

(agua, alimentos, electricidad, transporte, manejo de residuos, etc.). Hay que luchar contra la apatía de la perpetuidad: creer que el ambiente va a durar para siempre, y por lo tanto no tenemos por qué cuidarlo, es la principal barrera para interiorizar su cuidado. Es indispensable entender la fragilidad de las condiciones que subyacen a nuestro bienestar para poder actuar. Como docentes nuestra labor es involucrar a los alumnos, conducirlos a que comprendan que nuestro bienestar depende de los servicios que representan el ambiente en nuestra vida diaria, que conservarlos es cuidarnos a nosotros mismos y nos compete a todos. A partir de la discusión del artículo de referencia les sugerimos que alienten a sus estudiantes a proponer soluciones; los jóvenes tienen un gran potencial y también el derecho a imaginar un mundo distinto al que se prefigura. También darles a conocer los avances de la ciencia y la tecnología; por ejemplo, un equipo de la Universidad de Cambridge, liderado por Erwin Reiner, ha estado trabajando en alternativas al uso de gasolina que sean sostenibles aplicando los principios de la fotosíntesis. Acaban de publicar en la revista *Nature* el desarrollo de unas hojas artificiales flotantes (fotoelectroquímicas) que pueden producir *syngas* —gas sintético— a partir de luz solar, dióxido de carbono y agua.

De primera mano

Otra actividad muy recomendable y motivadora para nuestros estudiantes es orga-

nizar una visita a los humedales (puede ser en Veracruz o en la península de Yucatán) para conocerlos y comprender mejor la necesidad de protegerlos. Las experiencias de primera mano son muy reveladoras para los jóvenes e incluso pueden llegar a descubrir una vocación que hasta ese momento permanecía oculta. Existen varias empresas de ecoturismo que organizan viajes de estudio con grupos escolares.

VI. Bibliografía y mesografía

- Europa Press, “Hojas artificiales flotantes producen combustible del sol y el agua”, 17 de agosto de 2022, en: <https://www.europapress.es/ciencia/laboratorio/noticia-hojas-artificiales-flotantes-producen-combustible-sol-agua-20220817174615.html>
- Hausfather, Zeke y Jane Flegal, “Debemos eliminar el CO₂, no solo dejar de emitirlo”, *MIT Technology Review*, 27 de julio de 2022, en: <https://www.technologyreview.es/s/14423/debemos-eliminar-el-co2-no-solo-dejar-de-emitirlo>
- Puchet Anyul, Clara, “Cuidemos el ambiente desde la interioridad”, ponencia presentada en el XXV Encuentro Pedagógico Carmen Meda, Colegio Madrid A.C., México, 2019.
- Temple, James, “La mayor planta de captura de CO₂ de Europa podría arrancar en 2026”, *MIT Technology Review*, 16 de julio de 2021, en: <https://www.technologyreview.es/s/13473/la-mayor-planta-de-captura-de-co2-de-europa-podria-arrancar-en-2026>



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: comoves@dgdc.unam.mx.

¿cómoves?



guíadelmaestro

Por Clara Puchet Anyul



Estas guías mensuales están diseñadas para que un artículo de *¿Cómo ves?* pueda trabajarse en clase con los alumnos, como un complemento a los programas de ciencias naturales y sociales, y a los objetivos generales de estas disciplinas a nivel bachillerato. Esperamos que la información y las actividades propuestas brinden un ingrediente de motivación adicional a sus cursos.

Septiembre 2022 • Núm. 286 • p. 16
De: Víctor Rogelio
Hernández Marroquín



I. Relación con los temarios del Bachillerato UNAM

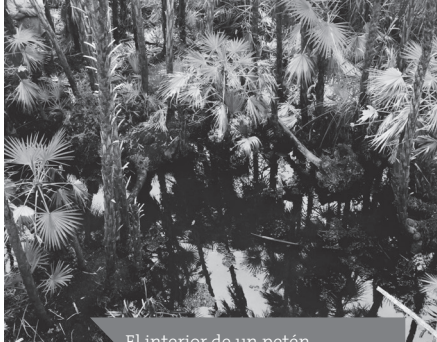
En la guía de este mes nos adentramos en el intrincado mundo de las relaciones ecológicas en los humedales de agua dulce, ecosistemas complejos con una gran biodiversidad que nos proporcionan múltiples servicios ambientales de los que depende nuestra supervivencia. Aunque ocupan áreas pequeñas son sumideros de carbono, indispensables para mitigar el cambio climático. El tema será de gran interés para nuestros estudiantes en los cursos de biología y geografía del bachillerato.

II. Los humedales y el carbono azul

Existen diferentes tipos de humedales que se clasifican de acuerdo con el tipo de vegetación y el agua que reciben, ya sea dulce (alimentados por ríos, lagos, lagunas

o agua de lluvia), salada o salobre como en el caso de los manglares.

Los petenes son agrupaciones de árboles y otras plantas de selva que crecen alrededor de un cenote en los humedales de Sian Ka'an y son el refugio de los peces que logran escapar de la sequía. Uno de los servicios ambientales más importantes que nos brindan estos ecosistemas es la captura de dióxido de carbono. Las investigadoras Patricia Moreno y Rosario Landgrave, del Instituto de Ecología A.C., realizaron un estudio en el que estimaron que en México se ha perdido 62.1% de las zonas de humedales. Como enfatiza Víctor Hernández, autor del artículo de referencia, según las investigadoras mencionadas es necesario reconocer que “los humedales de agua dulce pueden ser nuestros aliados en la captura de carbono de la atmósfera [ya que] aunque ocupan una



El interior de un petén.

pequeña superficie, capturan una enorme cantidad de carbono, que acumulan en el suelo y la biomasa [...] por lo que se les debe considerar dentro del llamado carbono azul”.

De acuerdo con la Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas (Conanp), se conoce como “carbono azul” el carbono orgánico que capturan y almacenan los ecosistemas costeros (manglares, marismas y pastos marinos), que cubren menos del 0.5% de la superficie marina mundial. No obstante, capturan carbono a una tasa anual de dos a cuatro veces mayor que los bosques tropicales maduros, y almacenan entre tres y cinco veces más carbono por área. Además, “representan más de 50% del total de carbono contenido en sedimentos oceánicos, y en un año secuestran una cantidad de carbono equivalente a casi la mitad de las emisiones generadas por el transporte a escala mundial”.

III. ¿Reducir o eliminar el CO₂?

Reducir las emisiones de dióxido de carbono es uno de los grandes retos que tienen por delante los países firmantes del Acuerdo de París (2015) y es necesario hacerlo a corto plazo. La evidencia científica ha dejado en claro que los países deben aumentar sus compromisos —incrementando el uso de energías renovables, principalmente eólica y solar—, porque de lo contrario nos espera un

panorama climático muy complicado (que hemos visto cómo empeora año tras año).

El objetivo es lograr cero emisiones netas para el año 2050. Conseguirlo pasa por el uso de energías limpias que reemplacen el carbón y las plantas que generan energía eléctrica con gas y petróleo. También implica un cambio radical en el transporte, que deberá ser eléctrico, eliminando los vehículos dependientes de combustibles fósiles. Las emisiones nocivas que provienen de las actividades agropecuarias podrían controlarse en parte reduciendo el consumo de carne y el uso de fertilizantes derivados del petróleo (como urea, sulfatos y fosfatos de amonio).

Otro reto —igualmente importante— es eliminar el carbono de la atmósfera, para lo cual existen soluciones naturales y artificiales o tecnológicas. Entre las primeras se encuentra la protección de los sumideros naturales de carbono (bosques, selvas, turberas, manglares, humedales, suelos y bosques de algas). Entre las artificiales existen propuestas para eliminar cada año miles de millones de toneladas de CO₂ de la atmósfera por medio de fábricas con absorción de gases de efecto invernadero, así como con el uso de minerales para encerrar carbono en la tierra y en los océanos. Para el año 2026 se espera inaugurar la mayor planta de captura de CO₂ en Europa; se planea instalarla en Escocia y podría capturar hasta un millón de toneladas métricas de dióxido de carbono al año y enterrarlo en el suelo del mar del Norte. La captura de CO₂ directamente del aire se vendería como créditos de carbono. Lamentablemente, en palabras de Zeke Hausfather y Jane Flegal, incluso si reducimos las emisiones de CO₂ a cero, el mundo no se volverá a enfriar; simplemente dejará



Petén visto desde arriba.

Fotos: Fernando Córdova Tapias

de calentarse. “La única manera de revertir permanentemente el calentamiento es a través de la eliminación de carbono”.

IV. La biodiversidad, un seguro de vida

Las redes ecológicas en ambientes cíclicos, como las selvas bajas inundables, son complejas, y más a medida que las condiciones ambientales se vuelven extremas. El hecho de que existan especies con redundancia funcional en la comunidad es un atributo muy importante para la resiliencia de los humedales. Aunque dos especies tengan la misma función ecológica nunca son idénticas, y algunas pueden lidiar mejor que otras con las condiciones extremas. Pero si a esto se añaden las presiones externas ocasionadas por las actividades humanas, tendremos ecosistemas muy sensibles a los cambios cíclicos naturales y antropogénicos. Por ello una de las conclusiones más interesantes del estudio realizado en la Reserva de la Biosfera de Sian Ka’an es que: “La diversidad siempre es una riqueza. Es como un seguro de vida, ya que mientras más especies tengas, mejor puedes lidiar con los cambios ambientales”.

V. Actividades

Después de la lectura del texto de referencia sugerimos las siguientes actividades:

Hay una frase muy en boga entre los ambientalistas, que ha sido atribuida a Jacques Cousteau (otros dicen que es un refrán chino): “Solo protegemos aquello que amamos y solo amamos aquello que conocemos”. Después de discutir con el grupo su significado (¿será verdad?, ¿por qué creen que sea así?), invitaremos a los alumnos a ir a fondo en lo que implica la protección del medio ambiente como ciudadanos críticos y propositivos en el siglo XXI.

Cuidemos el ambiente

Durante muchos años trabajando con grupos de estudiantes de bachillerato he experimentado dificultades para abordar los temas ambientales, ya sea porque les generan mucha angustia debido a las visiones catastrofistas o porque simplemente no se sienten involucrados en el cuidado del medio ambiente. He llegado a la conclusión de que estas actitudes se deben, por un lado, a los múltiples frentes en crisis (lo cual los abruma) junto a un sentimiento de que no está en nuestras manos la posibilidad de encontrar soluciones. Y por otro, al distanciamiento de la naturaleza que se vive en las ciudades. Para los jóvenes de la ciudad el vínculo entre el ambiente y aquello que nos provee no es algo obvio, pues se encuentra abstraído a través de los servicios con los que contamos en las urbes