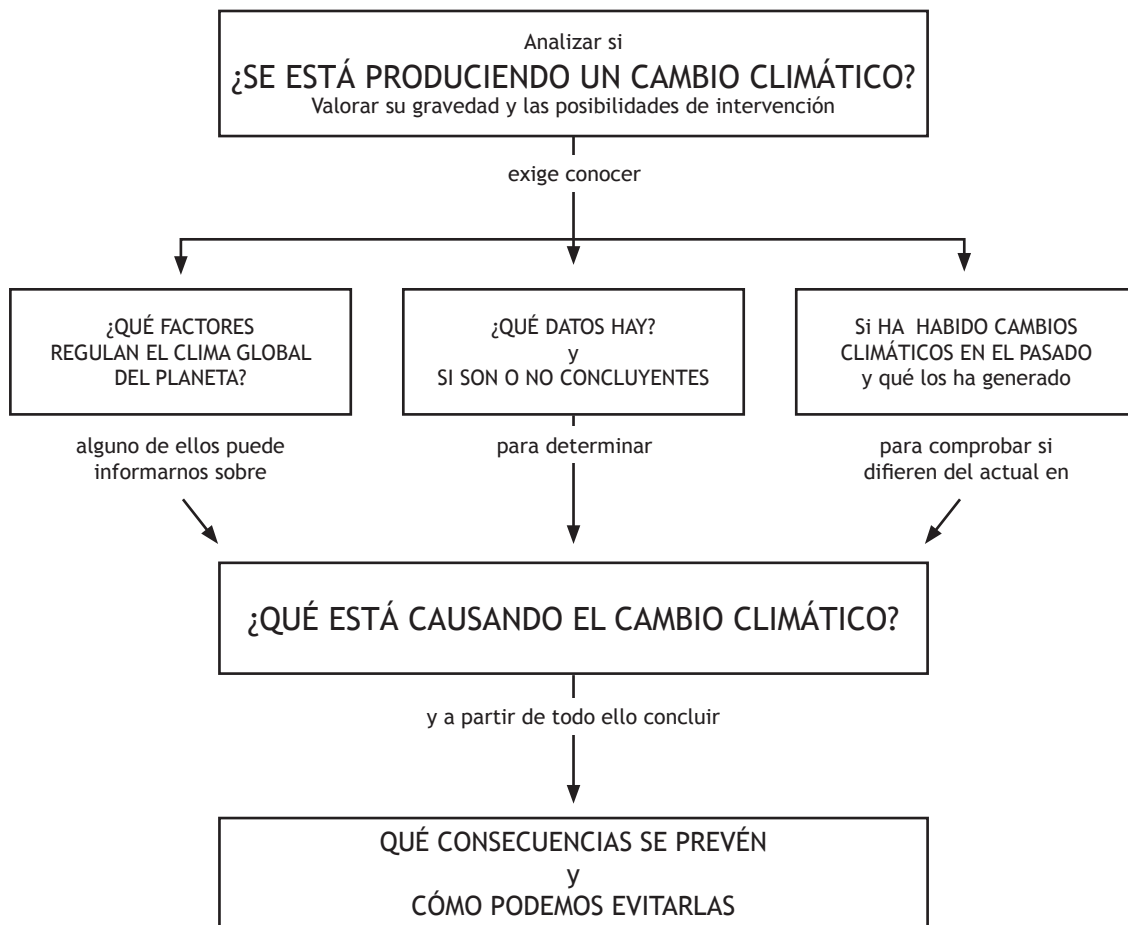
- 1) ¿Cuál ha sido la evolución del nivel medio del mar durante el período medido? Haz un análisis comparativo de la evolución del nivel del mar, la temperatura y la cubierta de hielo.
- 2) Formula alguna pregunta a la que dé respuesta de manera individual una de estas gráficas, y otra cuya respuesta deba obtenerse del análisis simultáneo de más de una gráfica.
- 3) Imagina un vaso de plástico que contiene agua. El nivel del agua puede cambiar porque modifiquemos la forma del recipiente (por ejemplo, apretándolo o empujando para que suba su fondo). ¿Conoces algún proceso geológico que modifique la forma de las cuencas oceánicas?
- 4) También puede cambiar el nivel del agua en el vaso de plástico porque echemos más agua. ¿Hay algún proceso natural que incremente la aportación de agua al océano? ¿Está produciéndose en los últimos años?
- 5) ¿Hay alguna otra forma de que suba el nivel del agua en el recipiente sin que se cambie su forma ni se suministre más agua?
- 6) ¿Qué conclusiones podrían obtenerse para el caso de la subida del nivel del mar? ¿Cuáles dirías que son las causas que lo están generando?

Comentarios:

Existen procesos geológicos que pueden modificar la forma y dimensiones de las cuencas oceánicas (por ejemplo, la apertura y cierre de océanos, la formación de una dorsal oceánica, etc.) y sus efectos sobre el nivel del mar pueden ser muy importantes, mucho mayores que los de la fusión del hielo. Pero debe tenerse en cuenta que son procesos que actúan a escala de millones de años. En consecuencia, poca influencia pueden tener en la elevación del nivel del mar que está ocurriendo en las últimas décadas. Sin embargo, han desempeñado un papel clave en cambios del pasado, de manera que conviene tomarlos en consideración al analizar lo ocurrido en el pasado.

El IPCC 2007 considera que la fusión del hielo terrestre y la expansión térmica de agua oceánica se reparten casi a partes iguales el incremento del nivel del mar entre 1993 y 2003. Más dudas existen, sin embargo, para períodos anteriores.

Anexo 2: Ejemplo de esquema organizativo para el tratamiento en el aula del cambio climático



Adaptado de: Pedrinaci, E. (2008): *El cambio climático: algo más que un riesgo*. En *Ciencias para el mundo contemporáneo. Aproximaciones didácticas*. Fundación Española para la Ciencia y la Tecnología (FECYT), pp. 157-232.

<http://www.cienciasmundocontemporaneo.fecyt.es/>