

Evaluación de los aprendizajes	Aprendizajes declarativos	Aprendizajes procedimentales	Aprendizajes actitudinales
Indicadores	Sí / No / Parcialmente	Sí / No / Parcialmente	Sí / No / Parcialmente
Conoce los conceptos			
Aplica e interrelaciona los conceptos			
Tiene una actitud crítica			
Colabora activamente en el trabajo de equipo			

Actividades de desarrollo: foro-debate. Posteriormente organizaremos un foro sobre cambio climático, en el que los estudiantes presentarán el resultado de sus investigaciones en un lapso de 10 o 15 minutos por tema. Una vez terminadas las exposiciones daremos paso al debate. Para éste será interesante tomar en cuenta que las nuevas políticas globales y las sugerencias del IPCC se centran menos en la mitigación y más en la adaptación al cambio climático, lo que sugiere que el cambio es ya irreversible. Algunas preguntas de donde partir serían: ¿Es posible adaptarnos a los extremos climáticos? ¿Afectan en la misma medida a ricos y pobres? ¿Se cuenta con los recursos económicos necesarios? ¿Podemos contribuir a mitigar el cambio climático modificando algunos de nuestros hábitos? ¿Hay que repensar el desarrollo?

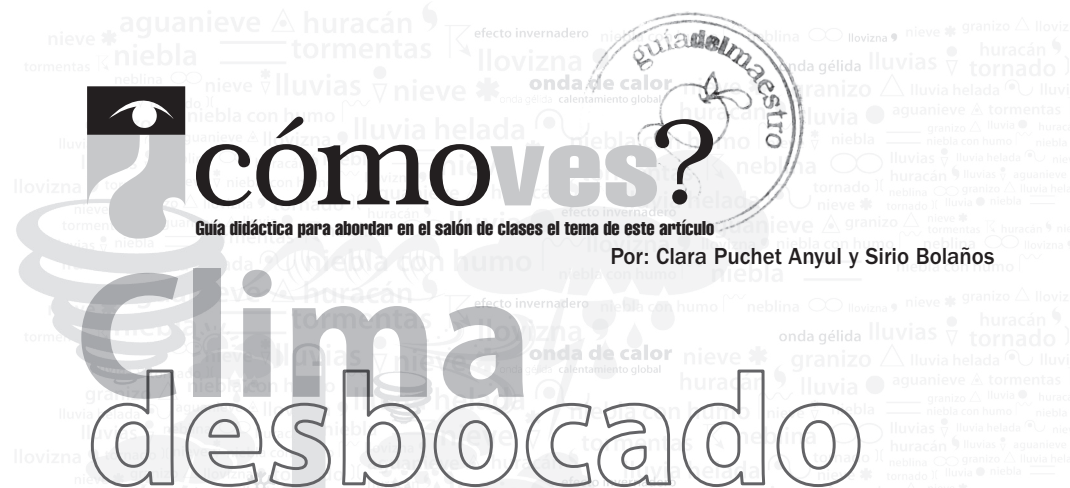
Actividades de evaluación: rúbricas. No hay que olvidar que la evaluación es parte fundamental del proceso de enseñanza-aprendizaje, y los aprendizajes son múltiples. Hay que evaluar no sólo los contenidos, sino también los procedimientos, las actitudes, la capacidad de comunicación y el trabajo colaborativo. Para evaluar resulta muy útil elaborar una rúbrica en la que incluyamos los tres tipos de aprendizajes: declarativos (saber decir), procedimentales (saber hacer) y actitudinales (saber ser), y sus indicadores. De esta manera podremos ir evaluando todo el proceso.

VII. Bibliografía y mesografía

Barradas, V. L., “Disminuyen lluvias por la deforestación en el Cofre de Perote”.

Entrevista al Dr. Barradas realizada por Laura Romero, *Gaceta UNAM*, 23 de mayo de 2005, pp. 9-10, México.
FAO: <http://www.fao.org/newsroom/es/news/2005/89781/index.html>
Plataforma Climática Latinoamericana: “¿Cuánto nos cuesta el cambio climático?”, Lorenzo Morales, <http://www.intercambioclimatico.com/2011/12/03/%C2%BFcuanto-nos-cuesta-el-cambio-climatico/>
Jáuregui, E., “Desarrollo de la isla urbana de calor en grandes ciudades de México”, *Revista de Geografía*, 1986, Vol.1, No. 1, pp. 45-50.
Jarraud, M., “Clima y agua, factores en 90% de los desastres naturales: OMM”, *La Jornada*, 22 de marzo de 2006, México.
Maser, O., “La ecología global desde la perspectiva del cambio climático”, *Ciencias* 81, enero-marzo, 2006, Facultad de Ciencias, UNAM, México, pp. 4-15.
Molina, M., “En mil años, 2005 ha sido el más caluroso”, *La Jornada*, 22 de marzo de 2006, México.
Bessièrès, Michel, “Clima: cuanto más se sabe menos se hace”, *Correo de la UNESCO*, 2011-06.
World Resources, *People and ecosystems: the fraying web of life*, World Resources Institute, UNDP, UNEP World Bank, Washington, 2000-2001.

Los profesores pueden copiar esta guía para su uso en clase. Para cualquier otro uso es necesaria la autorización por escrito del editor de la revista.



Guía didáctica para abordar en el salón de clases el tema de este artículo

Por: Clara Puchet Anyul y Sirio Bolaños

De: Guillermo Murray Tortarolo y Guillermo Murray Prisant

Noviembre 2012
No. 168. p. 10

Maestros:

Esta guía se ha diseñado para que un artículo de cada número de *¿Cómo ves?* pueda trabajarse en clase con los alumnos, como un complemento a los programas de ciencias naturales y a los objetivos generales de estas disciplinas a nivel bachillerato. Esperamos que la información y las actividades propuestas sean un atractivo punto de partida o un novedoso “broche de oro” para dar un ingrediente de motivación adicional a sus cursos.

I. Relación con los temarios del Bachillerato UNAM

El artículo de este mes está vinculado con los temarios de geografía, biología y química, ya que trata de uno de los principales problemas ambientales que afectan hoy a las sociedades humanas: el cambio climático y sus consecuencias. Todos hemos oído hablar del efecto invernadero, pero ¿sabemos realmente lo que significa? Revisaremos para comenzar los beneficios del efecto invernadero natural para poder entender después los problemas que ocasiona el efecto invernadero generado por las actividades humanas, llamado efecto invernadero antropogénico.

II. Efecto invernadero natural vs. efecto invernadero antropogénico

El efecto invernadero es un proceso natural que calienta la baja atmósfera y la superfi-

cie de la Tierra. Se debe a la presencia en la atmósfera de gases que dejan pasar la luz del Sol a la superficie del planeta pero no dejan salir la radiación infrarroja. Estos gases actúan como los vidrios de un invernadero, de ahí su nombre.

De acuerdo con Masera (2006), en ausencia de estos gases la temperatura media de equilibrio de la Tierra sería de -20°C en lugar de 13°C, o sea 33°C más baja de lo que es. Hasta hace poco, los cambios en el clima se asociaban solamente a causas naturales (por ejemplo, erupciones volcánicas, cambios en el Sol). No obstante, para la mayoría de los científicos ha quedado claro que las actividades humanas están alterando el clima terrestre. Uno de los mecanismos más importantes en esta alteración es el efecto de los gases producidos por la combustión de carbón y petróleo. Estos gases intensifican el efecto invernadero natural del planeta, calentando la atmósfera más de lo normal.

El efecto invernadero antropogénico se debe a la emisión a la atmósfera de gases como el dióxido de carbono (CO₂), el metano (CH₄), el óxido nitroso (N₂O), los clorofluorocarbonos (CFC), el ozono (O₃) y el monóxido de carbono (CO), entre otros, que atrapan una buena parte del calor que emite el planeta, conservándolo cerca de la superficie. Cuanto mayor es la concentración de los gases de efecto invernadero (GEI), mayor es la cantidad de calor atrapado en las capas inferiores

de la atmósfera y la temperatura superficial tiende a elevarse.

La concentración en la atmósfera del principal gas de efecto invernadero, el dióxido de carbono, no ha dejado de aumentar: pasó de 280 partes por millón (ppm) en los albores de la Revolución Industrial, a más de 379 ppm en la actualidad, y las estimaciones para fines del siglo XXI la sitúan entre 540 y 970 ppm (UNESCO, 2001).

III. ¿Qué nos depara el calentamiento global?

El clima de la Tierra no sólo está asociado con lo que sucede en la atmósfera, sino que es el resultado de la interacción de ésta con otros componentes que conforman el *sistema climático*, y que son: la superficie sólida de la Tierra (geosfera), el conjunto de todos los seres vivos que la habitan (biosfera), los glaciares, hielos continentales y marinos (criosfera) y los cuerpos de agua (hidrosfera), particularmente los océanos.

Uno de los efectos del cambio climático es la intensificación del ciclo hidrológico, lo cual aumenta los flujos de agua hacia los continentes y afecta la disponibilidad del recurso. Los glaciares se están derritiendo, las lluvias se intensifican y también las sequías.

Cada día nos llegan noticias de grandes inundaciones o prolongadas sequías que confirman que el clima se está volviendo extremo: las precipitaciones muy abundantes y las sequías extremas son más frecuentes, y lo mismo sucede con la temperatura (ondas de calor y ondas gélidas). Según el Premio Nobel mexicano Mario Molina “el calentamiento global se está dando más rápido de lo previsto”.

En resumen, según Masera, los modelos de simulación del clima mundial predicen que los efectos más importantes del calentamiento global serán:

- a) Un aumento de la temperatura media superficial de 1.5 a 6°C en los próximos 100 años.
- b) Cambios en los patrones de la precipitación pluvial mundial con diferencias significativas en el plano regional.
- c) Elevación del nivel del mar de entre 0.2 y 1.5 metros.
- d) Cambios en la humedad del suelo por aumento de la evaporación.

IV. Cambio de uso del suelo

Los modelos climáticos basados en los intercambios de energía, agua y gases entre la superficie de la Tierra y la atmósfera han demostrado el papel preponderante de los ecosistemas terrestres en el sistema del clima.

Hoy se reconoce ampliamente que los cambios en la cobertura vegetal, tanto naturales como generados por las actividades humanas, alteran el clima y constituyen un elemento importante de retroalimentación en el sistema climático. Por creer que los bosques eran inacabables los talamos inmoderadamente para ampliar las fronteras agropecuaria y urbana, sin tomar en cuenta que la tala no sólo afecta al bosque como recurso, sino también a la biodiversidad (por la pérdida del hábitat de muchas especies), al suelo (que se erosiona), al aire (ya que deja de capturarse carbono) y al agua (porque al no haber vegetación deja de infiltrarse en el suelo).

La vegetación desempeña un papel muy importante en el ciclo hidrológico porque intercepta el agua de lluvia y regula la velocidad de escurrimiento, lo que favorece la infiltración superficial y profunda. El cambio climático está por lo tanto íntimamente ligado a la modificación de los ecosistemas terrestres y en particular a la deforestación.

En algunos lugares falta el agua porque la intensa deforestación y la fragmentación de bosques evita la recarga de los mantos acuíferos y contribuye a la pérdida del suelo; en otros sobra y produce inundaciones y pérdidas materiales y humanas.

Las pérdidas económicas producidas por los desastres hidrometeorológicos sue-



len tener un impacto diferenciado. Según el IPCC (siglas en inglés del Panel Intergubernamental sobre Cambio Climático) “los países desarrollados suelen perder el 0.1 por ciento de su Producto Interno Bruto (PIB) por este tipo de catástrofes asociadas al clima. En el otro extremo, los países más pobres (o en vías de desarrollo) pierden cerca del 0.3 por ciento de su PIB. (Plataforma Climática Latinoamericana, 2011).

Al destruirse el capital natural se destruye también el tejido social, debido a que la incapacidad de las áreas rurales para generar empleos productivos para sus habitantes promueve grandes corrientes migratorias de la población del campo hacia las ciudades o al extranjero.

Otro de los problemas que acarrea el convertir los bosques y las selvas en agrosistemas es que estos últimos, por soportar menos vegetación, dejan de capturar grandes cantidades de bióxido de carbono que se incorporan a la atmósfera. Se ha calculado que aproximadamente el 33% del carbono que se ha acumulado en la atmósfera en los últimos 150 años proviene de la deforestación y del cambio de uso del suelo (World Resources, 2000), a pesar de que consumir combustibles fósiles es lo que más ha contribuido a la acumulación de gases de efecto invernadero, con la consecuente amenaza para el clima mundial. Cada vez que un bosque produce dos metros cúbicos de madera, atrapa alrededor de una tonelada de carbono del aire. Por el contrario, al destruirse los bosques se liberan al año alrededor de 6 000 millones de toneladas de bióxido de carbono (FAO, 2005).

V. Islas de calor en las ciudades

La sustitución del suelo natural por elementos urbanos (banquetas, calles, edificios, etc.) ocasiona un incremento en la temperatura del aire de las ciudades, cuyo núcleo más caliente se denomina “isla de calor”: esto es lo que sucede, por ejemplo, en el centro de la Ciudad de México. El fenómeno de la isla de calor no es continuo. Se genera preferentemente en las noches despejadas y sin viento, lo que usualmente ocurre cuando un sistema anticiclónico estabiliza la capa de aire superficial.

Entre las causas que se sugieren para la génesis de la isla de calor están las siguientes:

- 1) Aumento de la absorción de la radiación de onda corta (luz), debido a que los edificios presentan una mayor superficie expuesta a la radiación.
- 2) Disminución de la pérdida de radiación de onda larga (radiación infrarroja); las ondas infrarrojas van chocando contra los edificios dentro de los cañones urbanos y se pierden más lentamente.
- 3) Presencia de fuentes antrópicas de calor, emitido por los vehículos y las fábricas, que contribuyen al aumento de la temperatura.
- 4) Aumento de la capacidad de almacenar calor debido a las características de los materiales de construcción.
- 5) Disminución de la evapotranspiración por escasez de vegetación y desecación de cuerpos de agua.
- 6) Calor antropogénico, que depende directamente del número de habitantes de la ciudad.

VI. Sugerencias didácticas

Actividades de inicio: lectura e indagación.

Primero proponemos la lectura cuidadosa del artículo. Después pediremos a nuestros alumnos que enumeren las consecuencias del calentamiento global y se repartan los siguientes temas para realizar por equipos una investigación más profunda de cada uno.

Consecuencias del cambio climático:

- * Derretimiento de los casquetes polares y extinción de especies que viven allí.
- * Acidificación oceánica y muerte de los arrecifes de coral.
- * Expansión térmica del océano e inundación de los países isleños.
- * Aumento en el riesgo agrícola.
- * Aumento en el número global de migrantes.
- * Extinción de especies de animales y plantas.
- * Extremos climáticos - onda de calor.
- * Extremos climáticos - onda gélida.
- * Extremos climáticos - sequías.
- * Extremos climáticos - precipitaciones copiosas en lapsos breves.