



LA VISIÓN DEL MUNDO SOSTENIBLE



- Observación de aves y proyectos de ciencia ciudadana
- Polinizadores emplumados
- Desarrollo sostenible y educación en ciencias
- Construcción de un aerogenerador casero
- Propuestas cotidianas contra el cambio climático
- Uso de biofiltros para descontaminación de agua







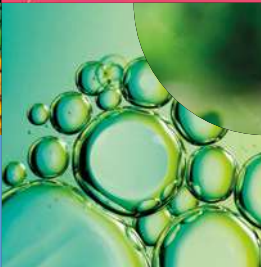
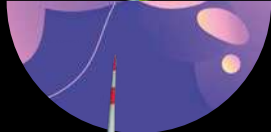
ERGON

revista ciencia y docencia

LA VISIÓN DEL MUNDO SOSTENIBLE

03

NUEVA ÉPOCA





UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

Dr. Enrique Luis Graue Wiechers
RECTOR

Dr. Leonardo Lomeli Vanegas
SECRETARIO GENERAL

Dr. Alfredo Sánchez Castañeda
ABOGADO GENERAL

Dr. Luis Álvarez Icaza Longoria
SECRETARIO ADMINISTRATIVO

Dra. Patricia Dolores Dávila Aranda
SECRETARIA DE DESARROLLO INSTITUCIONAL

Lic. Raúl Arcenio Aguilar Tamayo
SECRETARIO DE PREVENCIÓN, ATENCIÓN
Y SEGURIDAD UNIVERSITARIA

Mtro. Néstor Martínez Cristo
DIRECTOR GENERAL DE COMUNICACIÓN SOCIAL



ESCUELA NACIONAL COLEGIO DE CIENCIAS Y HUMANIDADES

Dr. Benjamín Barajas Sánchez
DIRECTOR GENERAL

Mtra. Silvia Velasco Ruiz
SECRETARIA GENERAL

Lic. María Elena Juárez Sánchez
SECRETARIA ACADÉMICA

Lic. Rocío Carrillo Camargo
SECRETARIA ADMINISTRATIVA

Mtra. Martha Patricia López Abundio
SECRETARIA DE SERVICIOS DE APOYO AL APRENDIZAJE

Mtra. Dulce María Santillán Reyes
SECRETARIA DE PLANEACIÓN

Lic. Mayra Monsalvo Carmona
SECRETARIA ESTUDIANTIL

Lic. Gema Góngora Jaramillo
SECRETARIA DE PROGRAMAS INSTITUCIONALES

Lic. Héctor Baca Espinoza
SECRETARIO DE COMUNICACIÓN INSTITUCIONAL

Ing. Armando Rodríguez Arguijo
SECRETARIO DE INFORMÁTICA

ERGON. REVISTA CIENCIA Y DOCENCIA

DIRECTORIO

COMITÉ EDITORIAL:

DIRECTOR | Dr. Benjamín Barajas Sánchez

COORDINACIÓN | Mtra. Martha Patricia López
Abundio

COLABORADORES | Biól. David Castillo Muñoz,
Ing. Griselda Chávez Fernández, Mtra. Claudia Durán
Olmos, Lic. Mariana Luna Torres, Mtra. Rosa Atzimba
Morales Monroy, Lic. Rosalba Velásquez Ortiz,
Ing. Rodrigo Ramírez López

EDITOR RESPONSABLE | Héctor Baca Espinoza

EDITOR ADJUNTO | Marcos Daniel Aguilar Ojeda

DISEÑO | Alejandro Flores

REVISIÓN EDITORIAL | Omar Nieto

CORRECCIÓN | Otoniel Pavón Velázquez,
Mario Alberto Medrano

Imágenes de portada e interiores: © freepik

Ergon. Nueva época, año 1, número 03, Verano-Otoño de 2022, es una publicación semestral editada por la Universidad Nacional Autónoma de México, Ciudad Universitaria, CP 04510, Alcaldía Coyoacán, Ciudad de México, a través del Colegio de Ciencias y Humanidades, lateral de Insurgentes Sur, esq. Circuito Escolar, 2do. piso, Ciudad Universitaria, C.P. 04510, Alcaldía Coyoacán, Ciudad de México, teléfono 5622-0025. Correo electrónico: revista.ergon.nuevaepoca@cch.unam.mx

Editor responsable: Héctor Baca Espinoza. Certificado de Reserva de Derechos al Uso Exclusivo del Título de la red de cómputo: en trámite, otorgado por el Instituto Nacional del Derecho de Autor (INDAUTOR). ISSN: en trámite, otorgado por la Comisión Calificadora de Publicaciones y Revistas Ilustradas de la Secretaría de Gobernación. URL: <https://gaceta.cch.unam.mx/es/editorial/revistas/la-pandemia-y-las-ciencias-experimentales>
La responsabilidad de los textos publicados en *Ergon*, recae exclusivamente en sus autores y su contenido no necesariamente refleja el criterio de la Institución.

TODOS LOS DERECHOS RESERVADOS. PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL O TOTAL, INCLUYENDO CUALQUIER MEDIO ELECTRÓNICO O MAGNÉTICO, PARA FINES COMERCIALES.

SUMARIO

La visión del mundo sostenible

APOYOS DIDÁCTICOS

ESTRATEGIA DIDÁCTICA

08

ESTEQUIOMETRÍA: UN CONCEPTO QUÍMICO, NO MATEMÁTICO

JARED ISRAEL BOBADILLA MONTOYA
FÉLIX MORALES FLORES

21

DESARROLLO SOSTENIBLE Y EDUCACIÓN EN CIENCIAS, UN APORTE DE LA QUÍMICA VERDE EN EL BACHILLERATO UNIVERSITARIO. PROYECTO INFOCAB PB200121

JOSÉ FRANCISCO CORTÉS RUÍZ VELASCO

39

CONSTRUCCIÓN DE UN AEROGENERADOR CASERO

MIREYA MONROY CARREÑO
PATRICIA MONROY CARREÑO
ROBERTO MONROY CARREÑO

46

USO DE BIOFILTROS PARA DESCONTAMINACIÓN DE AGUA

MARÍA YANELI VELÁZQUEZ MONTES DE OCA

55

OBSERVACIÓN DE AVES Y PROYECTOS DE CIENCIA CIUDADANA (USO DE NATURALISTA, MERLIN ID Y ELABORACIÓN DE CAJAS NIDO)

JULIO PÉREZ CAÑEDO
EVELIN NIEVES ESCAMILLA BELLO

63

PROPUESTAS COTIDIANAS CONTRA EL CAMBIO CLIMÁTICO

ELIZABETH KARINA GALVÁN SÁNCHEZ

73

LA EDUCACIÓN AMBIENTAL PARA LA COMUNIDAD *CECEHACHERA*

ANA KAREN ALMAGUER
ÁNGEL DAVID SÁNCHEZ
JULIETA SIERRA MONDRAGÓN

USO DE TAC

80

EXPERIMENTOS SIMULACIONES Y MODELOS. RECURSO ELECTRÓNICO PARA APOYAR EL CURSO DE BIOLOGÍA II DEL CCH

BRENDA ADRIANA VALENCIA CIPRÉS
GABRIELA GOVANTES MORALES

ENSAYOS Y NARRACIONES

87

POLINIZADORES EMPLUMADOS: LA VALORACIÓN DE LOS COLIBRÍES Y SU IMPORTANCIA PARA LOS ECOSISTEMAS URBANOS DE LA CIUDAD DE MÉXICO

MANUEL BECERRIL GONZÁLEZ

98

UN TESORO EN EL CORAZÓN DE MI ESCUELA

CECILIA GARDUÑO AMBRIZ

RESEÑA

106

TU PEZ INTERIOR DE NEIL SHUBIN

ALICIA DEL CARMEN POLACO ROSAS

PRESENTACIÓN

El Colegio de Ciencias y Humanidades celebra la aparición del número 3 de la revista *Ergon*, publicación destinada a difundir los conocimientos relacionados con las ciencias experimentales y, sobre todo, para divulgar las aportaciones, investigaciones y reflexiones que los docentes y estudiantes realizan en esta área del conocimiento durante los cursos ordinarios.

Este es precisamente el objetivo del nuevo número que lleva por título *La visión del mundo sostenible*, y es que la mayor parte de los artículos y estrategias didácticas que incluye están relacionados con la exploración de la naturaleza y el cuidado del medio ambiente. A lo largo de los 11 textos, los lectores y lectoras podrán descubrir diversas formas de tener una vida sostenible y conocer el trabajo académico que llevan a cabo los *cecehacheros* en el aula y los laboratorios.

Algunos de los artículos muestran los resultados de investigaciones que se hacen en los cinco planteles del Colegio, como la construcción de un autogenerador de energía casero, el uso de biofiltros para descontaminar el agua, la observación e identificación de aves en los planteles; además, en este número se plantean estra-

tegias didácticas para adquirir mejores aprendizajes en temas como la estequiometría, el desarrollo sostenible, la educación ambiental y el uso de los recursos tecnológicos en diversas asignaturas del área de Ciencias Experimentales.

Agradecemos a las y los docentes que participaron en la convocatoria de *Ergon*, cuyos trabajos ya pueden ser consultados en la presente publicación. Ellas y ellos son: Jared Israel Bobadilla Montoya, Félix Morales Flores, José Francisco Cortés Ruíz Velasco, Mireya Monroy Carreño, Patricia Monroy Carreño, Roberto Monroy Carreño, María Yaneli Velázquez Montes de Oca, Julio Pérez Cañedo, Evelin Nieves Escamilla Bello, Elizabeth Karina Galván Sánchez, Ana Karen Almaguer, Ángel David Sánchez, Julieta Sierra Mondragón, Brenda Adriana Valencia Ciprés, Gabriela Govantes Morales, Manuel Becerril González, Cecilia Garduño Ambriz, Alicia del Carmen Polaco Rosas.

La Dirección General del Colegio de Ciencias y Humanidades los invita a leer la revista *Ergon* para conocer la investigación que se desarrolla en el CCH.

Bienvenidos a las páginas de esta publicación orgullosamente *cecehachera*.

Dr. Benjamín Barajas Sánchez
Director General del Colegio de Ciencias y Humanidades



INTRODUCCIÓN

Produce una inmensa tristeza pensar que la naturaleza habla mientras el género humano no la escucha.

VICTOR HUGO

Este tercer número de la revista *Ergon* tiene como tema principal “La visión de un mundo sostenible”, asunto por demás relevante en estos días, cuando todo a nuestro alrededor nos indica que debemos actuar por el medio ambiente y que las actividades que realicemos de ahora en adelante (aunque debió haber sido desde siempre) sean sostenibles; es decir, que pensemos en qué estamos dejando a las generaciones futuras, ya que nos estamos acabando el agua; el temporal ya no existe, pues en un sólo día podemos tener primavera, verano, otoño e invierno; la temperatura es cada vez mayor; las lluvias escasean; las condiciones ambientales se deterioran a diario. Sin embargo, creemos que no todo está perdido y que los docentes podemos crear conciencia en las alumnas y los alumnos del Colegio, quienes pueden ayudar a revertir estas condiciones y contribuir a la mejora del medio ambiente.

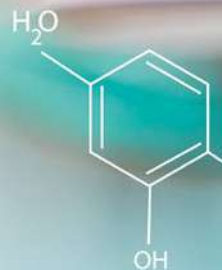
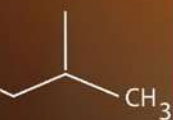
Por ello, en estas páginas los docentes comparten algunas de las actividades que realizan con sus alumnos para generar conciencia. Además, se incluyen una reseña sobre un libro para la materia de Biología y artículos de estilo libre relacionados con el medio ambiente. Esto nos demuestra que *Ergon* es un espacio donde se comparten contenidos pensando en el apoyo y mejora de las clases y nuestro progreso como ciudadanos. Esperamos que estos artículos les sean de utilidad. Es necesario mencionar que habrá una segunda parte de “La visión de un mundo sostenible” que próximamente estará lista; por lo pronto, los invitamos a enviar sus colaboraciones sobre qué esperamos de la ciencia después del Covid-19 y la docencia a lo largo del tiempo.

ESTEQUIOMETRÍA: UN CONCEPTO QUÍMICO, NO MATEMÁTICO

JARED ISRAEL BOBADILLA MONTOYA
FÉLIX MORALES FLORES
(SUR)

RESUMEN

En este trabajo se hará una exposición de los conceptos básicos en torno a la estequiometría, se retomarán los aspectos históricos, conceptuales y didácticos pertinentes para que el docente tenga una visión más amplia sobre cómo tratar este complejo tema con los alumnos. En una colaboración posterior se presentará una serie de propuestas didácticas encaminada a crear situaciones de aprendizaje en concordancia con el Modelo Educativo del Colegio.



El tema de estequiometría, así como sus temáticas asociadas (concepto de mol, balanceo de ecuaciones sencillas, información que proporciona la ecuación química balanceada, cálculos mol-mol, masa-masa y masa-mol, y rendimiento de las reacciones), se presenta en el Programa de Estudios (desde ahora PE) de Química III dentro de los contenidos que deben abordarse en la Unidad 2: “De los minerales a los metales: procesos químicos, usos e importancia”.

Los contenidos de la asignatura de Química III cumplen con la doble función de aumentar la cultura básica del estudiante y sentar las bases de un conocimiento propedéutico para aquellos que piensan estudiar una carrera de corte científico; por ello, los aprendizajes van encaminados a que el alumno aplique los conceptos básicos aprendidos, desde Química I, al estudio de los procesos que se llevan a cabo en la industria minero-metalúrgica, dada la importancia que tiene en el desarrollo de nuestro país; pero también como contexto para aumentar su comprensión de los conceptos de reacción química y enlace, al hacer énfasis en el estudio de las reacciones de oxidación-reducción, los cálculos estequiométricos y el enlace metálico.

En particular, el aprendizaje que se espera que el alumno alcance con el estudio del tema (A8 en el PE) y las temáticas antes señaladas es: “Interpreta cuantitativamente una ecuación al comprender las relaciones de proporcionalidad y realizar cálculos (mol-mol, masa-masa y mol-mol) en los procesos de

obtención de un metal”. La importancia de este aprendizaje radica en permitir al estudiante consolidar sus conocimientos sobre una de las ideas fundamentales de la química: en toda reacción la masa se mantiene constante.

DESARROLLO

Considérese el siguiente intercambio de ideas entre un estudiante y un profesor:

Estudiante: ¿Cómo sabe cuánto debe usar de un material en una reacción química?

Profesor: Bueno, uno busca emplear cantidades que son químicamente equivalentes. Supón que deseáramos hacer reaccionar 10 gramos de aluminio con una muestra de yodo. ¿Cuánto yodo crees que necesitaríamos?

Estudiante: ¿Unos 10 gramos?

Profesor: Eso haría que las muestras fueran iguales en masa, pero pensando en términos de átomos, un átomo de yodo es aproximadamente cinco veces más grande que un átomo de aluminio.

Estudiante: Entonces deberíamos emplear cinco veces más yodo. ¿Qué tal 50 gramos?

Profesor: Eso sería correcto si cada átomo de aluminio reaccionara con sólo un átomo de yodo, pero un átomo de aluminio se puede enlazar con otros tres átomos de yodo.

Estudiante: Entonces necesitaríamos tres veces 50 gramos de yodo. Eso serían 150 gramos de yodo. ¡Eso es mucho yodo para 10 gramos de aluminio!

Una de las razones principales por la que es importante el concepto de cantidad de sustancia, y por consiguiente el concepto de mol, es que es esencial para comprender la estequiometría de las reacciones.



1) Estequiometría

El término estequiometría fue acuñado en 1792 por Jeremías Benjamín Richter, quien lo empleó en un trabajo llamado *Fundamentos de estequiometría o el arte de medir elementos químicos* (Szabadváry, 1962). En él, Richter intenta darle rigor a la química al racionalizar las observaciones y mediciones hechas en el laboratorio por medio de las matemáticas. De esta forma, Richter declara que:

Dado que la parte matemática de la química trata en su mayoría con materiales que son indestructibles, sustancias o elementos, y enseña cómo las proporciones relativas entre ellas se determinan, yo no fui capaz de encontrar un nombre más corto, más apropiado para esta disciplina que la palabra estequiometría, formada por *στοιχειον*, que en griego denota algo que ya no puede ser subdividido, y *μέτρον*, que significa encontrar proporciones en las magnitudes.

La definición más aceptada dice que estequiometría “es un término que se refiere a la relación entre la cantidad de sustancia que reaccionan en una reacción química específica, y la cantidad de producto que se forma” (Nic, Jirat y Kosata, 2014). Esta relación se expresa por medio de los coeficientes estequiométricos que aparecen en una ecuación química, por lo que debemos adentrarnos en el estudio de esta forma de representación de reacciones químicas para entender a cabalidad este concepto.

2) Balanceo de ecuaciones de oxidación-reducción

Es necesario establecer qué debemos entender por ecuación química, pues el término *ecuación* pudiera generar ideas que no son deseables en el pensamiento químico, aunque sí en el matemático.

Una ecuación matemática sirve para expresar la igualdad entre dos términos. Lo que está en el lado izquierdo de la igualdad es, para efectos prácticos, igual que lo que aparece en el lado derecho. Sin embargo, en una ecuación química lo que está en el lado izquierdo no es realmente lo que está en el lado derecho. Por supuesto que se conserva la masa y se tiene el mismo número de átomos tanto en el lado de los reactivos como en el de los productos, no obstante, los reactivos



y los productos no son equivalentes químicamente, es decir, poseen características que los distinguen entre sí. De esta forma podemos afirmar que una ecuación química (cuyos orígenes se remontan al famoso *Traité Élémentaire de Chimie* de Antoine Lavoisier) es un enunciado que describe una reacción química empleando simbolismo químico.

Ahora bien, estrictamente las ecuaciones químicas no se balancean, pues si son ecuaciones que representan apropiadamente una reacción, entonces ya están balanceadas. Lo que hacemos cuando “balanceamos una ecuación” es completar un enunciado que describe una reacción química, tomando en cuenta tres aspectos: la ley de la conservación de la masa, la teoría cinético-corpúscular y la magnitud fundamental “cantidad de sustancia” (junto con su unidad de medida, el mol). Esto quiere decir que la ecuación química debe estar estructurada de tal forma que sea fiel a las siguientes ideas: la masa de los reactivos debe ser igual a la masa de los productos; las partículas que componen a cada

sustancia pueden ser representadas mediante símbolos químicos que se corresponden, según la teoría científica más aceptada, con átomos, moléculas o iones; estas partículas son tan pequeñas que los científicos han establecido una unidad de medida para poder cuantificar las cantidades de reactivos y de productos que intervendrán en una reacción química.

Retomando la reacción entre el yodo y el aluminio, un primer enunciado que represente esta reacción química sería el siguiente:



Como podemos ver, este enunciado todavía no corresponde con una ecuación química, pues la cantidad de átomos de yodo no es la misma en los reactivos que en los productos. Para completar el enunciado podemos recurrir al empleo de modelos que nos permitan determinar cuántas partículas de yodo y de aluminio (moléculas y átomos, respectivamente) reaccionarán para formar yoduro de aluminio.



Paso 1: Identificar que la reacción es un proceso de oxidación-reducción y escribir las “semirreacciones” apropiadas

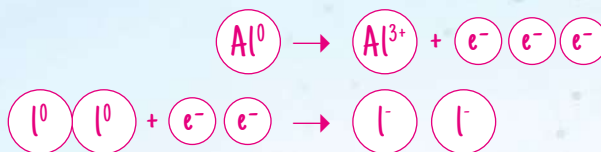
Primero debemos caracterizar a la reacción que queremos representar como un proceso de oxidación-reducción. Para ello es necesario establecer los números de oxidación de cada uno de los átomos o iones que forman a los reactivos y a los productos. Si bien hay reglas establecidas para determinar los números de oxidación, esta información también se puede obtener fácilmente de la tabla periódica, que nos dice que el único número de oxidación posible para el aluminio es +3, por lo cual podemos representar a este ion como Al^{3+} . Estaríamos hablando de un proceso de oxidación, pues los átomos de aluminio pasaron de ser partículas eléctricamente neutras (Al^0) a partículas con carga positiva, es decir, un catión (Al^{3+}), al perder tres electrones, un proceso que podemos representar de mediante modelos tal y como se muestra a continuación:



Con esta información podemos deducir el número de oxidación de los átomos de yodo que están unidos al catión Al^{3+} , pues aunque en la tabla periódica se indica que los números de oxidación posibles del yodo son -1, +1, +3, +5, +7, la única posibilidad viable es que los átomos que formaban a la molécula de yodo tengan ahora carga con valor de -1, pues todos los otros valores corresponden a cargas positivas y esto haría imposible que se unieran con el catión Al^{3+} . Si nos lo imaginamos de esta manera, lo que ocurrió fue que los átomos que formaban a la molécula de yodo se separaron, adicionaron un electrón a su capa de valencia y adquirieron carga negativa, es decir, formaron un anión, un proceso que podemos modelar tal y como se muestra a continuación.

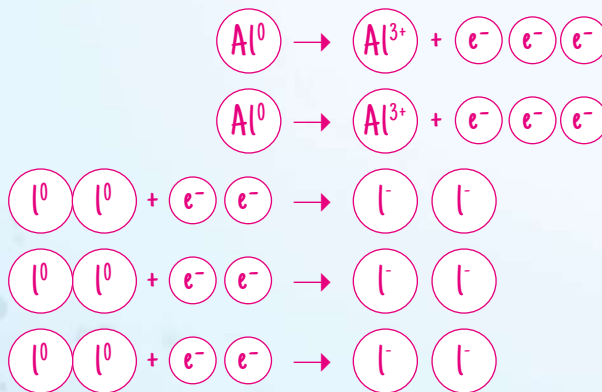


Ya que ambos procesos, la oxidación del aluminio y la reducción del yodo, se llevan a cabo de manera simultánea, podemos “sumar” estas “semirreacciones” en un intento de completar nuestra ecuación química.

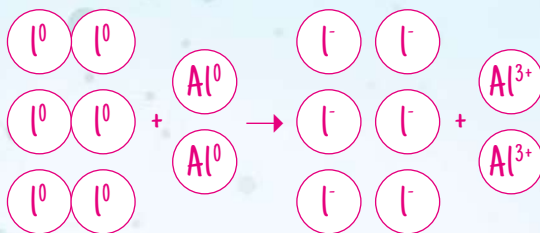


Paso 2: Igualar la cantidad de electrones que hay en los reactivos con la que aparece en los productos

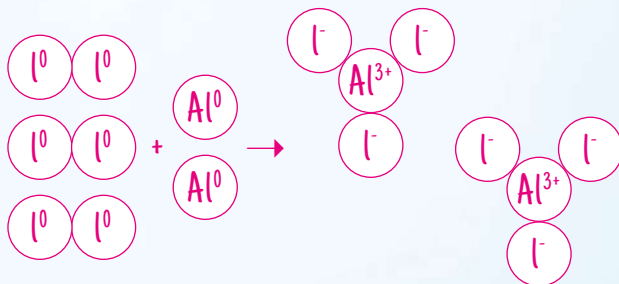
Dado que en un proceso de oxidación-reducción hay un intercambio de electrones, nos preocuparemos primero de que la cantidad de estas partículas subatómicas sea la misma tanto en el lado de los reactivos como en el de los productos. Vemos que hace falta un electrón del lado de los reactivos, pero no podemos simplemente añadir o quitar electrones a nuestra conveniencia. Lo que podemos hacer es añadir tantas “semirreacciones” como sean necesarias para igualar la cantidad de electrones del lado de los reactivos respecto al de los productos.



Como se puede observar, se necesitan dos “semirreacciones” de oxidación de aluminio y tres “semirreacciones” de reducción del yodo para que tengamos la misma cantidad de electrones en los reactivos y en los productos. Toda vez que entendemos que los electrones que fueron sustraídos de los átomos de aluminio fueron adicionados a los átomos que formaban las moléculas de yodo. La representación del proceso queda como se muestra en la siguiente imagen.



Ahora bien, los aniones I⁻ serán atraídos por los cationes Al³⁺ debido a atracciones electrostáticas, y se unirán en una proporción 3 a 1, por lo que la representación final de toda la reacción ocurrida entre los átomos de aluminio y las moléculas de yodo para formar la sustancia compuesta llamada yoduro de aluminio queda como se ve a continuación¹.



¹ La representación empleada, como todo modelo científico, tiene sus alcances y sus limitaciones. En este caso debe aclararse que los iones I⁻ y Al³⁺ no se organizan en moléculas, sino en una estructura cristalina.

El modelo anterior convertido a ecuación química es:



Los números que anteceden a cada una de las representaciones de las sustancias (3, 2, y 2) les llamamos "coeficientes estequiométricos", y son los que nos indican la cantidad de sustancia que se requiere de reactivos para formar una determinada cantidad de sustancia de productos.

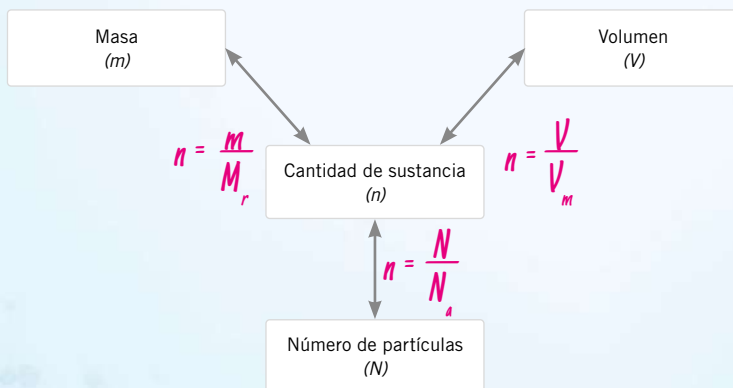
3) Masa molar

No obstante, el término "cantidad de sustancia" al que nos referimos anteriormente puede resultar confuso; de hecho, su uso ha representado años de debates entre las comunidades de físicos y químicos, no sólo por el contexto histórico en el que se acuñó el término, sino también por la definición que se le da y por las implicaciones didácticas

de su enseñanza (Raviolo, Garriz y Sosa, 2011). Es interesante mostrar que el concepto de mol (unidad de medida de la cantidad de sustancia) fue concebido dentro del paradigma equivalentista, y desde 1961 se define como la cantidad de sustancia que contiene el mismo número de entidades elementales² como átomos hay en 12 gramos de C¹² (Nic, Jirat y Kosata, 2014), mientras que “cantidad de sustancia” no fue reconocida por la Unión Internacional de Química Pura y Aplicada (IUPAC, por sus siglas en inglés) como magnitud del Sistema Internacional de Medidas hasta 1965.

La siguiente figura nos muestra la relación entre la cantidad de sustancia, el mundo macroscópico (masa y volumen) y el mundo nanoscópico (numero de partículas).

FIGURA 1. Relación entre cantidad de sustancia (n), masa (m), volumen (V) y número de partículas (N).



Para recalcar la distinción entre cantidad de sustancia, masa y volumen, y para no caer en el error de pensar que el mol se limita a representar un conjunto de partículas. Podríamos decir, sin que ninguna de las aseveraciones sea redundante, que en un contenedor hay:

- 4.0026 gramos de helio.
- 22.4 dm³ de helio.
- 6.022x10²³ átomos de helio.
- 1 mol de helio.

² Para esta discusión entenderemos “entidades elementales” como los átomos, las moléculas y los iones.

Avanzando un poco y enfocándonos solamente en la relación entre la cantidad de sustancia (n) y la masa (m), vemos que aparece un término que las relaciona: la masa molar (M_r). La representamos como M_r para no olvidar la relación entre la masa molar (paradigma atomista) y la masa relativa (paradigma equivalentista). Podemos definir el M_r de una sustancia como la cantidad de masa que posee un mol de la sustancia en cuestión. Por ejemplo, la M_r del nitrógeno que se encuentra en el aire (N_2) es de $28 \text{ g}\cdot\text{mol}^{-1}$ puesto que un mol de esta sustancia elemental tiene una masa de 28 gramos.

4) Relación mol-mol y gramo-gramo³

Con la información anterior podemos reinterpretar la reacción del yodo con el aluminio en términos de la cantidad de sustancia involucrada en la reacción. La misma ecuación química ($3I_2 + 2Al \rightarrow 2AlI_3$),

³ En el PE de Química III se señala esta temática como "Relación mol-mol y masa-masa"; sin embargo, si vamos a expresar las relaciones ponderales de una reacción química empleando la unidad de cantidad de sustancia, lo apropiado es expresar la segunda relación también en términos de la unidad de masa, es decir, gramo.



que en la lectura se interpreta en términos de masa, y después, al completar la ecuación haciendo uso de modelos, interpretábamos a nivel nanoscópico, ahora puede leerse de la forma siguiente: “tres moles de yodo reaccionan con dos moles de aluminio para formar tres moles de yoduro de aluminio”. Como podemos apreciar, la cantidad de sustancia y su unidad el mol nos permiten expresar de manera clara la estequiometría de una reacción química, de tal forma que podemos hacer predicciones sobre la cantidad de reactivos que se necesitan para obtener una determinada cantidad de productos, ya sea en términos de masa (gramos) o de cantidad de sustancia (mol). Para demostrar lo anterior, a continuación presentamos el siguiente ejemplo.

Relación gramo-gramo

La reacción de obtención de amoníaco a partir de hidrógeno se representa con la siguiente ecuación química:



Pregunta: ¿cuántos gramos de nitrógeno (N_2) se necesitan para producir 153 gramos de amoníaco?

Respuesta: La relación estequiométrica que indica que 1 mol de nitrógeno (N_2) reacciona con 3 mol de hidrógeno (H_2) para producir 2 mol de amoníaco (NH_3) y considerando que la masa molar del nitrógeno es $28 \text{ g}\cdot\text{mol}^{-1}$ y la del amoníaco es $17 \text{ g}\cdot\text{mol}^{-1}$, tenemos que:

$$1 \text{ mol N}_2 = 28 \text{ g N}_2$$

$$2 \text{ mol NH}_3 = 34 \text{ g NH}_3$$

$$\frac{28 \text{ g N}_2}{34 \text{ g NH}_3} = \frac{x}{153 \text{ g NH}_3}$$

$$x = 153 \text{ g NH}_3 \times \frac{28 \text{ g N}_2}{34 \text{ g NH}_3}$$

$$x = 126 \text{ g N}_2$$

Respuesta: Se necesitan 126 gramos N_2 para producir 153 gramos de NH_3 .

CONSIDERACIONES FINALES

Podemos decir que todo lo anterior ha tenido la finalidad de exponer los conceptos básicos que giran en torno a la estequiometría, junto con algunas de sus aplicaciones que van desde la oportunidad que nos brinda de representar a nivel nanoscópico y simbólico a los procesos químicos (en este caso a los de oxidación-reducción), como la habilidad que podemos adquirir para resolver problemas prácticos que involucren la determinación de la cantidad de sustancia que participará en una reacción química.

El valor de este trabajo radica en presentar los aspectos básicos de la estequiometría sin alejarse de lo que este tema representa

para la disciplina en todas sus facetas: histórica, ontológica, pedagógica y didáctica.

Sugerir una bibliografía para que el alumno estudie es un asunto complicado. La manera en la que los libros de texto abordan la estequiometría da pie a que surjan abundantes confusiones e ideas alternativas en los estudiantes. No son pocos los textos que, en aras de presentar una analogía accesible al alumno, erróneamente definen al mol como “la docena de los químicos”, confundiendo la unidad de medida de una magnitud fundamental con el número de partículas relacionado con dicha unidad.

Tampoco escasean los que le piden al alumno “convertir de gramos a moles” en un acto semejante a “convertir de kilómetros a yardas”, lo cual es coherente en el segundo caso por tratarse ambas de unidades de longitud, mientras que conceptualmente, y como se espera haya quedado evidenciado a lo largo de este trabajo, no es lo mismo la masa y la cantidad de sustancia.

REFERENCIAS

- Aguilar Gámez, D., Argüelles Pimentel, A., Carballo Balvanera, M. G. y Pérez Orta, R. E. (s/f). *Balanceo por inspección*. Apoyo Académico para la Educación Media Superior en la UNAM. Consultado el 1 de marzo de 2015. Recuperado de: <http://objetos.unam.mx/quimica/balanceoEcuaciones/index.html>
- Córdova, J., Dosal, A., Feregrino, V. y Ortiz, L. (2003). *Hermenéutica de un tema de química general en un best seller*. *Educación Química*, 14 (2), pp. 86-94.
- Corominas, J. (2011). “Experimentos e investigaciones en Química”. En A. Caamaño, *Física y química. Investigación, innovación y buenas prácticas*. [vol. 3, p. 232]. Barcelona: Graó.



- Couso, D., Badillo, E., Perafán, G. y Arduíz Bravo, A. (2005). *Unidades didácticas en ciencias y matemáticas*. Bogotá: Corporativa Editorial Magisterio.
- Furió, C. y Padilla, K. (2003). “La evolución histórica de los conceptos científicos como prerrequisito para comprender su significado actual: el caso de la ‘cantidad de sustancia’ y ‘el mol’”. *Didáctica de las Ciencias Experimentales y Sociales*, (17), pp. 55-74.
- Gabina, L. (2013). Actualización del cuadro básico de sustancias para las asignaturas de Química I-IV del Colegio de Ciencias y Humanidades. México: CCH.
- Hernández, G., Irazoque, G., Carrillo, M., López, N. y Nieto, E. (2010). *Sorprender no es suficiente. 30 experimentos de aula*. México: FQ/UNAM.
- Kolb, D. (1978). The mole. *Journal of Chemical Education*, 55 (11), pp. 728-732.
- Nic, M., Jirat, J. y Kosata, B. (24 de febrero, 2014). *IUPAC. Compendium of Chemical Terminology*. Consultado el 27 de febrero de 2015. Recuperado de: <http://goldbook.iupac.org/M03980.html>
- Raviolo, A., Garriz, A. y Sosa, P. (2011). “Sustancia y reacción química como conceptos centrales en química. Una discusión conceptual, histórica y didáctica”. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 8 (3), pp. 240-254.
- Szabadváry, F. (1962). “The birth of stoichiometry”. *Journal of Chemical Education*, 39 (5), pp. 267-270.
- Talanquer, V. (2010). “Química agazapada”. En J. Chamizo, *Historia y filosofía de la química. Aportes para la enseñanza*. [p. 245]. México: Siglo XXI.



DESARROLLO SOSTENIBLE Y EDUCACIÓN EN CIENCIAS, UN APORTE DE LA QUÍMICA VERDE EN EL BACHILLERATO UNIVERSITARIO PROYECTO INFOCAB PB200121

JOSÉ FRANCISCO CORTÉS RUÍZ VELASCO
(AZCAPOTZALCO)

RESUMEN

Se sugiere un método de enseñanza-aprendizaje basado en la educación para el desarrollo y los estilos de vida sostenibles planteado en la *Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible* de la ONU, para ello se plantea la problematización como base de la investigación en ciencias, y la aplicación de los 12 principios de la química verde.

INTRODUCCIÓN

La Asamblea General de la ONU (2015, pp. 20, 25 y 26) acordó la Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible. En particular, la meta 4.7 especifica que:

De aquí a 2030, se asegure que todos los alumnos adquieran los conocimientos teóricos y prácticos necesarios para promover el desarrollo sostenible, mediante la educación para el desarrollo sostenible y los estilos de vida sostenibles, los derechos humanos, la igualdad de género, la promoción de una cultura de paz y no violencia, la ciudadanía mundial y la valoración de la diversidad cultural y la contribución de la cultura al desarrollo sostenible. (ONU, 2015).

Con respecto a la meta 12.4:

De aquí a 2020, lograr la gestión ecológicamente racional de los productos químicos y de todos los desechos a lo largo de su ciclo de vida, de conformidad con los marcos internacionales convenidos, y reducir significativamente su liberación a la atmósfera, el agua y el suelo a fin de minimizar sus efectos adversos en la salud humana y el medio ambiente. (ONU, 2015).

Y la meta 12.5: “De aquí a 2030, reducir considerablemente la generación de desechos mediante actividades de prevención, reducción, reciclado y reutilización”. Particularmente el objetivo 6, sobre agua limpia y saneamiento, en su meta 6.3 establece que:

De aquí a 2030, mejorar la calidad del agua reduciendo la contaminación, eliminando el vertimiento y minimizando la emisión de productos químicos y materiales peligrosos, reduciendo a la mitad el porcentaje de aguas residuales sin tratar y aumentando considerablemente el reciclado y la reutilización sin riesgos a nivel mundial. (ONU, 2015).

En este contexto de desarrollo sostenible, se plantea la implementación de la filosofía de la química verde y sus doce principios.



PROPÓSITO DEL MATERIAL Y/O RECURSO DIDÁCTICO

Hacer operativa una problematización que estimule la iniciación a la investigación científica, así como el análisis, planeación y elaboración de actividades experimentales y/o estrategias de enseñanza-aprendizaje para abordar los Programas de Estudio con un enfoque para la sostenibilidad.

APRENDIZAJES

Educación y desarrollo sostenible mediante el cuidado y la preservación del medio ambiente.

PRESENTACIÓN DEL MATERIAL Y/O RECURSO DIDÁCTICO

METODOLOGÍA

1. Iniciación a la investigación científica

El punto de partida de la propuesta para aprender a hacer investigación científica es hacer énfasis en que el estudiante se familiarice con el proceso de problematización, lo cual desencadena la generación de conocimiento científico, para ello, se tomó como base lo planteado por García:

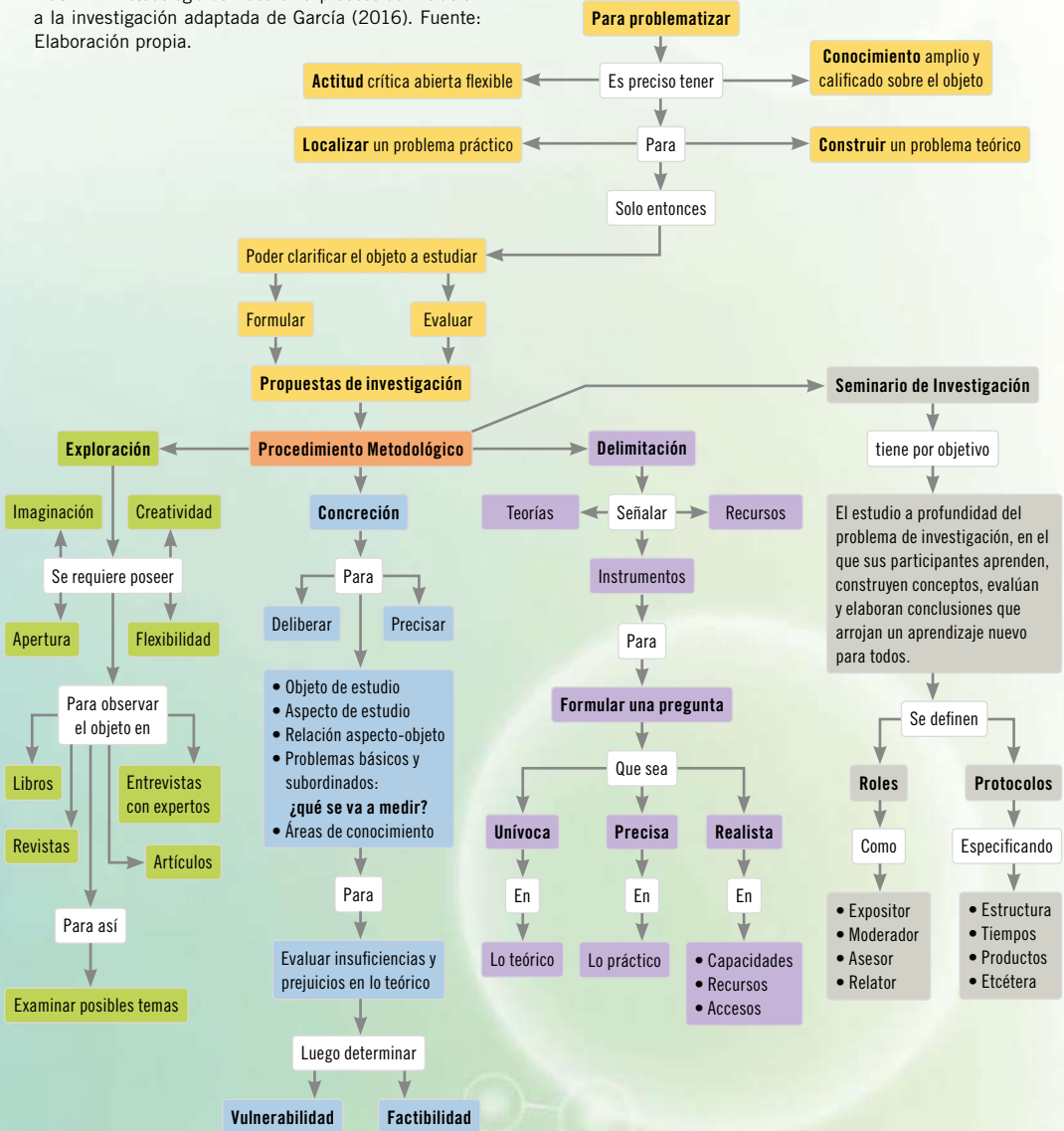
La problematización es el proceso que involucra una revisión teórica-documental y la exploración de lo empírico (si es el caso), para lograr determinar la pregunta de investigación. Así, el problema es la pregunta o preguntas a determinar que guiarán el proceso de investigación. (García Córdoba, *et al.*, 2016).

Se trabaja extracurricularmente con grupos de cinco estudiantes como máximo, con dos enfoques:

a) Iniciación a la investigación para el planteamiento de soluciones a la problemática ambiental

En este contexto, las etapas contempladas en el proceso de formación de los estudiantes en investigación en ciencias son:

FIGURA 1. Metodología utilizada en el proceso de iniciación a la investigación adaptada de García (2016). Fuente: Elaboración propia.



Desde el año 2015, cuando fue inaugurado el Laboratorio de Química Verde y Energías Sostenibles (Laquives) en el plantel Azcapotzalco del CCH, se realizan diversas investigaciones por parte de los estudiantes, las cuales siguen la metodología planteada, integrándose equipos de trabajo con alumnos de los tres niveles de bachillerato. Cada investigación, de acuerdo a las preguntas de investigación, puede durar hasta 3 años, es decir, su estancia en el Colegio, ya que se pone énfasis en el proceso de problematización y no en el obtener resultados sujetos a tiempos institucionales y burocráticos, así se asegura que el conocimiento adquirido sea compartido de generación en generación. Algunas líneas de investigación que se han trabajado son:

- Depuración de aguas residuales mediante humedales.
- Nanotecnología aplicada a la purificación de agua.
- Generación de energía eléctrica sostenible.
- Generación de energía por biomasa y biorremediación de suelos.
- Síntesis verde de principios activos.
- Elaboración de aleaciones metálicas mediante fundición energéticamente sostenible.
- Elaboración de productos de uso común con materias primas renovables.

b) Investigación en la adecuación y/o diseño de actividades experimentales con un enfoque de sostenibilidad (química verde) para su implementación en los cursos curriculares

Aplicando la misma metodología de investigación, se plantea a un grupo de estudiantes la adecuación de actividades experimentales “tradicionales” a un enfoque sostenible empleando los principios de la química verde. Para ello, se retoma la metodología de evaluación planteada por Vargas en el diagrama de flujo como semáforo de seguridad ecológica de los experimentos de laboratorio, en donde

se presenta una métrica integral que permite evaluar el acercamiento verde de un experimento dado, lo anterior a partir de su respectivo diagrama de flujo; en este se integran tanto el tratamiento y la disposición de los residuos, además de considerar los riesgos para la salud, el ambiente y la seguridad utilizando los pictogramas y rombos de seguridad de reactivos, sustancias auxiliares, productos y residuos.

También se muestra una carta de 13 colores (del rojo al verde) en los sistemas RGB y CMYK que indican el número de principios de la química verde que cumple cada experimento, y que se utilizan como color de fondo en los componentes del diagrama (2015, p. 30).

Con base en sus resultados, los estudiantes redactan los protocolos de las actividades experimentales con el nuevo enfoque de sostenibilidad, los cuales están disponibles para los profesores, ellos, a su vez, puedan diseñar sus estrategias de enseñanza-aprendizaje.

CONCLUSIONES

En concordancia con las metas 4.7, 6.3, 12.4 y 12.5 de la Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible, en el seminario QUIVERES se tiene establecida una metodología basada en la problematización como fundamento de la investigación científica y con un enfoque hacia la sostenibilidad en la formación de estudiantes en los tres niveles del bachillerato, esto propicia que la experiencia de los primeros integrantes se transmita a las generaciones subsecuentes.

En la praxis de nuestro trabajo docente y de investigación, apoyado por la Iniciativa para Fortalecer la Carrera Académica en el Bachillerato (Infocab) de la UNAM, bajo los proyectos Infocab PB202515, PB202917, PB201419 y PB200121, se observa un cambio gradual de los estudiantes en la concepción del proceso de la investigación científica y del desarrollo sostenible.

Concordamos con el planteamiento de Reyes respecto a:

los retos de las comunidades docentes y científicas para el desarrollo sostenible, el primero es la necesidad de formar ciudadanos y científicos con una perspectiva ambiental del desarrollo de la ciencia; el segundo es lograr que la práctica científica cotidiana de los investigadores busque desarrollar alternativas de origen natural, utilizando materiales originarios del país, de bajo costo, y del menor impacto ambiental posible para contribuir al mayor beneficio social. (Reyes, 2012, p. 228).

En este sentido, en los casi 2 años de pandemia esta estrategia fue adaptada para trabajarse en línea, con sesiones síncronas y asíncronas



y utilizando los recursos a disposición de los estudiantes. Es necesario incidir en que los claustros académicos retomen como método ambientalizar todo el currículum y en todo nivel como principio integrador y no sólo como estrategia ocasional y aislada.

REFERENCIAS

- Anastas, P. y Warner, J. (1998). *Green Chemistry: Theory and Practice*. Oxford: Oxford University Press.
- Cortés Rodríguez, A. J. *et al.* (2016). “Aproximación a la Química Verde escolar, a través de los protocolos verdes”. *Tecné, Episteme y Didaxis: TED*, núm. extraordinario, pp. 340-352.
- Cortés Ruíz Velasco, J. F. *et al.* (2016). “Implementación de un laboratorio de química verde y energías sostenibles en el nivel medio superior”. En *Memorias del 1er Congreso de Educación Ambiental para la Sustentabilidad*. Academia Nacional de Educación Ambiental.
- Doria Soriano, M. C. *et al.* (2013). “Química Verde: Un tema de presente y futuro para la educación de la química”. *Educación Química*, (24) (núm. extraordinario 1), pp. 94-95.
- García Córdoba, F. *et al.* (2016). *La problematización. Una oportunidad para estimular y valorar la generación de investigadores*. México: Limusa-Instituto Superior de Ciencias de la Educación del Estado de México.
- Gómez Landaverde, F. A. *et al.* (2018). “Análisis estadístico de las condiciones de reacción en la síntesis del ácido acetil salicílico asistida por microondas”. [pp. 1043-1046]. *Colección Memorias de los Congresos de la Sociedad Química de México. 53º Congreso Mexicano de Química. 37º Congreso Nacional de Educación Química*. México: Sociedad Química de México. Recuperado de: https://sqm.org.mx/wp-content/uploads/2021/04/03ColeccionMemorias_SQM_congresos.pdf
- González, P., Pérez, C. y Figueroa Duarte, S. (2016). “La enseñanza de la química desde la perspectiva de la Química Verde”. *Revista Científica*, (24), pp. 24-40.
- Jacinto Hernández, A. E. *et al.* (2020). “Nanofiltro, un aporte de la Química Verde para el desarrollo sostenible”. *XXVIII Concurso Nacional Feria de las Ciencias la tecnología y la Innovación, Memorias*.

- Mascarell Borreda, L. y Vilchis Peña, A. (2016). "Química Verde y Sostenibilidad en la educación en ciencias en secundaria". *Enseñanza de las Ciencias*, 34.2, pp. 25-42.
- Miranda Ruvalcaba, R. (coord.) (2011). *Química Verde Experimental*. México: UNAM.
- Novo, M. (2006). *El desarrollo sostenible. Su dimensión ambiental y educativa*. UNESCO: Pearson Prentice Hall.
- ONU. (21 de octubre, 2015). Resolución aprobada por la Asamblea General el 25 de septiembre de 2015. Consultado el 31 de enero de 2022. Recuperado de: https://www.un.org/ga/search/view_doc.asp?symbol=A/RES/70/1&Lang=S
- Orosio, R. y Di Salvo, A. (2008). "Química verde: Un nuevo enfoque para las actividades experimentales de química". *Multiciencias*, 8 (núm. extraordinario), pp. 11-17.
- Perrenoud, P. (2011). *Desarrollar la práctica reflexiva en el oficio de enseñar. Profesionalización y razón pedagógica*. México: Graó.
- Reyes Sánchez, L. B. (2012). "Aporte de la química verde a la construcción de una ciencia socialmente responsable." *Educación Química*, 23 (2), pp. 222-229.
- Vargas Rodriguez, Y. M. et al. (2015). "El diagrama de flujo como semáforo de seguridad ecológica de los experimentos de laboratorio". *Educación Química*, 27, pp. 30-36.



ANEXO 1

TRES EXPERIENCIAS A MANERA DE EJEMPLO

En la figura 2 se presenta la evaluación del acercamiento verde de la investigación realizada por Jacinto (2019) y colaboradores estudiantes del plantel Azcapotzalco del CCH, con base en la métrica propuesta por Vargas (2015).

En este trabajo de investigación los estudiantes, a partir de una problemática de su entorno, en este caso la escasez de agua potable, proponen construir un filtro de emergencia ecológico. El cual, a partir de un método verde, utilizando la enzima reductasa (presente en la planta *Stenotaphrum secundatum*, muy común en su lugar de residencia) sintetizaron nanopartículas de plata (Ag Nps), las cuales inhiben al menos la bacteria *Ecoli*. La eficiencia del filtro que diseñaron depende de la concentración de la disolución del nitrato de plata (AgNO_3) y de la lixiviación de las Ag Nps en su uso, además de su tamaño.

Las temáticas abordadas en el proyecto fueron los doce principios de la química verde como filosofía de sostenibilidad, los procesos oxido-reducción, las técnicas de síntesis de nanopartículas, las técnicas analíticas como espectroscopia UV, el pH, técnicas de cultivo de bacterias, además de las habilidades propias de la formación científica.

Este trabajo tuvo duración de un año, en sesiones semanales de dos horas y fue presentado en el XXVIII Concurso Nacional Feria de las Ciencias la Tecnología y la Innovación 2020 de la UNAM.

Por otra parte, en la figura 3 se observa la comparación de la síntesis del Ácido Acetil Salicílico (ASS) por la técnica tradicional de flujo y la adecuación hacia un acercamiento verde realizada por Gómez (2018) y colaboradores, todos exestudiantes del plantel Azcapotzalco, con base en la métrica antes mencionada. Los autores mencionan que:

El ASS ha sido utilizado por varios autores como modelo educativo, tal es el caso de Miranda (2011) en donde se propone la síntesis del ASS asistido por microondas convencionales, sin embargo, las condiciones de reacción potencia-tiempo varían en cada propuesta y por consiguiente la eficiencia de la reacción. Las condiciones de reacción son reportadas a máxima potencia, esto de acuerdo a cada horno comercial

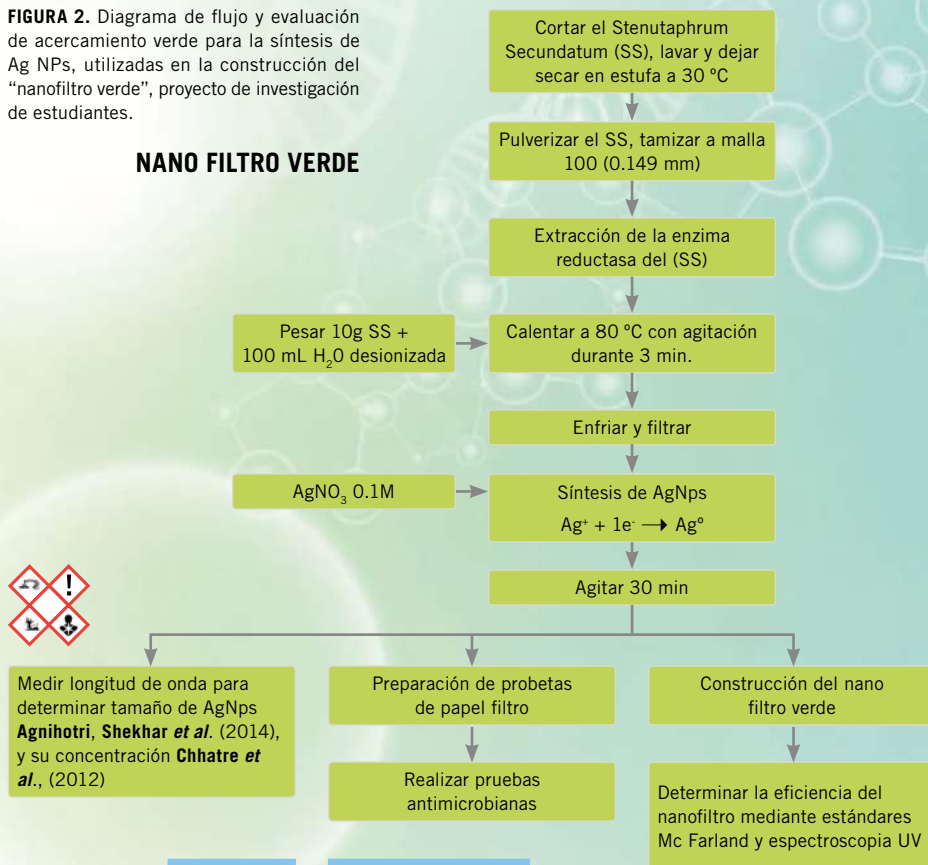
puede variar entre 800 y 1400 W, y tiempos entre 60 y 90 s. Partiendo de estas condiciones, los estudiantes plantearon como problema a resolver, determinar las condiciones energéticas óptimas, potencia y tiempo de reacción, para obtener la mayor eficiencia en la síntesis del ass en un horno de microondas casero con fines de aplicación en los laboratorios curriculares del nivel bachillerato. En este nivel e incluso en los primeros semestres de la licenciatura, es necesario introducir al alumno en las técnicas básicas de laboratorio para facilitar el desarrollo de su trabajo experimental, por lo cual se seleccionan modelos que pueden abordarse mediante la integración de la teoría y la práctica. Al mismo tiempo, se despierta el interés en el alumno acerca de la importancia de los cálculos estequiométricos y cómo las condiciones de reacción afectan el resultado en una reacción química.

Los estudiantes trabajaron durante seis meses extracurricularmente, durante dos horas por semana, aportando un análisis estadístico para establecer las condiciones óptimas de reacción y lograr la máxima eficiencia en la síntesis para obtener el ass, mediante un acercamiento verde ambientalmente, en condiciones libres de disolvente y sin catalizador (lo cual no había sido reportado en la literatura), usando microondas como fuente de activación alterna. Caracterizaron el producto obtenido mediante técnicas convencionales de cromatografía de capa fina y punto de fusión, escribieron el protocolo experimental, el cual es utilizado por profesores que imparten la asignatura de Química II en el CCH, abordando las temáticas de reacciones de esterificación, estequiometría, identificación de principios activos, entre otras.

Por otra parte, la correcta interpretación de los planteamientos filosóficos (*aprender a aprender, aprender a hacer, aprender a ser*) del Modelo Educativo del Colegio, el perfil de egreso de la asignatura, la transversalidad con las diferentes áreas del conocimiento, así como su relación con los propósitos, los enfoques disciplinario y disciplinar, los aprendizajes, niveles de aprendizajes, temáticas, estrategias de aprendizaje y evaluación son fundamentales para tener el contexto hacia la reflexión en la práctica docente.

FIGURA 2. Diagrama de flujo y evaluación de acercamiento verde para la síntesis de Ag NPs, utilizadas en la construcción del "nanofiltro verde", proyecto de investigación de estudiantes.

NANO FILTRO VERDE

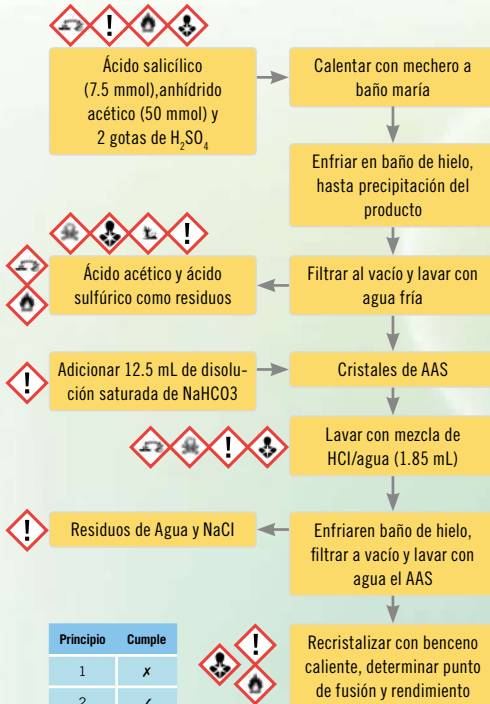


Principio	Cumple
1	✓
2	✓
3	x
4	✓
5	✓
6	✓
7	x
8	✓
9	✓
10	✓
11	✓
12	✓

Principio de la QV que se cumplen	10
RGB	157, 196, 26

FIGURA 3. a) Diagrama de flujo y evaluación verde del AAS, por reflujo, b) Diagrama de flujo y evaluación verde de la síntesis del AAS, utilizando fuentes alternas de activación (microondas); con fines de docencia.

• Síntesis tradicional por reflujo del AAS

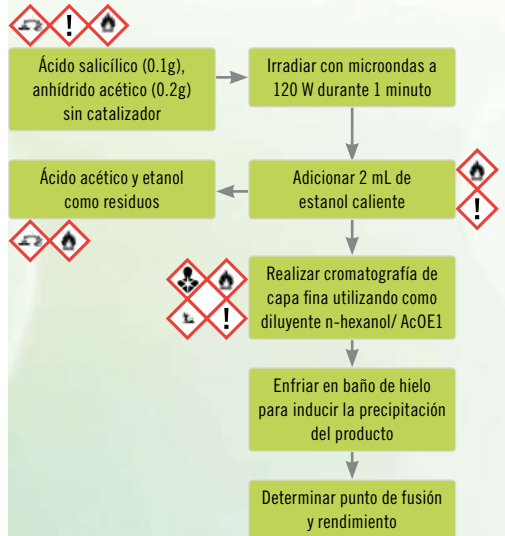


Principio	Cumple
1	x
2	✓
3	✓
4	✓
5	x
6	x
7	x
8	✓
9	✓
10	x
11	✓
12	x



Principio de la QV que se cumplen	6
RGB	255, 237, 0

• Síntesis verde asistida por microondas del AAS



Principio	Cumple
1	✓
2	✓
3	✓
4	✓
5	✓
6	✓
7	x
8	✓
9	✓
10	x
11	✓
12	✓

Principio de la QV que se cumplen	10
RGB	157, 196, 26

FIGURA 4a. Diagrama de flujo y evaluación verde de la actividad experimental “relación de las fuerzas intermoleculares con las propiedades físicas de algunos hidrocarburos”, impartido por el QUIVERES.

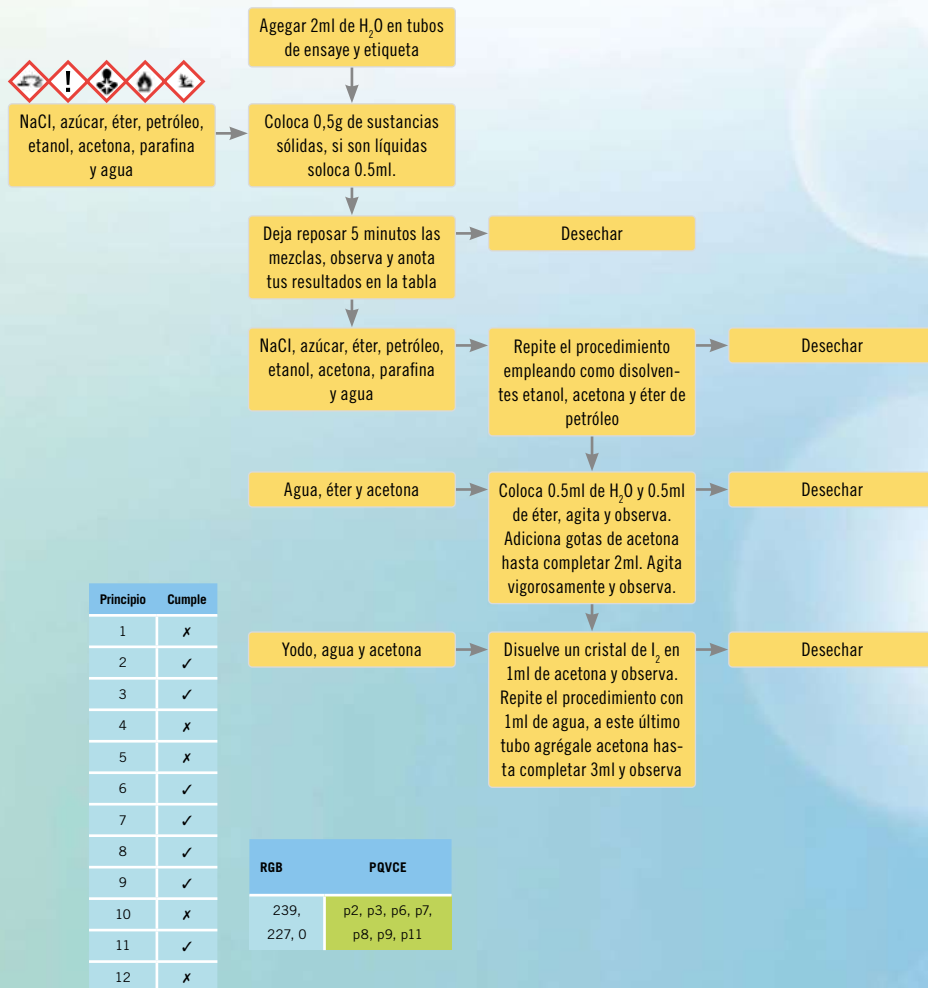
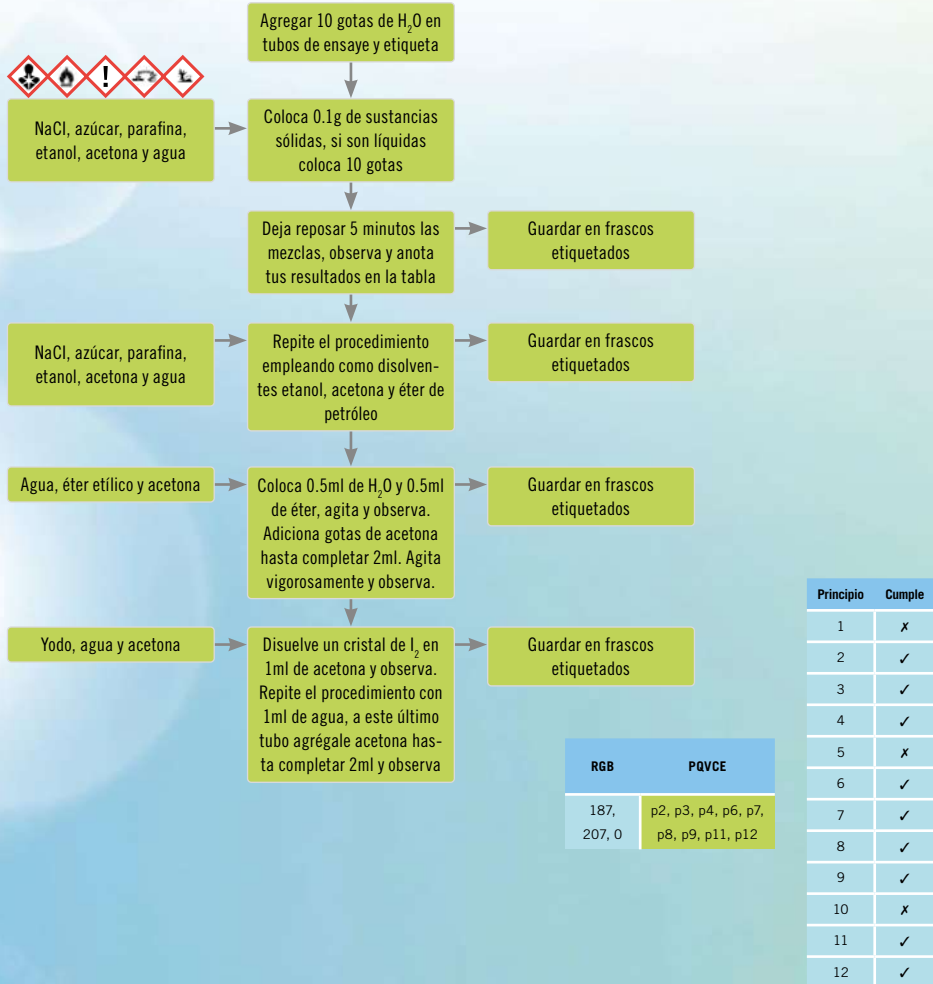


FIGURA 4b. Diagrama de flujo y evaluación verde de la misma actividad, modificada. Realizada por profesores asistentes al curso de Química IV con un enfoque sostenible, impartido por el QUIVERES.



Mediante la metodología de la práctica reflexiva, los profesores asistentes a los cursos de Química Verde, impartidos por QUIVERES, realizan el diseño o modificaciones de actividades experimentales que tienden a la sostenibilidad mediante la aplicación de los 12 principios de la química verde y su evaluación mediante el semáforo de seguridad ecológica.

En la figura 4 pueden observarse pequeñas modificaciones a los principios 4 (reducción de sustancias tóxicas) y 12 (reducción de riesgos mediante la microescala) de la química verde a una actividad experimental de manuales de la asignatura de Química IV del CCH. Sin duda un pequeño cambio como el observado en este ejemplo, como lo plantea Reyes, permite:

Cambiar el modelo de pensamiento y la forma en que los saberes se construyen; lo cual no es una responsabilidad declinable y nos exige abrir la escuela a su entorno, para ofrecer alternativas experiencialmente sustanciosas que permitan enriquecer los conocimientos y adquirir los valores necesarios para el desarrollo. (Reyes, 2012, p. 228).

ANEXO 2

DESARROLLO SOSTENIBLE Y QUÍMICA VERDE

¿Qué se entiende por sostenibilidad?

De acuerdo con Reyes:

La sostenibilidad es un principio de carácter antropocéntrico, que expresa fundamentalmente nuestro respeto por las generaciones humanas futuras con equidad y justicia; nuestro deseo por preservar, el mayor tiempo posible, las condiciones de vida en la Tierra para todos los seres vivos. (Reyes, 2012, p. 225).

En este sentido, el desarrollo sostenible es el desarrollo que “satisface las necesidades del presente sin comprometer la capacidad de las generaciones futuras para satisfacer sus propias necesidades” (ONU, 1987, 1992, 2000 y 2002). Para ello, las actividades humanas no deben sobrecargar las funciones ambientales, ni deteriorar la calidad ambiental del planeta; queda claro que el crecimiento económico, el uso racional de los recursos naturales y el ambiente están íntimamente relacionados, además, esto sólo es posible en un marco de equilibrio social, económico y ambiental.

El verdadero desarrollo no busca depredar, sino conservar los ecosistemas para las generaciones humanas futuras; para todas las comunidades en el planeta y no sólo para las del primer mundo. Lograrlo exige a las comunidades docentes y científicas crear e impulsar, a través de la educación en todos sus niveles, respuestas resilientes en la ciudadanía,

pues un progreso global es entonces posible sólo a través de la construcción y amalgamación de todos y cada uno de los progresos locales, integrándolos.

El desarrollo sostenible es un proceso integrado; como integral debe ser la ciencia y la educación que lo generen. La integración de sectores, agentes, conocimientos, potencial humano, bienes naturales, tradiciones culturales, saberes propios, etc., es un requerimiento esencial al desarrollo, pero es también indicador del grado de sostenibilidad del desarrollo alcanzado (citado en Novo, 2006).

¿Qué relación tiene el desarrollo sostenible con la Química Verde?

Mascarell resume que:

La química sostenible (Green Chemistry) supone un cambio fundamental en la forma en que la ciencia plantea el diseño químico y la síntesis de las sustancias: significa el diseño, desarrollo y aplicación de productos y procesos químicos para la reducción o eliminación del uso y generación de sustancias peligrosas para la salud humana y para el medioambiente. La química sostenible, de la que merece la pena destacar su carácter preventivo, ya que pretende evitar los problemas antes de que ocurran, se basa en doce principios formulados originalmente a finales de los años noventa del pasado siglo por Paul Anastas y John Warner (1998) en su libro *Green Chemistry: Theory and Practice* (2016, p. 28).

En síntesis, los doce principios de la química verde son:

1. Evitar los residuos.
2. Maximizar la incorporación de todos los materiales del proceso en el producto acabado.
3. Usar y generar sustancias que posean poca o ninguna toxicidad.
4. Preservar la eficacia funcional mientras se reduce la toxicidad.
5. Minimizar las sustancias auxiliares (por ejemplo, disolventes, agentes de separación).
6. Minimizar los insumos de energía (procesos a presión y temperatura ambiental).
7. Preferir materiales renovables frente a los no renovables.
8. Evitar derivaciones innecesarias (por ejemplo, grupos de bloqueo, pasos de protección y desprotección).
9. Preferir reactivos catalíticos frente reactivos estequiométricos.
10. Diseñar los productos para su descomposición natural tras el uso.
11. Vigilancia y control “desde dentro del proceso” para evitar la formación de sustancias peligrosas.
12. Seleccionar los procesos y las sustancias para minimizar el potencial de siniestralidad.

¿Qué avances se tiene con respecto a la enseñanza de la Química, en la implementación de la meta 4.7 de la Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible?

Numerosos estudios sobre el enfoque del desarrollo sostenible en la educación dan cuenta del escaso tratamiento en el currículum de los niveles básicos y medio superior, como se ejemplifica a continuación.

Doria menciona que:

En 2002, la UNESCO reconoció que a pesar de múltiples manifestaciones de un número considerable de organismos, los esfuerzos han sido mayoritariamente sólo declarativos y no hay avance en el desarrollo de los pueblos, pues no existe la educación requerida para ello, y que su logro requiere de un urgente esfuerzo educativo mundial (Doria, 2013, p. 94).

Como consecuencia, la ONU estableció la realización de un esfuerzo mundial para educar para el desarrollo, declarando al periodo 2005-2014 “La década de la educación por el desarrollo sostenible”. El papel de la educación para el logro de la sostenibilidad queda absolutamente claro con esta acción.

Dicho de otra manera, difícilmente será posible lograrla si no se lleva a cabo un cambio educativo.

Mascarell concluye en su estudio que:

En definitiva, estos primeros resultados refuerzan nuestras conjeturas iniciales acerca de que la atención prestada por la educación científica a las aportaciones de la Química Verde en la enseñanza secundaria es, en general, escasa. Del mismo modo, el análisis de libros de texto realizado hasta el momento, en esta primera fase de la investigación, parece indicar que, en general, no están prestando atención suficiente a las aportaciones de la Química Verde y su papel para avanzar hacia la Sostenibilidad (Mascarell, 2016, p. 38).

Una de las conclusiones de González en su investigación referente a la enseñanza de la química desde la perspectiva de la química verde es:

Si bien existen investigaciones en los campos de la didáctica de la química, los procesos de investigación-acción, los enfoques asociados a la enseñanza las ciencias naturales, etc., los estudios relacionados con la qv a nivel escolar (primaria y secundaria) son escasos. Ya que hasta el momento las investigaciones de la qv se encuentran centradas en los laboratorios de investigación y comienzan a desplegarse en algunos currículos universitarios, pero dentro del ámbito escolar curricular es muy escaso (González, 2016, p. 35).

Sin embargo, existen algunos esfuerzos derivados de la práctica docente individual o colectiva de experiencias exitosas.

Cortés Rodríguez, de la Universidad Distrital Francisco José de Caldas, señala que:

En su propuesta presenta los resultados del diseño e implementación de una secuencia didáctica cuya finalidad es incorporar la Química Verde (QV) en la escuela. Surgiendo como resultado de reflexionar sobre QV, considerada una nueva tendencia a nivel mundial que por medio de sus doce principios busca diseñar nuevos productos y metodologías que reduzcan y/o eliminen la producción de sustancias nocivas para el medio ambiente y la salud humana (Cortés Rodríguez, 2016, p. 340)

Así mismo, Cortés Ruíz Velasco (2016) da cuenta de la implementación del laboratorio de química verde y energías sostenibles en el plantel Azcapotzalco de la UNAM, teniendo el propósito de formar tanto a estudiantes como a docentes en una filosofía de desarrollo sostenible que incide en proyectos de iniciación a la investigación con un enfoque de química verde ante la problemática ambiental actual. Estableciendo una metodología en el proceso de enseñanza-aprendizaje y de investigación que se aplica a todos los ámbitos de las ciencias naturales con base en los 12 principios de esta disciplina.



CONSTRUCCIÓN DE UN AEROGENERADOR CASERO

MIREYA MONROY CARREÑO
PATRICIA MONROY CARREÑO
ROBERTO MONROY CARREÑO
(VALLEJO)

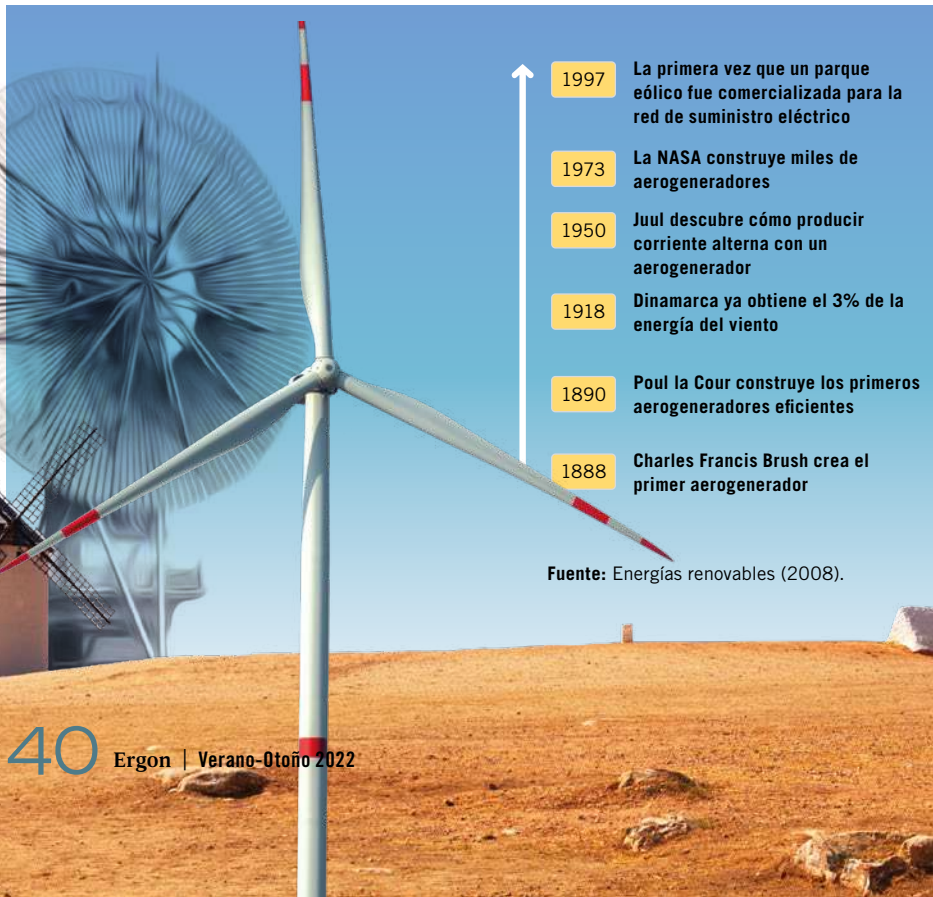
RESUMEN

El presente proyecto se orientó hacia la construcción de un aerogenerador casero, con el propósito de producir la potencia necesaria para alimentar luminarias de bajo consumo y, al mismo tiempo, abordar algunos aprendizajes de física. Se obtuvo como resultado un aerogenerador que produce una potencia eléctrica de 3633.84 W/año con un costo aproximado de \$79, concluyendo que es una opción viable para producir energía limpia.

Hasta la aparición de la máquina de vapor en el siglo XIX, la única energía de origen no animal para la realización de trabajo mecánico era la proveniente del agua o del viento, de ahí que la energía eólica ha sido aplicada a la navegación desde la antigüedad. Los molinos de viento fueron utilizados en Europa en la Edad Media, y se extendieron por Grecia, Italia y Francia. Además, se puede considerar que el precursor de los aerogeneradores (figura 1) fue una aeroturbina danesa de Lacourt (1892), capaz de producir entre 5 y 25 kW (Mártel, 2021).

Las fuentes de generación de energía eléctrica en México están basadas en la quema de combustibles, correspondiente al 68%, y sólo el 4% se produce a partir de energía eólica. Por otra parte, en nuestro país existen más de 500 mil viviendas sin servicio eléctrico, principalmente en zonas rurales y comunidades indígenas (CFE, 2018). Un motivo por el cual se piensa que se incrementará el

FIGURA 1. Línea de tiempo de la energía eólica.



uso de la energía eólica es porque es una opción energética para el sector de la población más desprotegido, ya que en el mundo hay 1300 millones de viviendas sin acceso a electricidad. Para agregar, se espera un incremento de 70% en la energía eólica para el 2035 (Water, 2014).

Respecto a la potencia eólica instalada en México, de acuerdo con el Consejo Global de la Energía Eólica (GWEC, por sus siglas en inglés), hasta 2019 se contaba con más de 6,237 megawatts instalados de energía eólica. Esa capacidad ubicó al país en 16° lugar a nivel global, aunque en 2020 se llegó a superar la marca de los 7,000 megawatts. Los estados de la República mexicana que generan más energía eólica son Oaxaca (5564 MW), Tamaulipas (1350 MW), Coahuila (1080 MW), Nuevo León (642 MW) y Jalisco (399 MW).

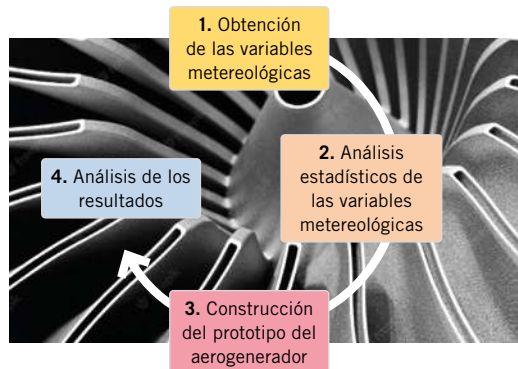
PROPÓSITO

Proponer un prototipo de un mini generador eólico empleando materiales reciclados y de uso común para el uso de luminaria básica, basado en las variables meteorológicas de la estación meteorológica del Programa de Estaciones Meteorológicas del Bachillerato Universitario (PEMBU), del plantel Vallejo del CCH.

METODOLOGÍA

La investigación es de tipo descriptivo, ya que consistió en la caracterización de un fenómeno con el objeto de establecer su estructura, y es una investigación de campo, debido a que se recolectaron los datos de la realidad (Arias, 2012) con la finalidad de diseñar un aerogenerador. Cabe destacar que en la figura 2 se presenta el desarrollo de esta investigación.

FIGURA 2. Procedimiento empleado en la investigación.



1. Obtención de las variables meteorológicas

En este estudio, los datos se consiguieron de la estación meteorológica del plantel Vallejo del Colegio de Ciencias y Humanidades, que pertenece al PEMBU. En específico, se utilizó el rubro de la temperatura para determinar el valor de la temperatura media anual para el periodo 2004 a 2019; el análisis se hizo mediante una hoja de cálculo de Excel, depurando los datos nulos para su respectivo análisis.

2. Análisis estadísticos de las variables meteorológicas

El análisis estadístico de las variables meteorológicas consistió en el cálculo de la desviación estándar de la velocidad del viento, la densidad del aire y la potencia generada

del aerogenerador por mes y por año. En el mismo sentido se determinó la densidad del aire, la cual depende de varios factores como son la temperatura, la presión y la humedad para su cálculo se utilizaron las fórmulas del Comité Internacional de Pesas y Medidas: CIPM-2007 (Peña y Becerra, 2010).

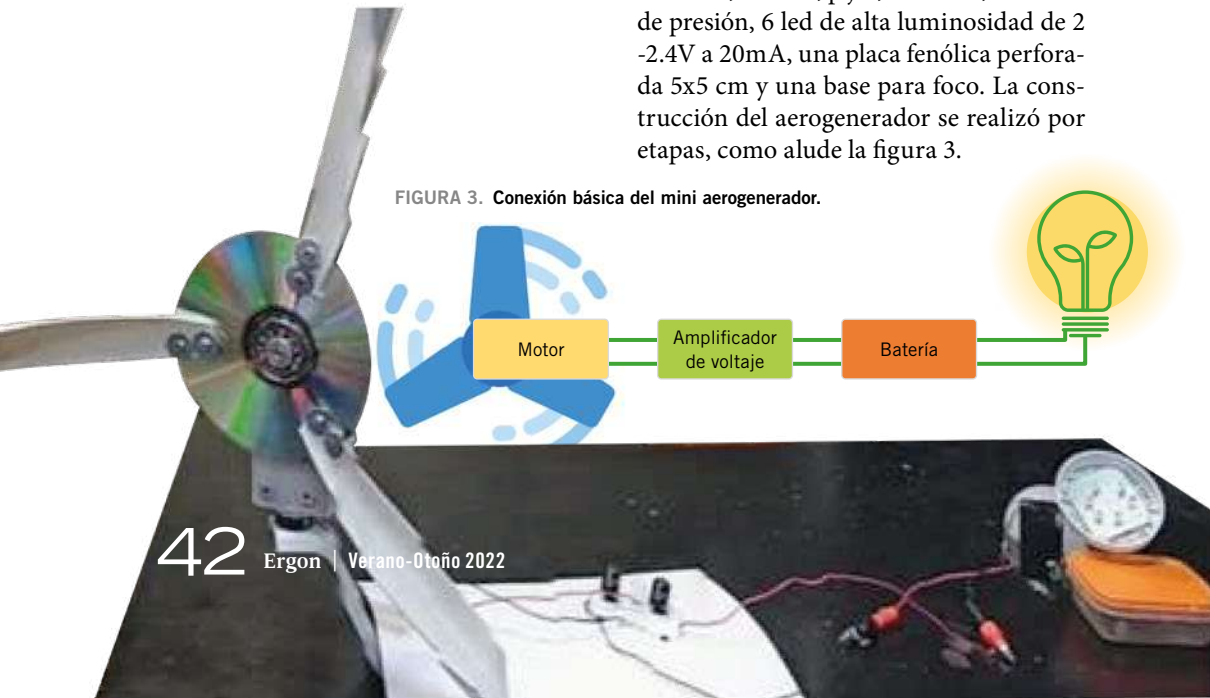
Asimismo, para conocer la potencia que puede generar el movimiento del viento, se tomó en cuenta la energía cinética ($\frac{1}{2}mv^2$) y el flujo de aire a través de una superficie ($\Phi=v \cdot A$) (Buganio, Bonoli, Edwards y Gogni, 2012). Adicionalmente, la potencia efectiva depende de las características del funcionamiento de la máquina, para ello se definió el coeficiente de potencia de un aerogenerador, es decir, es el porcentaje de potencia contenida en el viento incidente que realmente es capturada por el aerogenerador (Mur, 2009).

Las leyes de la física impiden que se pueda extraer toda la potencia disponible en el viento cuando cruza por el aerogenerador; en la práctica se aprovecha un 59% de la potencia eólica disponible. Con respecto a la relación de velocidad periférica, esta es una relación de la velocidad de las hélices del generador y la velocidad el viento (Bañuelos y Ángeles, 2011).

3. Construcción del prototipo del aerogenerador

Basándonos en los resultados estadísticos, se diseñó un aerogenerador utilizando los siguientes materiales: 40 cm de tubo pvc de 1", un motor brushless de 12V de CA, batería de 4V a 8Ah, 2 capacitores de 2200 μ F a 25V, 4 diodos rectificadores 1N4007, 4 m de alambre 30WAG, una llantita auxiliar de bicicleta, una llanta de patineta, tablas, tornillos, tuercas, pijas, roldanas, roldanas de presión, 6 led de alta luminosidad de 2 -2.4V a 20mA, una placa fenólica perforada 5x5 cm y una base para foco. La construcción del aerogenerador se realizó por etapas, como alude la figura 3.

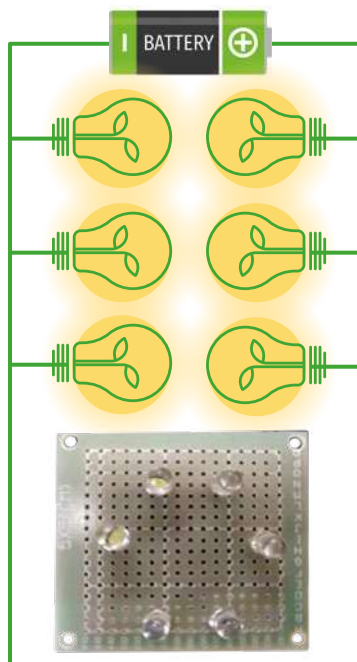
FIGURA 3. Conexión básica del mini aerogenerador.



En este sentido, los pasos para la construcción del mini aerogenerador fueron:

1. En el diseño de las hélices se utilizó como material PVC, que se incorporó al motor de corriente alterna (CA) que se obtuvo del disco duro de una computadora, así mismo se utilizaron los tornillos para poder fijar las hélices.
2. Se agregó el multiplicador de voltaje y rectificador para convertir la corriente alterna a corriente (CD) al generador, con el propósito de alimentar a la batería.
3. A la batería se le adhirió un diodo rectificador con el fin de que cuando el generador no esté funcionando, la batería no le suministre energía al motor.
4. Se construyó un circuito eléctrico mixto con seis leds (figura 4), cuya función fue el de una lámpara de alta luminosidad alimentada por la batería de 4V. Cabe mencionar que este circuito consume 5.76W en 24 horas.

FIGURA 4. Conexión de led para lámpara.



RESULTADOS

En la tabla 1 se concentran el análisis de las variables meteorológicas empleadas en el diseño del prototipo del mini aerogenerador.

TABLA 1 Resultados del análisis de las variables meteorológicas

MES	VELOCIDAD MEDIA (M/S)	DESVIACIÓN ESTÁNDAR DE LA VELOCIDAD MEDIA	DENSIDAD DEL AIRE (KG/M3)	DESVIACIÓN ESTÁNDAR DE LA DENSIDAD DEL AIRE	POTENCIA GENERADA (W)	DESVIACIÓN ESTÁNDAR DE LA POTENCIA GENERADA
ENERO	2.047	0.456	0.942	0.005	202.708	115.752
FEBRERO	2.235	0.644	0.935	0.004	276.390	158.256
MARZO	2.709	0.580	0.929	0.003	442.085	274.851
ABRIL	2.795	0.201	0.923	0.003	449.591	94.481

MES	VELOCIDAD MEDIA (M/S)	DESVIACIÓN ESTÁNDAR DE LA VELOCIDAD MEDIA	DENSIDAD DEL AIRE (KG/M3)	DESVIACIÓN ESTÁNDAR DE LA DENSIDAD DEL AIRE	POTENCIA GENERADA (W)	DESVIACIÓN ESTÁNDAR DE LA POTENCIA GENERADA
MAYO	2.681	0.255	0.920	0.005	393.369	95.989
JUNIO	2.587	0.469	0.924	0.003	383.729	143.677
JULIO	2.328	0.503	0.929	0.002	309.452	162.407
AGOSTO	2.339	0.660	0.926	0.005	298.612	163.879
SEPTIEMBRE	2.217	0.608	0.927	0.002	265.660	147.437
OCTUBRE	2.256	0.496	0.930	0.004	265.606	135.111
NOVIEMBRE	1.924	0.381	0.938	0.003	197.766	71.362
DICIEMBRE	1.760	0.524	0.939	0.004	148.874	89.399
AÑO	2.333	0.355	0.930	0.002	3633.842	101.721

Considerando los datos de la tabla 1, se obtuvo que la velocidad media del viento por año es de 2.33m/s, donde existe una variación dependiendo del mes, siendo la velocidad media promedio mínima de 1.760m/s y máxima de 2.706m/s (tabla 2).

TABLA 2 Potencia efectiva vs potencia consumida por la lámpara.

MES	POTENCIA (W) POR DÍA	POTENCIA (W) POR LÁMPARA 6 LED	POTENCIA (W) RESTANTE POR DÍA
ENERO	6.757	5.760	0.997
FEBRERO	9.213	5.760	3.453
MARZO	14.736	5.760	8.976
ABRIL	14.986	5.760	9.226
MAYO	13.112	5.760	7.352
JUNIO	12.791	5.760	7.031
JULIO	10.315	5.760	4.555
AGOSTO	9.954	5.760	4.194
SEPTIEMBRE	8.855	5.760	3.095
OCTUBRE	8.854	5.760	3.094
NOVIEMBRE	6.592	5.760	0.832
DICIEMBRE	4.962	5.760	-0.798



CONCLUSIONES

Los resultados obtenidos en el análisis estadístico de las variables meteorológicas nos permitieron conocer la potencia que nos puede suministrar el aerogenerador que nos ayude alimentar la lámpara diseñada, ya que sólo necesita 5.76W durante 24 horas.

Se puede deducir que la propuesta del mini aerogenerador casero es una alternativa viable, usa materiales de fácil acceso y si se considera que en México la iluminación representa el 40% de la energía consumida en el hogar, entonces se infiere la necesidad de promover energías alternativas que permitan no sólo la generación de la energía eléctrica, sino la disminución de su impacto en el medio ambiente.

En conclusión, en una vivienda donde no se tiene un servicio eléctrico este aerogenerador sería una buena solución, y se reflejaría en la disminución en el uso de velas, leña y diésel. Sin dejar de lado que es una alternativa viable para el sector doméstico, ya que reduciría el gasto energético por luminaria.

REFERENCIAS

- Arias, F. (2012). *El proyecto de investigación. Introducción a la metodología científica*. (6ª ed.). Caracas: Episteme.
- Bañuelos, F. y Ángeles, C. (2011). “Incorporación de un modelo de generador eólico al análisis de flujos dinámicos de potencia”. *Ingeniería, investigación y tecnología*, 12(3), pp. 311-320.
- Buganio, R., Bonoli, M., Edwards, D. y Gogni, V. (2012). “Estimación de potencia anual generada por un generador eólico”. *Seminario Nacional Tecnológica Nacional*. Mendoza: Facultad Regional Mendoza-Instituto Regional de Estudios Sobre Energía.
- CFE. (2018). *Informe anual 2017*. México. Recuperado de: <https://cutt.ly/gvpcslf>
- Energía eólica*. (2008). Argentina: Coordinación de Energías Renovables.
- Mártel, I. (2021). “Historia de la energía eólica: del origen a la II Guerra Mundial”. *OpenMind* BBVA. Recuperado de: <https://cutt.ly/4vpcswg>
- Mur Amada, J. (2009). *Máster europeo en energías renovables y eficiencia energética. Curso de energía eólica*. Zaragoza: Departamento de Ingeniería Eléctrica/ Universidad de Zaragoza. Recuperado de: <https://cutt.ly/0vpctRn>
- Peña, L. y Becerra, L. (2010). “Impacto de la nueva fórmula de la densidad del aire CIPM-2007”. En *Simposio de Metrología 2010*. [pp. 1-5]. Querétaro: Cenam.
- Water, U. (2014). *Informe de las Naciones Unidas sobre el desarrollo de los recursos hídricos en el mundo 2014: agua y energía, datos y estadísticas*. Francia: UNESCO. Recuperado de: https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000226961_spa



USO DE BIOFILTROS PARA DESCONTAMINACIÓN DE AGUA

MARÍA YANELI
VELÁZQUEZ MONTES DE OCA
VALLEJO

RESUMEN

Dados los actuales niveles de contaminación del agua, se han propuesto diferentes técnicas para tratar el agua residual y reutilizarla. Una de ellas es el uso de biofiltros, por lo que se implementó su construcción en los grupos de la asignatura de Química como estrategia para que los estudiantes de primer año del CCH valoren dicho compuesto como recurso indispensable para la vida de manera fundamentada.

En los últimos años, la sobrepoblación humana ha generado problemas ambientales en el suelo, el aire y el agua. Causa interés especial el problema con el agua, ya que es un compuesto que, por su alta capacidad disolvente, es sumamente vulnerable a la contaminación. El principal desecho de este recurso producido por la alta densidad poblacional son las aguas grises, estas se generan a partir de los residuos líquidos vertidos por el desagüe de regaderas, lavabos, lavado de trastes, lavadoras, etc. Su nombre se debe a su aspecto turbio y su condición de estar en un punto intermedio entre el agua potable y las aguas residuales.

Este tipo de aguas se pueden reutilizar de manera directa en el inodoro, y si se efectúa un tratamiento sencillo, pueden ser fácilmente utilizadas en usos como el riego de zonas verdes o la limpieza de exteriores. Sin embargo, si no reciben un tratamiento previo a su descarga o reutilización tienen efectos nocivos para la salud de las personas y los animales y afectan al medio ambiente, a causa de que contienen cantidades significativas de materia orgánica que, cuando se estanca y se descompone, provoca que se multipliquen las bacterias, por

lo que adquieren características similares a las aguas negras.

Debido a todo lo anterior se debe implementar una alternativa de tratamiento adecuado a las aguas grises para que así sean utilizadas para el riego de cultivos y su descarga no represente un daño ambiental. Existen diferentes técnicas para tratar el agua residual y usarla sin que cause ningún problema, una es el biofiltro, una tecnología de bajo costo.

PROPÓSITO DE MATERIAL Y/O RECURSO DIDÁCTICO

Dadas las actuales cifras de contaminación de agua y desechos de residuos domésticos se pensó en implementar una alternativa para descontaminar dichos residuos, por ejemplo, un biofiltro. Sin embargo, no se conocía el funcionamiento de este sistema por lo que propusimos la siguiente hipótesis: “La realización de una investigación documental permitirá comprender el funcionamiento de un biofiltro, así como la identificación de materiales necesarios para la construcción de un prototipo casero de descontaminación de agua”. Con ello se pretendió lograr aprendizajes en los alumnos.

APRENDIZAJES

La implementación del presente recurso didáctico pretende reforzar los siguientes aprendizajes incluidos en el programa de estudios vigente de Química I:



¹ Programa de Estudios. Área de Ciencias Experimentales. Química I-II (2016). Consultado el 10 de febrero de 2022. Recuperado en: https://www.cch.unam.mx/sites/default/files/programas2016/QUIMICA_I_II_.pdf

- **Aprendizaje 5.** Reconoce con experimentos la capacidad disolvente del agua, con la formulación de las hipótesis correspondientes, la aplicación de su capacidad de análisis, síntesis, comunicación oral y escrita al trabajar en grupos cooperativos. (N3)
- **Aprendizaje 6.** Reconoce la abundancia de las mezclas en el entorno cotidiano al observar diferentes materiales y la presencia del agua en gran cantidad de mezclas. (N1)
- **Aprendizaje 7.** Clasifica a las mezclas en heterogéneas y homogéneas e incluye dentro de éstas últimas a las disoluciones. (N1) [...]
- **Aprendizaje 9.** Aplica el fundamento teórico de diferentes técnicas de separación de mezclas al purificar muestras de agua contaminada con sólidos solubles e insolubles, desarrollando habilidades de búsqueda y procesamiento de información en fuentes documentales confiables. (N2) [...]
- **Aprendizaje 20.** Señala las principales funciones del agua en los organismos y en el clima, a partir de lo cual plantea un problema y lo resuelve usando el proceso de indagación documental y refuerza sus actitudes de curiosidad, creatividad y autorregulación. (N3)
- **Aprendizaje 21.** Demuestra una actitud crítica sobre la utilización del agua y la valora como un recurso indispensable para la vida de manera fundamentada. (N3)¹.

PRESENTACIÓN DEL MATERIAL Y/O RECURSO DIDÁCTICO

El proyecto se trabajó desde el inicio del ciclo escolar 2020-2021. Para ello se formaron equipos de trabajo en los grupos 144, 149 y 174. Al principio, cada equipo realizó una investigación documental acerca de biofiltros, con base en ella se conocieron los materiales necesarios para su construcción (anexos). Después se realizó la compra de estos materiales y se fabricaron los biofiltros, uno en mi domicilio (profesora), cuya construcción se mostró a los alumnos de forma demostrativa, y tres más en el domicilio de un alumno de cada grupo participante, de manera que se entregó un paquete con todo lo necesario directamente en las residencias de los estudiantes.

Cabe resaltar que originalmente se tenía pensado colocar el biofiltro en las instalaciones del Sistema de Laboratorios para el Desarrollo y la Innovación (Siladin), pero debido a la emergencia sanitaria provocada por la pandemia, la construcción se realizó en los lugares mencionados. Posteriormente, se obtuvieron muestras de agua gris de los domicilios de los alumnos y la profesora. Con esas muestras se probó la efectividad

del biofiltro únicamente de forma cualitativa, ya que la falta de material y reactivos de laboratorio no permitieron pruebas cuantitativas.

Respecto al trabajo que realizaron los alumnos se observó un incremento de sus habilidades de comunicación, investigación, diseño de documentos, entre otras; además realizaron contribuciones valiosas para la construcción del prototipo. Durante las sesiones sincrónicas se discutió la utilidad del recurso didáctico y lo relacioné con los temas que íbamos abordando en las asignaturas de Química I y Química II. Para la mayoría de los alumnos la construcción del biofiltro fue demostrativa, ellos mostraron gran interés y aportaron ideas para la mejor realización y funcionamiento del prototipo.

De forma cualitativa, nos percatamos que después de cinco días se logró la estabilización del sistema; el agua jabonosa que ingresó al biofiltro se observó clarificada a la salida, y durante cuatro semanas el agua biofiltrada fue usada para el riego de plantas ornamentales, las cuales se mantuvieron en buenas condiciones; esto demuestra que el agua, tras haber pasado por el sistema de filtración y descontaminación, se encuentra libre de sustancias nocivas (por ejemplo, detergentes). Una vez que existan las condiciones para regresar al laboratorio, se harán pruebas cuantitativas como demanda bioquímica de oxígeno (DBO), oxígeno disuelto, identificación de iones, entre otras. Se puede observar el funcionamiento de 2 de los biofiltros construidos en los siguientes enlaces que llevan a videos en YouTube:

- Biofiltro: <https://youtu.be/2NzYC6p38Ss>
- Biofiltro 2: <https://youtu.be/a3oDL89Zv8A>

Actividades de alumnos

- Investigación documental.
- Construcción de biofiltro.
- Obtención de muestra de agua gris.
- Aplicación de biofiltro.
- Pruebas de efectividad.
- Análisis de resultados.
- Elaboración de informe.

Actividades del profesor

- Formación de equipos.
- Dirección y revisión de la investigación documental.
- Aportación de materiales y recursos para la construcción del biofiltro.
- Dirección de la construcción de biofiltro.
- Dirección de la aplicación de pruebas de efectividad.
- Dirección del análisis de resultados.
- Elaboración de informe.

CONCLUSIONES

Con la investigación documental y la construcción del biofiltro, y en general la implementación de este recurso didáctico, se llegó a las siguientes conclusiones:

- Las plantas acuáticas tienen la función de airear el sistema radicular y facilitar oxígeno a los microorganismos que viven en la rizosfera.
- Con la construcción de un biofiltro se logra la eliminación de contaminantes, ya que las plantas los asimilan directamente a sus tejidos.
- Las plantas realizan la filtración de los sólidos a través del entramado que forma su sistema radicular.
- Las plantas convierten los nitritos (NO_2)-1 y nitratos (NO_3)-1 a amonio (NH_4)+1 para utilizarlos para sintetizar sus proteínas.
- Para la construcción de los biofiltros se prefiere el uso de plantas acuáticas debido a que algunos tipos (como las lemnáceas) tienen las tasas de crecimiento más altas del mundo, crecen en amplio rango de condiciones ambientales, soportan grandes cambios de temperatura pH y concentración de nutrientes.
- El uso de tezontle en la construcción de los biofiltros es favorable porque es un medio que actúa como soporte, membrana filtrante y permite la formación de biopelículas de bacterias responsables de la degradación de materia orgánica.
- La implementación del presente recurso didáctico favoreció en los alumnos habilidades de comunicación, síntesis, trabajo en equipo, búsqueda de información, cuidado del medio ambiente y reforzó conocimientos impartidos durante las clases de Química de primer año del CCH.

- La implementación del presente recurso didáctico reforzó los siguientes aprendizajes incluidos en el Programa de Estudios Vigente de Química I:
 - **Aprendizaje 5.** Reconoce con experimentos la capacidad disolvente del agua, con la formulación de las hipótesis correspondientes, la aplicación de su capacidad de análisis, síntesis, comunicación oral y escrita al trabajar en grupos cooperativos. (N3). Los alumnos lograron este aprendizaje al notar la alta capacidad disolvente del agua y, por tanto, su fácil contaminación, con la implementación del recurso didáctico formularon hipótesis y practicaron su comunicación oral y escrita durante las sesiones sincrónicas y la entrega de informe.
 - **Aprendizaje 6.** Reconoce la abundancia de las mezclas en el entorno cotidiano al observar diferentes materiales y la presencia del agua en gran cantidad de mezclas. (N1). Los alumnos identificaron una gran cantidad de mezclas en los residuos de su domicilio.
 - **Aprendizaje 7.** Clasifica a las mezclas en heterogéneas y homogéneas e incluye dentro de éstas últimas a las disoluciones. (N1). Los estudiantes distinguieron entre los dos tipos de mezclas de residuos domésticos que se pueden producir y la utilidad de colocar una trampa de grasas en el biofiltro.
 - **Aprendizaje 9.** Aplica el fundamento teórico de diferentes técnicas de separación de mezclas al purificar muestras de agua contaminada con sólidos solubles e insolubles, desarrollando habilidades de búsqueda y procesamiento de información en fuentes documentales confiables. (N2). Los alumnos entendieron que el biofiltro funciona con una combinación de métodos físicos de separación (como tamizaje y filtración); previamente a la construcción del biofiltro realizaron su investigación documental por lo que ya conocían este fundamento teórico.
 - **Aprendizaje 20.** Señala las principales funciones del agua en los organismos y en el clima, a partir de lo cual plantea un problema y lo resuelve usando el proceso de indagación documental y refuerza sus actitudes de curiosidad, creatividad y autorregulación. (N3). Este aprendizaje se logró con la participación de los estudiantes en el presente recurso didáctico.
 - **Aprendizaje 21.** Demuestra una actitud crítica sobre la utilización del agua y la valora como un recurso indispensable para la vida de manera fundamentada. (N3). Los estudiantes se mostraron mucho más conscientes del correcto uso del agua una vez que participaron y concluyeron la construcción del biofiltro.

- La implementación del presente recurso didáctico reforzó los siguientes aprendizajes incluidos en el Programa de Estudios Vigente de Química II:
 - **Aprendizaje 6.** Reconoce la abundancia de las mezclas en el entorno cotidiano al observar diferentes materiales y la presencia del agua en gran cantidad de mezclas. (N1). Los estudiantes relacionaron la nutrición de las plantas que formaron parte del biofiltro con la presencia de iones en solución en las muestras de agua gris.
 - **Aprendizaje 9.** Aplica el fundamento teórico de diferentes técnicas de separación de mezclas al purificar muestras de agua contaminada con sólidos solubles e insolubles, desarrollando habilidades de búsqueda y procesamiento de información en fuentes documentales confiables. (N2). Algunos estudiantes notaron que las plantas se veían enfermas durante el proceso de equilibrio del sistema y sugirieron una medición de pH del agua, sin embargo, no fue necesario modificar este valor pues, con el paso de los días, las plantas se recuperaron.
 - **Aprendizaje 12.** Escribe fórmulas de las sales inorgánicas mediante la nomenclatura Stock. (N3). Durante la investigación documental los estudiantes practicaron, en varias ocasiones, las fórmulas de nomenclatura química de sales.

REFERENCIAS

- CCH. (2016). Programa de Estudios. Área de Ciencias Experimentales. Química I-II. Consultado el 10 de febrero de 2022. Recuperado de: https://www.cch.unam.mx/sites/default/files/programas2016/QUIMICA_I_II_.pdf
- Del Río Portilla, J. A. *et al.* (2015). *Biofiltros*. México: IER/UNAM-Editorial Terracota.
- Delgado López, A. E., González Ramírez, C. A., Prieto García, F., Villagómez Ibarra, J. R. y Acevedo Sandoval, O. (2011). "Fitorremediación: una alternativa para remediar la contaminación". *Tropical and Subtropical Agroecosystems*, 14, pp. 597-612.
- Frers, C. (2008). "El uso de plantas acuáticas para el tratamiento de aguas residuales". *Observatorio medioambiental*, 11, pp. 301-305.
- Núñez López, R. A., Meas Vong, Y., Ortega Borges, R. y Olguín, E. J. (julio-septiembre, 2004). "Fitorremediación: fundamentos y aplicaciones". *Ciencia*, 55 (3), pp. 69-82.

Rodríguez Miranda, J. P., Gómez, E., Garavito, L. y López, F. (enero-marzo, 2010). “Estudio de comparación del tratamiento de aguas residuales domésticas utilizando lentejas y buchón de agua en humedales artificiales”. *Tecnología y Ciencias del Agua*, 1 (1), pp. 59-68.

Walstad, D. (2003). “Plantas acuáticas y filtración biológica”. En D. Walstad, *Ecology of the Planted Aquarium. A Practical Manual and Scientific Treatise for the Home Aquarist*. (2ª ed.). Echinodorus Publishing.

ANEXOS

MATERIALES REQUERIDOS PARA LA CONSTRUCCIÓN DE BIOFILTRO

- Coladera.
- Embudo.
- 2 recipientes de plástico transparentes para trampa de grasas (16cmx13cmx10cm)
- 6 codos de CPVC ½”.
- 7 “T” de CPVC ½”.
- 2m Tubo de CPVC ½”.
- Cutter.
- Silicón.
- 4 recipientes transparentes para plantas (15cmx13cmx16cm).
- Tezontle rojo y negro.
- Pegamento para CPVC.
- Plantas acuáticas:
 - *Cyperus sp.*
 - *Cyperus papirus.*
 - *Miriophyllum acuaticum.*
 - *Eichhornia crassipes.*

EVIDENCIAS DE LA CONSTRUCCIÓN DE BIOFILTROS

“Con la finalidad de proporcionar el material completo para la construcción de los biofiltros, me dirigí al mercado Madre Selva a comprar las plantas necesarias, y a ferreterías para comprar los materiales requeridos”.



7502229753154 - TOME	
TEZONTLE NEGRO PISUM	\$ 98.99
7502229750702 - TOME	
TEZONTLE ROJO 2BLTS	\$ 98.99
7503007746214 - TOME	
PEGAMENTO CPVC 60ML	\$ 25.00
7506086306126 - TOME	
TUBO CPVC 1/2 X 1 FT	\$ 17.01
7506086306126 - TOME	
TUBO CPVC 1/2 X 1 FT	\$ 17.01
636660673829 - TOME	
TEE CPVC-ETS FG 1/2	
1 @ \$ 3.00	\$ 3.00
PM Material Plomeria 047	\$ 1.15-
636660673607 - TOME	
CODO 1/2" CPVC-ETS	
5 @ \$ 2.00	\$ 10.00
TOTAL M.N.	\$ 264.05

Plantas acuáticas para la construcción del biofiltro



Miriophyllum aquaticum



Eichhornia crassipes



Cyperus papyrus



Cyperus sp.

La construcción del biofiltro se realizó siguiendo la metodología indicada por Del Río Portilla *et al.* (2015):



Material para construcción de biofiltro



Construcción de biofiltro



Biofiltro terminado



Biofiltro funcionando





OBSERVACIÓN DE AVES Y PROYECTOS DE CIENCIA CIUDADANA (USO DE NATURALISTA, MERLIN ID Y ELABORACIÓN DE CAJAS NIDO)

JULIO PÉREZ CAÑEDO
EVELIN NIEVES ESCAMILLA BELLO
(ÁZCAPOTZALCO)

RESUMEN

Para este proyecto se impartieron tres diferentes cursos a alumnos: 1) uso de Merlin ID para la identificación de aves, 2) uso especializado de la plataforma Naturalista (Conabio) con apoyo de un curador de la plataforma y 3) elaboración y uso de cajas nido como alternativa para mantener la diversidad de aves. Posteriormente, los alumnos colocaron diferentes cajas nido en la zona arbolada del plantel Azcapotzalco del Colegio de Ciencias y Humanidades y monitorean el uso de las mismas.

Las aves son un grupo ampliamente utilizado para promover en los estudiantes el interés por el cuidado y mantenimiento de la diversidad biológica y el ambiente. En los últimos años, en nuestro país ha crecido enormemente el número de personas aficionadas a la observación de aves debido a lo llamativo de sus colores, cantos, rituales de cortejo, entre otras cuestiones.

El incremento poblacional del humano, aunado a la creciente mancha urbana de las ciudades en el mundo, ha provocado una pérdida de hábitat considerable para muchas especies, incluyendo a las aves. Por lo anterior, las especies urbanas padecen de la eliminación gradual de los recursos naturales y de la falta de conciencia de las personas sobre las necesidades vitales mínimas necesarias para que puedan continuar habitando en las urbes.

La expansión desmedida de las ciudades provoca que se elimine arbolado para la construcción de casa-habitación, centros comerciales, vialidades, entre otras estructuras, lo cual ha provocado que las especies que requieren realizar cavidades para hacer su nidificación se vean; además de que la urbanización provoca la movilización forzada de muchas especies encargadas de generar oquedades en el arbolado, tal es el caso de los carpinteros, los cuales son desplazados a zonas con una menor perturbación del hábitat¹.

Por lo anterior, se decidió realizar un taller de elaboración de cajas nido para ser colocadas en las zonas arboladas del plantel Azcapotzalco del CCH. Posteriormente, los alumnos cursaron el taller de

¹ En el sitio web <http://www.seo.org/media/docs/cajasnido2.pdf>, se encuentra información valiosa sobre la importancia del uso de cajas nido y sobre su construcción a partir de materiales de fácil acceso.

Identificación de aves a través de Merlin Bird ID, de la Universidad de Cornell, en colaboración con la Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (Conabio). Acto seguido, los alumnos recibieron un segundo taller llamado “Manejo especializado de la plataforma NaturaLista,” por parte de Juan Carlos López Domínguez, curador de la plataforma. A partir de ese momento, los alumnos realizaron la observación de aves dentro del Colegio y el monitoreo constante de las cajas nido con la finalidad de determinar su utilización.



PROPÓSITO DE MATERIAL Y/O RECURSO DIDÁCTICO

Se realizó la impartición de tres talleres: 1) uso de Merlin ID para la identificación de aves, 2) uso especializado de la plataforma NaturaLista (Conabio) con apoyo de un curador de la plataforma y 3) elaboración y uso de cajas nido como alternativa para mantener la diversidad de aves en zonas urbanas. Posteriormente, los alumnos monitorearon las especies de aves que usaron el recurso de las cajas nido y cargaron sus observaciones en la plataforma NaturaLista, realizando la identificación de aves con el uso de Merlin Bird ID. Esta actividad les permitió reconocer la importancia del arbolado, la conservación de parques y jardines, el monitoreo de aves y el cuidado del ambiente en general.

Consideramos que los alumnos, a través de estas actividades, hicieron aportes a las plataformas de ciencia ciudadana (como son NaturaLista y aVerAves, ambas ligadas a la Conabio), además que su trabajo de concientización en aspectos de conservación de recursos naturales y el mantenimiento de espacios verdes dentro de las zonas urbanas contribuye a la sensibilización con respecto a la necesidad de otras especies además de la humana.

Los alumnos fueron testigos de la necesidad de recursos, como árboles con oquedades, para muchas especies de aves que crían a sus polluelos en agujeros, y de que debe existir una buena disponibilidad de ellos para que las aves puedan realizar sus nidificaciones, siendo un factor que puede limitar su tamaño poblacional (Lack, 1968). Así que la colocación de cajas nido puede ser una estrategia para hacer conciencia en el alumnado sobre la necesidad de incrementar la disponibilidad de huecos, donde estas aves pueden reproducirse y, por tanto, pueden incrementar su tamaño poblacional y continúen habitando las ciudades.

Consideramos que los alumnos que elaboraron y colocaron sus cajas nido han aprendido que estas:

- Ayudan a proporcionar a las aves lugares más seguros para la cría y refugio, disminuyendo la depredación de nidos.
- Facilitan la recuperación de especies en zonas urbanas.
- Potencian la conservación de las aves que son altamente beneficiosas tanto como insecticidas biológicos como en el control de plagas de roedores, reduciendo el uso de insecticidas y pesticidas que, en muchos casos, pueden llegar a ser dañinos para el ser humano.
- Facilitan estudios científicos de muchos parámetros de las aves.
- Facilitan su observación, estudio e identificación de especies.
- Nos permiten ver, oír, fotografiar, grabar con facilidad la vida de las aves.
- Potencian la biodiversidad.



Pese a que en países europeos se cuenta con una amplia historia y tradición asociada a la colocación de cajas-nido o nidos artificiales dentro de las ciudades para mantener y conservar las comunidades de aves, en nuestro país y en la Ciudad de México no se tiene esta práctica y recientemente se ha comenzado a utilizar con fines de investigación, sin llegar todavía a los estudiantes de bachillerato y a la comunidad en general. Por lo anterior, con esta actividad buscamos que los alumnos tuvieran un papel participativo, consiente y sensible.

APRENDIZAJES

El presente trabajo busca hacer un análisis de la importancia y la funcionalidad de implementar con los alumnos actividades prácticas que lleven a evidenciar grandes problemáticas ambientales, pero, sobre todo, a que reconozcan que está en sus manos contribuir a su mitigación e incluso a resolverlas, al menos de manera local. Lo ante-

rior propicia y motiva el ejercicio de la acción, es decir, de llevar a la práctica lo aprendido.

De manera general, se buscó incidir en los aprendizajes y las temáticas de la materia de Biología II, en específico en la Unidad 2. ¿Cómo interactúan los sistemas biológicos con su ambiente y su relación con la conservación de la biodiversidad? Con el motivo de cumplir con el propósito de que, al finalizar, el alumno describiera la estructura y funcionamiento del ecosistema, a partir de las interacciones entre sus componentes, para que reflexione sobre el efecto que el desarrollo humano ha causado en la biodiversidad y las alternativas del manejo sustentable en la conservación biológica. Dado lo anterior, se trabajó con los aprendizajes relacionados para que el alumno:

- Identificara el concepto de biodiversidad y su importancia para la conservación biológica.
- Identificara el impacto de la actividad humana en el ambiente, en aspectos como: contaminación, erosión, cambio climático y pérdida de especies.
- Reconociera las dimensiones del desarrollo sustentable y su importancia, para el uso, manejo y conservación de la biodiversidad.

PRESENTACIÓN DEL MATERIAL Y/O RECURSO

A) Procedimiento

Con los alumnos se llevó a cabo la impartición de tres talleres: 1) uso de Merlin ID para la identificación de aves, 2) uso especializado de la plataforma NaturaLista (Conabio) con apoyo de un curador de la plataforma y 3) elaboración y uso de cajas nido como alternativa para mantener la diversidad de aves.

Para el diseño y construcción de cajas nido se tomó en cuenta las propuestas de cajas que se encuentra disponible en el sitio web: <https://nestwatch.org>. Se utilizó madera (triplay y cedro) para su construcción. Aunado a lo anterior, Cecilia Cuatianquiz Lima ofreció una ponencia en donde nos apoyó en la realización del diseño de las cajas nido. El taller de uso de la aplicación de Merlin Bird ID para la identificación de aves se llevó a cabo en modalidad mixta, a saber, en línea se trabajaron aspectos teóricos de su uso, mientras que se hizo una actividad práctica en los alrededores de su casa y en las instalaciones del CCH.

Mientras que el taller uso especializado de la plataforma NaturaLista (Conabio) se llevó a cabo con el apoyo de Juan Carlos López Domínguez, curador de la plataforma por parte de la Conabio. Para finalizar, los alumnos colocaron sus cajas nido y constantemente las han observado y han logrado evidenciar el uso de las cajas por distintas especies de aves. Además, han mostrado interés por estos temas y han desarrollado gran sensibilización y disposición por contribuir a resolver problemas de índole ambiental.

FIGURA 1. Imagen demostrativa de la elaboración de cajas nido.



Para la construcción de las cajas nido se utilizaron materiales resistentes y duraderos con la finalidad de que tuvieran una vigencia prolongada, perduren y, sobre todo, seguras para las especies de aves que las usen.

Posteriormente, se realizó un recorrido por el plantel Azcapotzalco, se ubicaron árboles de gran altura (6 metros como mínimo) para su colocación, seleccionando áreas en las que no es tan común el tránsito del personal docente, trabajadores y alumnos, tanto en días de actividad como en fines de semana. Se decidió así con la finalidad de que las aves sean lo menos perturbadas posibles y porque estas zonas cuentan con un mayor número de avistamientos, además, la bibliografía sugiere colocar en sitios tranquilos, alejados de zonas de paso o ruidosas².



² Se tomaron en consideración las sugerencias del sitio: <http://diariosdeunnaturalista.blogspot.com/2013/04/consejos-sobre-cajas-nido-para-aves.html>

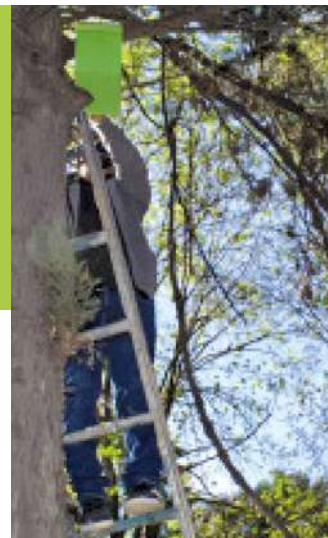
FIGURA 2. Ponencia “Construcción de cajas-nido para ambientes urbanos” a cargo de Cecilia Cuatnquiz Lima. Universidad Autónoma de Tlaxcala (UATX), México.



FIGURA 3. Las cajas nido colocadas.



FIGURA 4. Colocación de las cajas nido en el arbolado seleccionado para tal fin.

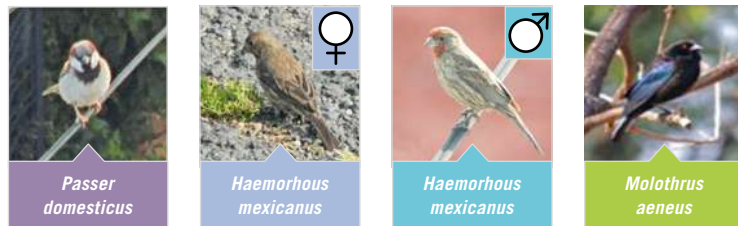


El sitio no se visitó por tres semanas, considerando que era tiempo suficiente para no perturbar el sitio y que las aves se sintieran cómodas al merodear las cajas nido y decidieran establecerse y colocar sus nidos; paulatinamente se ha realizado un recorrido cada viernes, en el horario de 7 a 8 de la mañana, para registrar el uso de las aves de las cajas nido. La identificación de las aves se ha hecho mediante el uso de la aplicación Merlin Bird ID³.

Las cajas han sido numeradas y ubicadas en un mapa del Colegio y se han numerado sólo a partir del reporte de un avistamiento de aves al interior de las cajas nido (entrada o salida) y en el caso de observar aves merodeándolas, pero sin que ingresen en ellas. Se considera que la caja está siendo utilizada sólo cuando se reporta por dos semanas a una especie de ave entrando y saliendo.

3 La aplicación se encuentra disponible para Android y iOS, además existe una versión de escritorio para ser usada en computadora. Se anexa el enlace de acceso: https://play.google.com/store/apps/details?id=com.labs.merlinbirdid.app&hl=es_MX&gl=US

FIGURA 5. Especies de aves que han utilizado las cajas nido (el tordo ojo rojo sólo se ha visto merodeando las cajas sin establecerse). Las fotos fueron tomadas con una cámara Nikon P900.





CONCLUSIONES

Las cajas nido son una herramienta muy útil para conservar la avifauna de los ambientes urbanos, debido al escaso arbolado útil para la nidificación, por lo cual, su colocación en el plantel Azcapotzalco permitirá incrementar la población de algunas especies residentes a lo largo del tiempo. Los alumnos estuvieron motivados en su construcción y los talleres les permitieron trabajar de manera sistemática en el reconocimiento e identificación de aves y contribuir con sus observaciones en los proyectos de ciencia ciudadana de la Conabio.

REFERENCIAS

- Ayuntamiento de Santander. (s/f). “Cajas nido, comparte tu jardín con otra familia”. Consultado el 10 enero de 2022. Recuperado de: <https://www.seo.org/wp-content/uploads/2012/05/FICHA-08-CAJAS-NIDO.pdf>
- “Cómo elegir y cómo colocar una caja nido”. (s/f). Parapajaros.com. Consultado el 9 de septiembre del 2021. Recuperado de: <https://parapajaros.com/como-elegir-una-caja-nido/>
- Massoni V., Bulit, F. y Rebores J. C. (2007). “Breeding biology of the White-rumped Swallow *Tachycineta leucorrhoa* in Buenos Aires Province, Argentina”. *International Journal of Avian Science*, 149, pp. 10-17.
- Miralles, J. (1996). *Ecología para entidades juveniles. Guía de sensibilización ambiental*. [pp. 10-12]. Barcelona: Función Francisco Ferrer. Consultado el 9 de septiembre del 2021. Recuperado de: https://books.google.com.ec/books?id=aYZ16b0xsjQC&printsec=frontcover&source=gbs_ge_summary_r&cad=0#v=onepage&q&f=false
- NestWatch. (s/f). “All about BirdHouses”. Consultado el 25 de diciembre de 2021. Recuperado de: <https://nestwatch.org>
- SEO/BirdLife. (s/f). Cajas nido. Centro Ambiental Los Viveros. Santander: España. Consultado el 2 enero de 2022. Disponible en: <http://www.seo.org/media/docs/cajasnido2.pdf>.
- Vega, I. (10 de diciembre, 2019). “Cajas nido: construcción, colocación, código de conducta y nuestra experiencia”. *Quadern de natura. El blog para los naturalistas*. Consultado el 3 de enero de 2022. Recuperado de: <https://quaderndenatura.blog/2019/12/10/cajas-nido-construccion-colocacion/comment-page-1/>
- Zaldúa N, Hernández D. y Rodríguez Tricot L. (2013). “Evaluación del uso de cajas nido por parte de aves urbanas”. *Boletín de la Sociedad Zoológica de Uruguay*, 22 (1), pp. 39-45. Consultado el 29 de diciembre de 2021. Recuperado de: https://www.researchgate.net/publication/343912337_Evaluacion_de_uso_de_caja_s_nido_por_parte_de_aves_urbanas





PROPUESTAS COTIDIANAS CONTRA EL CAMBIO CLIMÁTICO

ELIZABETH KARINA GALVÁN SÁNCHEZ
(ORIENTE)

RESUMEN

En este trabajo se muestra el desarrollo de una secuencia didáctica que atiende a la temática del cambio climático y que fue implementada en modalidad virtual. Se compartirán y resaltarán los materiales y recursos utilizados, así como las propuestas cotidianas que los estudiantes consideraron para contrarrestar el cambio climático, mismas que fueron registradas en videos cortos.



De acuerdo con Pérez y Gutiérrez (2018) el cambio climático es la modificación del clima que ha tenido lugar respecto de su historial a escala regional y global. Se trata de cambios de orden natural, pero, actualmente, se les asocia con el impacto humano sobre el planeta.

Este cambio global está ligado al efecto invernadero, generado por los gases de efecto invernadero (GEI); dicho efecto se da de forma natural, pero el problema radica en la alteración dada por las actividades humanas. La importancia de atender las causas que repercuten en el cambio climático recae en las actividades humanas asociadas, por lo cual es importante atender y generar acciones relacionadas para contrarrestarlo; como profesores tenemos la gran oportunidad de hacerlo mediante la educación.

Ante este contexto, la presente secuencia didáctica cobra un sentido amplio. En esta actividad se partió de la sensibilización como fase inicial; posteriormente, en el desarrollo, se recurrió a materiales que ayudaran al entendimiento de los procesos alrededor del cambio climático, además de dar herramientas para la fase final de la secuencia didáctica: generar videos con propuestas para contrarrestar el cambio climático.

Como resultado, los estudiantes generaron y compartieron de manera virtual 60 videos de sus propuestas en la plataforma Microsoft Teams, donde se generó un canal específico para tal actividad. En todos los videos se manifestaron diferentes propuestas cotidianas para contrarrestar el cambio climático.

PROPÓSITO DEL MATERIAL Y/O RECURSO DIDÁCTICO

La secuencia didáctica "Propuestas cotidianas contra el cambio climático" se desarrolló en el semestre 2022-2, con 18 estudiantes de Biología II y 40 de Biología IV, en un espacio virtual de intercambio dentro de la plataforma de Microsoft Teams.

El propósito general de esta actividad fue crear un espacio virtual donde alumnos del Colegio de Ciencias y Humanidades de Biología II y Biología IV compartieran propuestas para contrarrestar el efecto del cambio climático. Para que esto fuera posible se seleccionaron, generaron y trabajaron materiales considerados relevantes para fundamentar la actividad.

APRENDIZAJES

La presente secuencia didáctica se llevó a cabo dentro de los parámetros del Protocolo de Equivalencias, Rubro I-A (*Gaceta CCH*, 2020), y de acuerdo con los actuales programas de estudios de las asignaturas de Biología I y II (CCH, 2017) y Biología III y IV (CCH, 2018).

Biología II. Unidad 2. ¿Cómo interactúan los sistemas biológicos con su ambiente y su relación con la conservación de la biodiversidad?

Propósitos: al finalizar, el alumno describirá la estructura y funcionamiento del ecosistema, a partir de las interacciones que se presentan entre sus componentes, para que reflexione sobre el efecto que el desarrollo humano ha causado en la biodiversidad y las alternativas del manejo sustentable en la conservación biológica.

Temática 2. Biodiversidad y conservación biológica. Impacto de la actividad humana en el ambiente.

- **Aprendizaje indicativo.** El alumno identifica el impacto de la actividad humana en el ambiente, en aspectos como: contaminación, erosión, cambio climático y pérdida de especies.
- **Aprendizaje procedimental.** El alumno busca, selecciona e interpreta información.
- **Aprendizajes actitudinales.** Respeta el ambiente y todas las formas de vida. Muestra una actitud crítica y reflexiva ante la relación ciencia-tecnología-sociedad-ambiente.

Biología IV. Unidad 2. ¿Por qué es importante el conocimiento de la biodiversidad de México?

Propósito: al finalizar la unidad el alumno comprenderá la importancia de la biodiversidad, a partir del análisis de su caracterización, para que valore la necesidad de su conservación en nuestro país.

Temática II. Biodiversidad de México: factores que afectan la biodiversidad.

- **Aprendizaje indicativo.** El alumno relaciona los factores naturales y antropológicos con la pérdida de la biodiversidad.
- **Aprendizaje procedimental.** El alumno busca selecciona e interpreta información.
- **Aprendizajes actitudinales.** El alumno expresa actitudes ante el conocimiento científico (creatividad, curiosidad, pensamiento crítico, apertura y la toma de conciencia, entre otras) en la solución y análisis de problemáticas correspondientes a la caracterización de la biodiversidad.

PRESENTACIÓN DEL MATERIAL Y/O RECURSO DIDÁCTICO

La presente secuencia conlleva una serie de actividades que desarrollaron los alumnos con la guía de la profesora y con el propósito de cumplir los aprendizajes mencionados. La actividad se dividió en tres partes: a) fase inicial, b) fase de desarrollo y c) fase de síntesis.

A continuación, se describen las fases mencionadas:

A) Fase inicial

- Se convocó de manera voluntaria a estudiantes de Biología de cuarto y sexto semestres a formar parte de la actividad.
- Se creó un equipo en la plataforma de Microsoft Teams.
- Después de la bienvenida al sitio, para iniciar la actividad se consideró necesario sensibilizar a los participantes, para lo cual se transmitió el video musical *Earth Song* de Michael Jackson (Jackson, s/f), ya que su mensaje habla del valor de la naturaleza, de lo que esperamos de ella y de lo que le hemos hecho (anexo 1).





B) Fase de desarrollo

- Procedimiento seguido de acuerdo con el tipo de estudio:

Se generaron dos videos explicativos:

1. *Comprendiendo el cambio global*, este video está basado en el póster de la Universidad de California (UCMP, 2018), donde se resaltan las causas del cambio climático, los procesos del sistema terrestre y los cambios medibles como evidencia de los cambios globales a través del tiempo (anexo 2).
2. *Importancia del cambio climático (GEI)*, de aquí se tomó como referencia la infografía sobre los objetivos de desarrollo sostenible (Gobierno de México, 2017). Gracias a este material fue posible resaltar aspectos como la importancia del cambio climático, las principales fuentes de emisión de gases de efecto invernadero, sus impactos, el aumento de temperatura global y algunas acciones que podemos hacer nosotros mismos (anexo 3).

Por último, se retomó la animación *Efecto invernadero* (HHMI/Biointeractive, 2020), que trata sobre las generalidades del calentamiento de la atmósfera y la superficie de la Tierra, además del papel que juegan los GEI. Al final, se visibilizan las actividades humanas que contribuyen a este proceso (anexo 4).

C) Fase de síntesis

Con base a la información proporcionada, los estudiantes generaron y compartieron en canal virtual dentro la plataforma de Microsoft Teams, videos cortos (de aproximadamente 1 minuto) con propuestas cotidianas para contrarrestar el cambio climático. Los alumnos tuvieron la oportunidad de observar los demás videos con las propuestas de sus compañeros y reaccionar con emoticones.

RESULTADOS

- De los 130 estudiantes convocados, 58 participaron en esta actividad voluntaria.
- Los estudiantes generaron 60 videos cortos (de aproximadamente 1 minuto) con propuestas cotidianas para contrarrestar el cambio climático.

- Los videos fueron compartidos de manera virtual en la plataforma Microsoft Teams, en un equipo configurado específicamente para el desarrollo de esta secuencia didáctica.

CONCLUSIONES

Los estudiantes manifestaron entendimiento de la problemática del cambio global y su relación con el efecto invernadero; además, reconocieron las causas que generan dicho cambio y realizaron propuestas.

Las propuestas cotidianas para contrarrestar el cambio climático más recurrentes fueron reutilizar y ahorrar el agua, reutilizar materiales, apagar las luces cuando no se ocupen y disminuir el uso de transportes que usan combustibles fósiles, tomando como opción otras alternativas. Entre las propuestas menos mencionadas estuvieron la implementación de baños secos, utilizar calentadores solares, disminuir el consumo de carne y la educación ambiental en las escuelas.

Las reacciones de las propuestas cotidianas para contrarrestar el cambio climático de sus compañeros oscilaron entre me gusta (👍) y me encanta (❤️), siendo más del 90% está última reacción.

Por último, adaptar a la vida diaria acciones que contribuyan al cambio climático es relevante, ya que aunque parecieran ser actividades individuales, se logra un impacto poblacional y global.

REFERENCIAS

- CCH. (2017). Programa de Estudio. Área de Ciencias Experimentales. Consultado el 10 de marzo. Recuperado de: https://www.cch.unam.mx/sites/default/files/programas2016/BIOLOGIA_I_II.pdf
- (2018). Programa de Estudio. Área de Ciencias experimentales. Biología III IV. Consultado el 10 de marzo de 2022. Recuperado de: https://www.cch.unam.mx/sites/default/files/programas2016/BIOLOGIA_III_IV.pdf
- (2020). “Protocolo de equivalencias para el ingreso y la promoción de los profesores ordinarios de carrera del Colegio de Ciencias y Humanidades”. *Gaceta CCH, suplemento*. Consultado el 10 de marzo de 2022. Recuperado de: https://psi.cch.unam.mx/Protocolo_Equivalencias_Ingreso%20y%20Promoci%C3%B3n_ProfesoresCCH_2020.pdf
- Gobierno de México. (2017). “Objetivos de Desarrollo Sostenible – 13 Acción por el Clima (Infografía)”. Consultado el 10 de marzo de 2022. Recuperado de: <https://www.gob.mx/agenda2030/articulos/13-accion-por-el-clima>
- HHMI/Biointeractive. (2020). *Efecto invernadero*. Consultado el 10 de marzo de 2022. Recuperado de: <https://www.biointeractive.org/classroom-resources/greenhouse-effect>
- Michael Jackson. (2 de octubre, 2009). *Michael Jackson - Earth Song (Official Video)*. [Video]. YouTube. <https://youtu.be/XAi3VTSdTxU>
- Pérez, I. y Gutiérrez, B. (2018). “Cambio climático ¿cómo afecta?” *Ciencia UNAM*. Consultado el 22 de febrero de 2022. Recuperado de: <http://ciencia.unam.mx/contenido/infografia/21/cambio-climatico-como-afecta-#:~:text=El%20cambio%20clim%C3%A1tico%20es%20una,impacto%20humano%20sobre%20el%20planeta.&text=Los%20efectos%20del%20cambio%20clim%C3%A1tico%20ya,y%20afectan%20tu%20vida%20cotidiana>
- UCMP. (2018). “Comprendiendo el cambio global” (póster). Consultado el 10 de marzo de 2022. Recuperado de: <https://www.biointeractive.org/es/classroom-resources/comprendiendo-el-cambio-global>

ANEXO 1. *Earth Song* (Canción de la tierra) - Michael Jackson

(LETRA TRADUCIDA AL ESPAÑOL)

¿Qué pasa con el amanecer?
 ¿Qué hay de la lluvia?
 ¿Qué pasa con todas las cosas?
 ¿Que dijiste que íbamos a ganar?

¿Qué hay de matar campos?
 ¿Hay algún tiempo?
 ¿Qué pasa con todas las cosas?
 ¿Qué dijiste que era tuyo y mío?

¿Alguna vez se detuvo a notar
 toda la sangre que hemos derramado antes?
 ¿Alguna vez se detuvo a notar
 Esta tierra llora, su costa llora.

Ah, ooh.
 Ah, ooh.

¿Qué le hemos hecho al mundo?
 Mira lo que hemos hecho.
 ¿Qué pasa con toda la paz?
 ¿Que prometas a tu único hijo?

¿Qué hay de los campos de floración?
 ¿Hay algún tiempo?
 ¿Qué pasa con todos los sueños?
 ¿Qué dijiste que era tuyo y mío?

¿Alguna vez te detuviste a notar
 todos los niños muertos de la guerra?
 ¿Alguna vez te detuviste a notar?

Esta tierra llora, su llanto
 de costa.

Ah, ooh.
 Ah, ooh.

Solía soñar.
 Solía mirar más allá de las estrellas.
 Ahora no sé dónde estamos.
 Aunque sé que hemos ido muy lejos.

Ah, ooh.
 Ah, ooh.
 Ah, ooh.
 Ah, ooh.

Oye, ¿qué hay de ayer?
 (¿Qué hay de nosotros?).
 ¿Qué hay de los mares?
 (¿Qué hay de nosotros?).
 Los cielos se están cayendo
 (¿Qué hay de nosotros?).
 Ni siquiera puedo respirar
 (¿Qué hay de nosotros?).
 ¿Qué pasa con los africanos?
 (¿Qué hay de nosotros?).
 Ni siquiera terminé
 (¿Qué hay de nosotros?).
 ¿Qué hay del valor de la naturaleza?
 (Ooh, ooh).
 Es el vientre de nuestro planeta
 (¿Qué hay de nosotros?).

¿Qué hay de los animales?
 (¿Qué pasa con eso?).
 Convierte el reino en polvo
 (¿Qué hay de nosotros?).
 ¿Y los elefantes?
 (¿Qué hay de nosotros?).
 ¿Hemos perdido su confianza?
 (¿Qué hay de nosotros?).
 ¿Qué hay de las ballenas que lloran?
 (¿Qué hay de nosotros?).

Abaratar los mares
 (¿Qué hay de nosotros?).
 ¿Qué hay de los senderos forestales?
 (Ooh, ooh).
 Quemado a pesar de nuestras súplicas.
 (¿Qué hay de nosotros?).

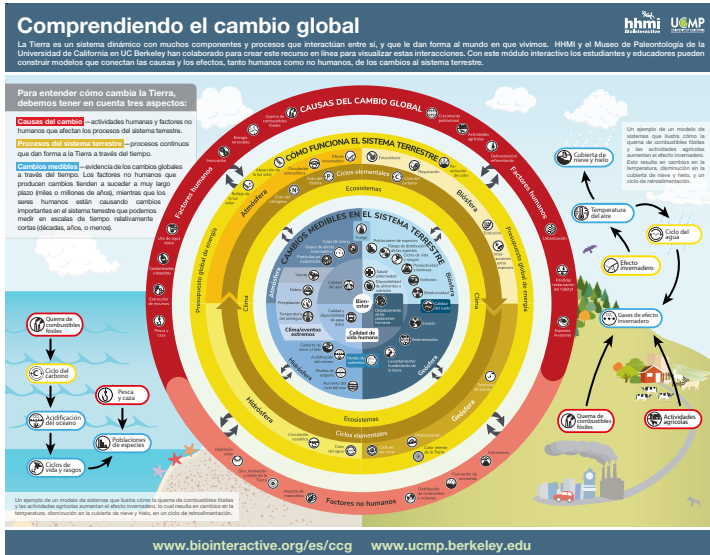
¿Qué hay de la Tierra Santa?
 (¿Qué pasa con eso?).
 Destrozado por la codicia
 (¿Qué hay de nosotros?).
 ¿Qué hay del hombre común?
 (¿Qué hay de nosotros?).
 ¿No podemos liberarlo?
 (¿Qué hay de nosotros?).
 ¿Qué hay de los niños muriendo?
 (¿Qué hay de nosotros?).
 ¿No los oyes llorar?
 (¿Qué hay de nosotros?).
 ¿Dónde nos equivocamos?
 (Ooh, ooh).
 Que alguien me diga por qué.
 (¿Qué hay de nosotros?).

¿Qué hay del bebé?
 (¿Qué pasa con eso?).
 ¿Qué hay de los días?
 (¿Qué hay de nosotros?).
 ¿Qué hay de toda su alegría?
 (¿Qué hay de nosotros?).
 ¿Qué hay del hombre?
 (¿Qué hay de nosotros?).
 ¿Qué hay del hombre que llora?
 (¿Qué hay de nosotros?).
 ¿Qué hay de Abraham?
 (¿Qué hay de nosotros?).
 ¿Qué hay de la muerte otra vez?
 (Ooh, ooh).
 ¿Nos importa un carajo?

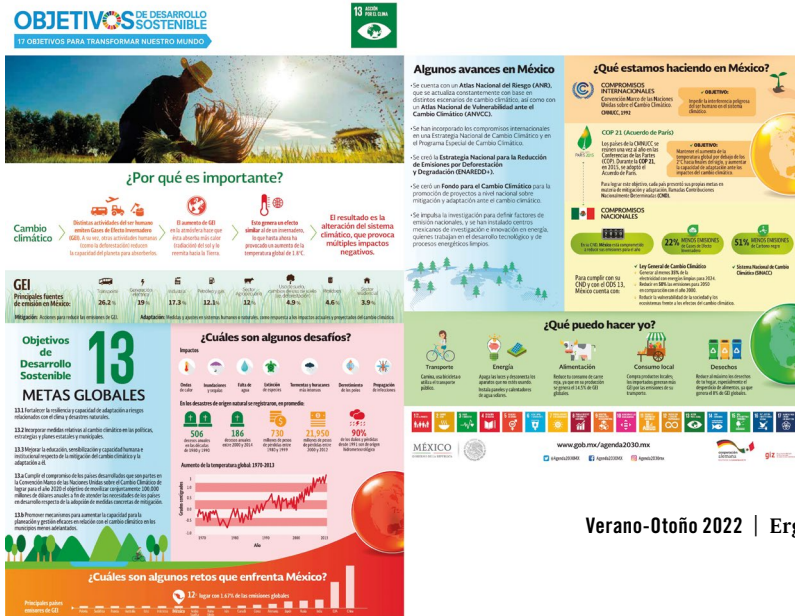
Ah, ooh.
 Ah, ooh.
 Ah, ooh.



ANEXO 2. Póster: Comprendiendo el cambio global (UCMP, 2018).



ANEXO 3. Infografía: Objetivos de Desarrollo Sostenible – 13 Acción por el Clima (ODS, 2017).



ANEXO 4. Descripción: Animación Efecto invernadero (HHMI/Biointeractive, 2020)

Esta animación proporciona una descripción general del efecto invernadero, un proceso que calienta la atmósfera y la superficie de la Tierra. Parte de la luz solar absorbida por la Tierra se vuelve a emitir como radiación infrarroja. Como se muestra en la animación, esta radiación es absorbida por los gases de efecto invernadero atmosféricos, como el vapor de agua, el dióxido de carbono y el metano. Los gases de efecto invernadero vuelven a irradiar parte de la radiación hacia la Tierra, lo que calienta la superficie del planeta.

El efecto invernadero es un proceso natural que ha mantenido la temperatura de la Tierra en un nivel habitable. Sin embargo, las actividades humanas, en particular la quema de combustibles fósiles,

liberan gases de efecto invernadero adicionales a la atmósfera. Estos gases adicionales aumentan el efecto invernadero, haciendo que la Tierra sea más cálida de lo normal.

Esta animación se basa en un clip de una serie de conferencias navideñas de 2012, *Changing Planet: Past, Present, Future*. Dependiendo de los antecedentes de los estudiantes, puede ser útil pausar la animación en varios puntos para analizar los diferentes componentes del efecto invernadero.

Texto recuperado el 10 de marzo de 2022 de: <https://www.biointeractive.org/classroom-resources/greenhouse-effect#:~:text=The%20greenhouse%20gases%20reradiate%20some,temperature%20at%20a%20habitable%20level>



LA EDUCACIÓN AMBIENTAL PARA LA COMUNIDAD *CECEHACHERA*

ANA KAREN ALMAGUER
ÁNGEL DAVID SÁNCHEZ
JULIETA SIERRA MONDRAGÓN
(ORIENTE)

RESUMEN

El presente texto tiene la intención de compartir experiencias acerca de diversas actividades y acciones que se han llevado a cabo en el plantel Oriente del Colegio de Ciencias y Humanidades sobre la educación ambiental. Es un proyecto que cuenta con tradición y se ha fortalecido de forma gradual tanto con recursos como con la formación de estudiantes en diversos temas.

La educación ambiental es un proceso que permite a los estudiantes involucrarse en la resolución de problemas y tomar medidas para mejorar el ambiente. Como resultado, los individuos tienen las herramientas para tomar decisiones informadas y responsables.

Transitando en este proceso se alcanza no solamente un mayor conocimiento, entendimiento y conciencia, sino también sensibilidad hacia el ambiente, así como con los desafíos ambientales que enfrentamos.

La educación ambiental en el plantel Oriente es un proyecto que data de hace aproximadamente 20 años. Su propósito central es formar estudiantes, extracurricularmente, en la franja horaria de 13 a 15 horas, promoviendo diversos tipos de cursos-taller. Los objetivos centrales son sensibilizar a estudiantes acerca de la importancia y protección del ambiente y socializar acciones para el mejoramiento de entornos inmediatos que parten de un contexto común.

La intención central de dichos cursos no sólo se centra en proveer a los estudiantes de conocimientos con un lenguaje ambiental propio, sino de promover habilidades de diferente índole para que puedan ejecutar proyectos asequibles. Por otro lado, las habilidades técnicas también son importantes, desde el manejo de herramientas afines a esta área (carretillas, bieldos, palas, picos, azadones, entre otros), hasta aquellas relacionadas con la estructuración de proyectos escolares. Sin duda, se fortalecen actitudes y valores al trabajar en equipo, así como la promoción de vocaciones. En este contexto, es relevante mencionar que se apoya a los Programas de Estudio con trabajos sobre factores que afectan la biodiversidad, así como la valoración de su conservación.

PROPÓSITO DE MATERIAL Y/O RECURSO DIDÁCTICO

Nuestro trabajo inició cuando se exhortó a la población de la Ciudad de México a que realizara la separación de sus residuos sólidos. Hecho que marca un parteaguas al reconocer una problemática en el plantel Oriente, visualizada en grandes cantidades de envases de plástico. Ya que se encontraban en diversos espacios, se buscó la intervención de la Facultad de Estudios Superiores Zaragoza (FES-Z) para resolverlo mediante un convenio de apoyo mutuo, se enviaron a sus instalaciones los envases de PET (ellos tenían una trituradora de plástico) y a cambio nos recibían residuos generados en los laboratorios para su tratamiento.



APRENDIZAJES

Los aprendizajes han sido numerosos y no se han ceñido específicamente a alguna asignatura, están relacionados con el conocimiento y las acciones que permiten alcanzar metas. Además, involucran diversos tipos de habilidades, como manuales para el manejo de recursos de jardinería, hasta las actitudes que permiten que estudiantes transiten con mayores acciones encaminadas a mejorar su entorno inmediato.

PRESENTACIÓN DEL MATERIAL Y/O RECURSO DIDÁCTICO

Como parte de este proyecto, se organizaron visitas guiadas con estudiantes y profesores a la FES-Z para que lo conocieran, así como al proceso de los residuos enviados, que a continuación se explica. En un primer momento el PET era lavado, separado de sus componentes (arillo, tapa rosca, etiqueta, entre otros) y se introducía en el molino para triturarse; posteriormente, se calentaba y se hacía el vaciado en un molde de maceta, así era como adquiríamos macetas de PET reciclado que compartíamos con el estudiantado.

En compañía de varios profesores, así como de numerosos estudiantes que se sumaban a las Semanas de Conciencia Ecológica, se acudía a los salones para explicarle al alumnado el trabajo que se llevaba a cabo en diversos espacios del plantel Oriente. Se mostraban apartados como limpieza, separación de residuos, retiro de propaganda caduca, plantación de árboles y arbustos, talleres de reúso de materiales, entre otros.



Es importante señalar que, dentro de los proyectos, la participación y el compromiso estudiantil han sido de los resultados más gratificantes. Un ejemplo son los cursos-taller, donde se extiende la invitación para participar a los jóvenes por medio de la difusión del boletín interno y las academias. Se hizo un registro de asistencia a los cursos-taller, se comunicaron los requisitos de acreditación y se pidió a los estudiantes que realizaran la parte práctica.

Antes de la pandemia, se intervenían diversas instalaciones del plantel, como los invernaderos, el vivero, en el espacio que tenemos para trabajar muros y azoteas verdes, o bien, la adopción de jardineras para su cuidado y atención.

Así es como se han impartido cursos de orquídeas, huertos urbanos, macetohuertos, hidroponía, muros y azoteas verdes, entre otros. Al finalizar los cursos se llevó a cabo la clausura, donde se entregó una constancia con valor curricular a quien cumpliera con los requisitos solicitados. Además, otra parte esencial fueron las salidas con estudiantes para que conocieran distintos lugares, esto les permitió no sólo prepararse sino transitar por vivencias, experiencias, que fortalecieron su formación académica.

Al respecto, recibimos una invitación por parte del Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey, campus Ciudad de México, para asistir a un curso-taller durante una semana, en el que se visibilizó la problemática ambiental general y después local enfocada a la alcaldía de Xochimilco; hubo una visita guiada en trajinera a diversos sitios de Xochimilco, donde los pobladores nos enseñaron sus diferentes proyectos, sobre todo los relacionados con la producción de plantas para venta y de frutos.

Los estudiantes hicieron propuestas de soluciones, tomaron numerosas fotografías, las cuales se imprimieron y se expusieron un fin de semana en la explanada de la alcaldía, para no sólo compartir su conocimiento a los pobladores sino para que las autoridades actúen en consecuencia de las situaciones planteadas.

La Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales (Semarnat) nos invitó a otro proyecto relacionado con exhortar a la población para com-



batir el cambio climático. Los chicos se incorporaron por medio de una convocatoria; a partir de una infografía plantearon la forma de intervenir en el ambiente, de cuidarlo, de mitigar la problemática, y después se dio a conocer a la población escolar. Los ganadores de este concurso visitaron distintos poblados de Michoacán:

Morelia, Pátzcuaro y San Juan Parangaricutiro, para conocer zonas de desarrollo sustentable; una experiencia que los enriqueció.

Por otro lado, es importante mencionar que las actividades de educación ambiental no se detuvieron durante los paros y la pandemia, aunque representaron más trabajo para el equipo asistente; se continuó con riegos en invernaderos, techado, muros verdes y viveros, no así en jardineras del plantel; se atendieron plantas, arbustos, frutales, composta, lombricomposta, humedal, entre otros.

Sin duda, de lo más significativo fue el curso Hidroponía, cuyas clases teóricas se llevaron a cabo vía Zoom, mientras que las prácticas se filmaron en tiempo real desde el invernadero de plantel; simultáneamente se les pidió a los estudiantes que diseñaran dispositivos hidropónicos en casa y enviaran fotografías que dieran cuenta del avance del trabajo y de las plantaciones que estaban haciendo. Para la ejecución de esta actividad pedimos a los asistentes que fueran al plantel (respetando protocolos de salud) para recoger un kit, el cual contenía los macro y micro nutrientes, así como algunas plántulas germinadas y diversas semillas.

Para la acreditación del curso-taller era necesario cumplir con la asistencia, la ejecución de las tareas solicitadas (actividades parciales), un video que diera cuenta del trabajo desarrollado en casa tanto del dispositivo hidropónico como del desarrollo de las plántulas y germinados.

Finalmente, es muy importante mencionar el trabajo que se ha llevado a cabo para el mantenimiento del humedal artificial ubicado en el plantel; ahí se procesa agua de los sanitarios de varones del edificio R (particularmente de los lavabos y mingitorios) mediante una serie de filtros físicos, químicos y biológicos, de donde se obtiene agua para el riego de plantas del vivero.



Este trabajo nos parece fundamental debido a que la zona oriente de la Ciudad de México tiene carencias de agua, y esta es una de las formas para reutilizarla con la que hemos tenido buenos resultados.

CONCLUSIONES

Con lo anteriormente descrito, corroboramos que la educación ambiental es un programa que forma estudiantes conscientes de las problemáticas ambientales actuales y propone soluciones viables encaminadas a mejorar el entorno inmediato, pero sobre todo, a conducirse sin indiferencia ante posibles situaciones en materia ambiental. Esta es la oportunidad de transitar hacia una cultura ambiental.

REFERENCIAS

- García, D. y Priotto, G. (2009). *Educación ambiental. Aportes políticos y pedagógicos en la construcción del campo de la Educación Ambiental*. Buenos Aires: Secretaría de Ambiente y Desarrollo Sustentable de la Nación.
- Sauvé, L. (2010). "Educación científica y educación ambiental: un cruce fecundo". *Enseñanza de las Ciencias: Revista de Investigación y Experiencias Didácticas*, 28 (1), pp. 5-18. Consultado el 12 de marzo de 2022. Recuperado de: <https://raco.cat/index.php/Ensenanza/article/view/189092>
- Secretaria del Medio Ambiente. Gobierno del Estado de México. (s/f). Consultado el 2 de marzo de 2022. Recuperado de: https://sma.edomex.gob.mx/educacion_ambiental



EXPERIMENTOS SIMULACIONES Y MODELOS.

RECURSO ELECTRÓNICO

PARA APOYAR EL CURSO DE

BIOLOGÍA II DEL CCH

BRENDA ADRIANA VALENCIA CIPRÉS

GABRIELA GOVANTES MORALES
(NAUCALPAN)



RESUMEN

Se presenta en este trabajo el recurso electrónico “Biología creativa 2. Experimentos, simulaciones y modelos” con el objetivo de darlo a conocer a la comunidad docente del Colegio, para que puedan usarlo como apoyo para el desarrollo de la asignatura Biología II. El material es un libro electrónico donde los profesores encontrarán estrategias para abordar los aprendizajes relacionados con la dinámica y los procesos en el ecosistema, así como los referentes a la biodiversidad. Las distintas actividades plantean situaciones de aprendizaje sencillas que pueden hacerse con materiales de fácil adquisición, con esto se busca generar ambientes que favorezcan la construcción de conceptos.

En el contexto del avance científico constante que ha experimentado la sociedad en las últimas décadas, la tarea de enseñar ciencias representa un verdadero desafío para el quehacer docente, pues implica, entre otras cosas, delimitar la extensión y profundidad de los conocimientos a ser aprendidos; así como la necesidad de pensar no solamente en la transmisión de estos conocimientos, sino también en su interpretación.

En este sentido, la producción de materiales didácticos resulta un punto clave en la enseñanza de las ciencias pues su diseño refleja los enfoques de enseñanza, aprendizaje y evaluación que subyacen en las prácticas educativas, exponiendo las estrategias que los docentes siguen para hacer frente al desafío de impartir ciencias en las escuelas. Desafortunadamente, como lo mencionan Alcalá y Zorrilla (2010), es frecuente que las técnicas y las metodologías empleadas en el aula sean poco eficaces para el aprendizaje debido a la escasa atención que recibe el diseño de los recursos o porque esta atención se concentra más en la cobertura de programas cargados de contenidos, que en aspectos de índole disciplinar, pedagógico y didáctico.

Lo anterior dota al diseño de las estrategias y de los recursos empleados para la impartición de contenidos científicos un papel relevante en el aprendizaje, situación que se complejiza considerando que los enfoques actuales de la enseñanza de las ciencias se concentran en el estudiantado como responsables de su propio aprendizaje, desplazando así a los métodos tradicionales de enseñanza de transmisión, exposición y memorización.

De acuerdo con Sanmartí (2007) la mayoría de los enfoques vigentes para la instrucción de las ciencias se fundamenta en concepciones epistemológicas de cómo se construye el conocimiento. Destacan entre estas nuevas orientaciones las que se enfocan en el razonamiento de los alumnos y las que ponen atención en sus procesos de regulación. Así, desde hace tiempo, es posible identificar en las propuestas de enseñanza y aprendizaje diferentes enfoques que buscan promover ambos aspectos, como lo son la indagación, el juego, el uso de modelos científicos y las analogías (Campanario y Moya, 1999). Recientemente se han sumado a estas prácticas educativas el empleo de recursos digitales (como aplicaciones, plataformas y programas) que complementan estos enfoques u ofrecen nuevas alternativas para la construcción del aprendizaje.

Bajo esta perspectiva, el diseño y el desarrollo de materiales y recursos didácticos adoptan un nuevo significado, pues ya no se trata sólo de plantear actividades desvinculadas que promuevan la repetición y la memorización, sino de integrar en un espacio —ya sea físico o virtual— elementos que favorezcan la creación de ambientes de aprendizaje donde los estudiantes sean partícipes de su propio proceso de construcción de significados a través del reconocimiento de sus aciertos y errores (Sanmartí, 2007); del diseño de sus procedimientos experimentales, la recolección de datos de naturaleza y el análisis de los hallazgos que hacen a partir de ellos (Reyes Cárdenas, Ruíz Herrera, Llano Lomas, Lechuga Uribe y Mena Zepeda, 2021); de la confrontación con sus ideas previas y la creación de sus propios modelos (Reyes Cárdenas *et al.*, 2021; López Mota y Rodríguez Pineda, 2013), y del análisis y reflexión de situaciones que les hagan tomar conciencia de su entorno biológico.

Es en esta línea de trabajo donde se enmarca el libro electrónico *Biología creativa 2. Experimentos, simulaciones y modelos*, un material didáctico que integra actividades diseñadas bajo la orientación de distintos enfoques de enseñanza, entre los cuales sobresalen la experimentación, el juego, la modelización y el estudio de caso, estrategias metodológicas que han mostrado su efectividad en la enseñanza de las ciencias, tanto para la construcción de contenidos conceptuales como para la realización de procedimientos y habilidades científicas (Sanmartí y Alimenti, 2004).

PROPÓSITO DE MATERIAL Y/O RECURSO DIDÁCTICO

Biología creativa 2 es parte de un proyecto centrado en la elaboración de un material didáctico digital para apoyar la realización de los cursos de Biología de la Escuela Nacional Colegio de Ciencias y Humanidades (ENCCH). En este caso, se trata de un libro electrónico que contiene actividades para abordar los 17 aprendizajes comprendidos en Biología II, así los profesores pueden apoyarse en este recurso mediante estrategias para impartir los contenidos de la segunda unidad del programa, que están enfocados en el estudio de la dinámica y la estructura de los ecosistemas, la biodiversidad y la conservación biológica. Esta obra se hizo con el apoyo del programa Infocab (Iniciativa para Fortalecer la Carrera Académica en el Bachillerato) de la UNAM.

El diseño de las actividades integra tanto aspectos de índole disciplinario como didáctico-pedagógicos, con la intención de proporcionar herramientas que aproximen a los estudiantes a los contenidos biológicos a través de técnicas y metodologías efectivas en el campo de la enseñanza de la biología, como lo son la modelización, el juego, la indagación y las simulaciones, por mencionar algunos ejemplos.



Además, un principio que define la esencia de *Biología creativa 2* es que su diseño plantea situaciones de aprendizaje sencillas que se efectúan con materiales de fácil acceso, para que se generen ambientes favorables para la construcción de conceptos.

Las actividades están planteadas para realizarse tanto en el aula como fuera de ella, y dada la naturaleza digital del material, representa una opción adecuada para el trabajo a distancia; en este sentido, desataca el uso de diversas aplicaciones y herramientas digitales para la realización de tareas como el trabajo colaborativo, la difusión de los productos elaborados, la construcción de organizadores gráficos y la búsqueda de información y de imágenes. Por consiguiente, tanto para el trabajo presencial como en línea, el profesor puede emplear este recurso para la instrumentación de su curso y los alumnos pueden utilizarlo como apoyo para sus clases y como material de consulta.

A manera de complemento, el libro está hermanado con el canal de YouTube “Biología Creativa”, que hospeda videos en los que se desarrollan las temáticas y/o se muestran los procedimientos de las actividades, potenciando así el

trabajo autónomo que ha tomado relevancia en algunos enfoques de la educación a distancia y, sobre todo, en contextos de confinamiento, como el vivido por la pandemia causada por el virus SARS-CoV-2.

APRENDIZAJES

Biología creativa 2. Experimentos, simulaciones y modelos integra actividades para abordar los 17 aprendizajes del programa de estudios de Biología II. Para la segunda unidad, donde se ubican los contenidos relacionados con la temática, se desarrollaron estrategias para los siguientes aprendizajes:

Tema 1. Estructura y procesos en el ecosistema:

1. Identificación de los niveles de población, comunidad, ecosistema, bioma y biosfera en la organización ecológica.
2. Reconocimiento de los componentes bióticos y abióticos, así como su interrelación para la identificación de distintos ecosistemas.
3. Identificación de las relaciones intra e interespecíficas que se pueden dar en los ecosistemas.
4. Descripción del flujo de energía y ciclos de la materia (carbono, nitrógeno, fósforo, azufre y agua) como procesos básicos en el funcionamiento del ecosistema.

Tema 2. Biodiversidad y conservación biológica.

5. Identificación del concepto de biodiversidad y su importancia para la conservación biológica.
6. Identificación del impacto de la actividad humana en el ambiente, en aspectos como: contaminación, erosión, cambio climático y pérdida de especies.
7. Reconocimiento de las dimensiones del desarrollo sustentable y su importancia, para el uso, manejo y conservación de la biodiversidad.

PRESENTACIÓN DEL MATERIAL Y/O RECURSO DIDÁCTICO

En el libro electrónico, para cada uno de los aprendizajes mencionados anteriormente se diseñó una actividad fundamentada en alguno de los enfoques que se señalaron. En la siguiente tabla se muestra el título de cada actividad y el aprendizaje que aborda.

ACTIVIDAD	APRENDIZAJE QUE ABORDA
Representación 3D de los niveles de organización ecológica	1
Elaboración de terrarios caseros como modelos de ecosistemas	2
Relaciones intra o interespecíficas	3
¿Cómo se mueven la energía y la materia en los ecosistemas?	4
Conocer para conservar	5
¿De qué tamaño es tu huella?	6
Las tres dimensiones del desarrollo sustentable en el caso de estudio del Lago de Chapala	7

Para cada una de las actividades se desarrollan los siguientes apartados:

- Ubicación del tema y subtema de la unidad a la que corresponde.
- Un fundamento teórico en el que se describen brevemente los principios, las teorías y los conceptos que explican el contenido que se estudia.
- Título de la actividad.
- Un resumen. Se explica el tipo de actividad que se plantea (experimento, juego, analogía, construcción de modelos, estudio de caso) y se describen brevemente los procedimientos a realizar. Además,

incluye palabras clave que orientan sobre las temáticas tratadas y las técnicas empleadas para su enseñanza.

- Objetivos de la actividad.
- El tiempo estimado para la ejecución del trabajo.
- Materiales requeridos.
- Información previa necesaria en la que se mencionan los contenidos conceptuales con los que preferentemente los alumnos deben contar, así como habilidades específicas.
- Desarrollo. Aquí se describen a detalle las instrucciones para la realización del trabajo.
- Puntos para la discusión. Sección en la que se plantean cuestiones a reflexionar respecto a los resultados o hallazgos obtenidos, con la finalidad de conectar las explicaciones de los alumnos con el aprendizaje que se pretendía alcanzar.
- Recurso de apoyo para la actividad. Apartado en el que se proporciona la liga de un video en el cual se desarrolla la temática que abarca la estrategia y/o se muestra el procedimiento de las tareas a realizar.
- Para saber más. En este apartado se enlistan recursos que se sugiere revisar para ampliar o profundizar en el tema estudiado de la actividad, estos recursos incluyen videos, artículos, libros y páginas web.
- Referencias.

CONCLUSIONES

Todas las actividades de *Biología creativa 2* se han puesto en práctica a lo largo del último año escolar; algunas se han aplicado en los cursos ordinarios a manera de piloto y otras en un curso extracurricular que se impartió en el programa *Escuela de invierno* del plan Naucalpan, todas de forma virtual. La aplicación de las actividades mostró el interés y la atención de los alumnos por estudiar las distintas temáticas, así como creatividad al ejecutar los distintos procedimientos, e incluso plantear modificaciones con la intención de alcanzar objetivos propios. En cuanto a los aprendizajes y contenidos, aunque hace falta realizar un estudio más profundo, se apreciaron logros significativos en los comentarios y productos elaborados por los estudiantes.

Estas aplicaciones han permitido identificar los puntos que se tienen que mejorar, pero también los elementos que apoyan y promueven el aprendizaje de los alumnos, esto encamina al objetivo de replicarlos para la producción de recursos futuros. El libro se considera un recurso pertinente para Biología II, tanto en lo didáctico como en lo pedagógico y disciplinar. Además, dada su naturaleza digital, potencializa la accesibilidad para la comunidad a través de su difusión en distintos repositorios, con lo que se busca mitigar, en la medida de lo posible, la dificultad que, en ocasiones, representa la presencialidad.

REFERENCIAS

- Alcalá, A. y Zorrilla, A. J. F. (2010). “Globalización y educación media superior en México. En busca de la pertinencia curricular”. *Perfiles Educativos*, 32 (127), pp. 38-57.
- Campanario, J. y Moya, A. (1999). “¿Cómo enseñar ciencias? Principales tendencias y propuestas”. *Enseñanza de las ciencias: revista de investigación y experiencias didácticas*, 17 (2), pp. 179-192.
- López Mota, A. y Rodríguez Pineda, D. (2013). “Anclaje de los modelos y la modelización científica en estrategias didácticas”. *Enseñanza de las ciencias: revista de investigación y experiencias didácticas*, extra, pp. 2008-2013.
- Reyes Cárdenas, F., Ruiz Herrera, B., Llano Lomas, M., Lechuga Uribe, P. y Mena Zepeda, M. (2021). “El aprendizaje de la reacción química: el uso de modelos en el laboratorio”. *Enseñanza de las ciencias: revista de investigación y experiencias didácticas*, 39 (2), pp. 103-122.
- Sanmartí, N. (2007). *10 ideas clave. Evaluar para aprender*. España: Graó.
- Sanmartí, N. y Alimenti, G. (2004). “La evaluación refleja el modelo didáctico: análisis de actividades de evaluación planteadas en clase de Química”. *Educación Química*, 15 (2), pp. 120-28.



**POLINIZADORES
EMPLUMADOS:
LA VALORACIÓN
DE LOS COLIBRÍES
Y SU IMPORTANCIA
PARA LOS
ECOSISTEMAS
URBANOS
DE LA
CIUDAD DE MÉXICO**

MANUEL BECERRIL GONZÁLEZ
(SUR)



¿QUÉ SON LOS COLIBRÍES?

En general, son aves de pequeño tamaño como el colibrí abeja (*Mellisuga helenae*), que es endémico de Cuba, y alcanza una longitud total de 5-6 cm con un peso de 1.5 a 2 g; hasta especies como el colibrí gigante (*Patagonas gigas*) de 20-22 cm de longitud y un peso que oscila entre los 18.5 a 20 g, su distribución va desde Colombia hasta el norte de Chile (Fodgen, Taylor y Williamson, 2014).

Estas aves pertenecen a la familia Trochilidae, que engloba a alrededor de 343 especies de colibríes con distribución geográfica estrictamente americana, es decir, son especies endémicas; todas se caracterizan por presentar plumas de colores iridiscentes, una lengua tubular larga y un pico recto o curvo muy largo conocido técnicamente como terete, este es especializado para libar el néctar de algunas flores ornitófilas (*i. e.*, flores con características morfológicas de forma y color atractivas para aves polinizadoras); al igual que todas las aves, presentan un esqueleto conformado por huesos neumáticos (*i. e.*, huesos huecos con trabéculas) y patas diminutas adaptadas para percharse.

Algo que las distingue de otras especies es su conducta agresiva y su marcada territorialidad. Además de que son capaces de permanecer suspendidas en pleno vuelo e incluso volar hacia atrás, la mayoría de las especies presentan dimorfismo sexual aparente, aunque cabe mencionar que los individuos juveniles suelen confundirse

con hembras de la misma especie, por lo que su identificación, en ocasiones, requiere de su verificación con literatura especializada.

Son especies muy susceptibles a cambios en los ecosistemas, un ejemplo de ello es el recién redescubierto colibrí barbudo azul (*Oxygogon cyanolaemus*), registrado por penúltima vez en 1946 y visto nuevamente en la Sierra Nevada de Santa Marta, Colombia, en 2015; dicha especie redujo drásticamente su distribución geográfica y su densidad poblacional debido, principalmente, a la degradación de su hábitat y la deforestación ilegal, colocándola como especie en peligro crítico de extinción (Rojas y Vásquez, 2015). En 2018 se descubrió una nueva especie llamada estrella de garganta azul (*Oreotrochilus cyanolaemus*) (Sornoza Molina *et al.*, 2018), de la cual se tiene poca información y su estudio representa un reto, pues el tiempo puede condenarlo a presiones ambientales que comprometan su sobrevivencia.


En México, Arizmendi y Berlanga (2014) reportan 57 especies de estas aves, al respecto, la Norma Oficial Mexicana-059-SEMARNAT-2010 incluye al 31% de ellas en alguna categoría de riesgo en términos de su conservación: nueve especies como amenazadas, seis sujetas a protección especial y tres en peligro de extinción¹.

¹ Especies amenazadas: aquellas que pueden desaparecer a corto o mediano plazo si se modifica su hábitat; especies sujetas a protección especial: aquellas que podrían llegar a la categoría de amenazadas si no se realizan actividades en pro de su conservación; peligro de extinción: aquellas que se encuentran en áreas de distribución o su tamaño poblacional en el territorio nacional han disminuido drásticamente poniendo en riesgo su viabilidad biológica (NOM-059-SEMARNAT-2010).

Se ha elaborado un listado de 18 especies de colibríes presentes en la Ciudad de México (CDMX) a la fecha (febrero de 2022), es decir, que se cuenta con el 31% de las especies nacionales (cuadro 1), confirmadas en el portal eBird de la Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (Conabio), de las cuales 14 son espe-

cies residentes y cuatro son migratorias o transeúntes. Cabe destacar que la especie residente que tiene estatus de especie amenazada es el colibrí cola pinta (*Tilmatura dupontii*), posiblemente debido a su afinidad por zonas conservadas de bosque de encino-pino que cada vez se fragmentan y reducen más en nuestra ciudad.

CUADRO 1. Especies de colibríes presentes en la CDMX con base en la información de Berlanga y colaboradores (2015) y el portal eBird de la Conabio (actualizado a febrero de 2022)

NOMBRE CIENTÍFICO**	NOMBRE COMÚN EN ESPAÑOL***	RESIDENCIA	ESTATUS EN LA NOM-059-SEMARNAT-2010	
<i>Colibri thalassinus</i>	Colibrí oreja violeta	Residente		
<i>Eugenes fulgens</i>	Colibrí magnífico	Residente		
<i>Heliomaster constantii</i>	Colibrí picudo occidental	Residente		
<i>Lampornis amethystinus</i>	Colibrí garganta amatista	Residente		
<i>Lampornis clemenciae</i>	Colibrí garganta azul	Residente		
<i>Tilmatura dupontii</i> *	Colibrí cola pinta	Residente		Amenazada
<i>Calothorax lucifer</i>	Colibrí lucifer	Residente (también migratoria de verano e invierno)		
<i>Archilochus colubris</i>	Colibrí garganta rubí	Migratoria y transeúnte		
<i>Selasphorus calliope</i>	Zumbador garganta rayada	Migratoria de invierno y verano		
<i>Selasphorus rufus</i>	Zumbador canelo	Migratoria de invierno		
<i>Selasphorus sasin</i>	Zumbador de Allen	Migratoria de invierno y verano		
<i>Selasphorus platycercus</i>	Zumbador cola ancha	Residente (también migratoria de invierno y verano)		
<i>Selasphorus heloisa</i>	Zumbador mexicano	Residente		
<i>Cynanthus latirostris</i>	Colibrí pico ancho norteño	Residente		
<i>Cynanthus auriceps</i>	Esmeralda occidental	Residente		
<i>Basilinna leucotis</i>	Colibrí orejas blancas	Residente		
<i>Leucolia violiceps</i>	Colibrí corona violeta	Residente		
<i>Saucerotia beryllina</i>	Colibrí berilo	Residente		

* Especie residente y amenazada.

** Los nombres científicos están actualizados a la última versión del Checklist of North American Birds (2020).

*** Los nombres comunes están dados conforme a la propuesta de Berlanga y colaboradores-Conabio (2015).

Para las zonas totalmente urbanizadas, como la CDMX, la presencia de colibríes (figuras 1 y 2) puede ser utilizada como bioindicador, es decir, son especies que podemos evaluar matemáticamente mediante métodos cuantitativos o cualitativos e interpretar su estado de salud y su relación con los ecosistemas, de ahí la importancia de valorar a este excepcional grupo de aves.

FIGURA 1. Colibrí berilo (*Saucerottia beryllina*) macho-adulto, especie residente muy común en la CDMX (alcaldía Tlalpan, 2018).



Fuente: autoría propia.

FIGURA 2. Colibrí magnífico (*Eugenes fulgens*) hembra-adulta, especie residente en la CDMX (alcaldía Tlalpan, 2018).



Fuente: autoría propia.

LA POLINIZACIÓN EN ZONAS URBANAS

A pesar de las malas condiciones ambientales predominantes en las grandes ciudades de todo el mundo, algunas especies de aves han mostrado una rápida adecuación a condiciones extremas y desfavorables. En el caso concreto de los colibríes, se registran importantes procesos ecológicos que mejoran las condiciones de la vida urbana; por ejemplo, la polinización tanto de plantas nativas como de especies ornamentales (figura 3)

permite mantener zonas verdes que dan una estructura de vegetación más adecuada para otros animales, esto como resultado del movimiento del polen entre las plantas, y a su vez mantiene la salud genética poblacional de las mismas. Además, se ha registrado que colibríes *Selasphorus rufus* (una especie migratoria invernal) colaboran en gran medida en los procesos de sucesión secundaria de la vegetación silvestre (Calder, 2004).

FIGURA 3. Hembra adulta de la especie colibrí orejas blancas (*Basilinna leucotis*) polinizando flores de azalea (*Rhododendron sp.*) en un parque público (municipio de Metepec, Estado de México, 2014).



Fuente: Autoría propia.

No olvidemos que un sitio verde con plantas adecuadas y saludables es un remanso de paz para aquellas personas que experimentan de manera permanente o eventual episodios de estrés por situaciones emocionales, laborales, familiares y personales, esto puede ser uno de los beneficios de contar con polinizadores que promuevan la permanencia de la vegetación urbana.

LAS CIUDADES COMO SITIOS DE DESCANSO Y REFUGIO DE COLIBRÍES

Aunque los resultados de estudios clásicos, como los realizados en comunidades de aves urbanas por Emlen (1974), sugieren que la composición y la diversidad de la avifauna urbana está correlacionada con la estructura de la vegetación, la cantidad y calidad de recursos alimenticios, la gran magnitud de la degradación al ambiente puede modificar la riqueza y abundancia de especies típicamente urbanas como las palomas (*Columba livia*) o los gorriones caseros (*Passer domesticus*). No obstante, hoy el panorama puede haberse modificado y brinda condiciones más favorables para otras especies no propias de las grandes urbes; en este momento podemos presenciar una serie de cambios favorables para la presencia de aves que antes no sabíamos que convivían en la ciudad y menos que se habían adecuado a condiciones extremas en comparación con muchas otras especies.

Con base en lo anterior y considerando lo mencionado por Arizmendi *et al.* (2016) referente a las áreas de conservación para colibríes existentes, que incluyen a: I) zonas montañosas, II) bosques tropicales secos del Pacífico mexicano, III) bosques tropicales secos del golfo de México, IV) bosques tropicales húmedos meridionales, V) península de Yucatán y VI) península de Baja California, en ninguna de ellas se contempla a las zonas urbanas; si fuese así, se podría establecer una mayor conectividad entre los ecosistemas a nivel de paisaje y sitios de descanso y alimentación correspondientes a las rutas migratorias de colibríes provenientes de América del Norte que viajan hacia el centro y sur de nuestro continente, por lo que no se debe menospreciar la importancia de dichos sitios, aunque tengan un grado alto de antropización.

FIGURA 4. Macho adulto de la especie colibrí pico ancho norteño (*Cyananthus latirostris*), especie residente, visitando un alimentador para colibríes ubicado en una casa particular (alcaldía Tlalpan, CDMX, 2015).



Fuente: autoría propia.

Así mismo, actualmente se ha popularizado entre los habitantes de las grandes ciudades implementar alimentadores para aves, que atraen a otras como las migratorias, tal es el caso de los alimentadores con néctar comercial cada vez más comunes en ventanas de casas, edificios de departamentos y jardines particulares. Esto podría ser de ayuda, ya que los colibríes de edades avanzadas podrían recobrar energía al ingerir néctar de estas fuentes artificiales (figura 4), esto sin dejar de lado su búsqueda de flores y polinización de plantas, que representan un interés particular para los que vivimos en zonas urbanas.

Esta práctica se ha cuestionado mucho, sin embargo, se carece de estudios contundentes que determinen si dichas acciones son propicias o no para los colibríes. Aunque se argumenta que las especies migratorias de colibríes jóvenes pueden “parar en su migración” en sitios donde no deberían de hacerlo, para los individuos de edades avanzadas podría representar la diferencia entre la vida y la muerte en la larga ruta migratoria; este tema se sigue debatiendo entre los especialistas.

De manera general, se ha registrado en la CDMX la existencia de más especies urbanas introducidas en comparación con las aves nativas, además, hay casos excepcionales de presencia de especies consideradas raras, tal es el caso del creciente número de observaciones y registros de aves acuáticas y marinas en la zona sur de nuestra ciudad, específicamente en zonas lacustres

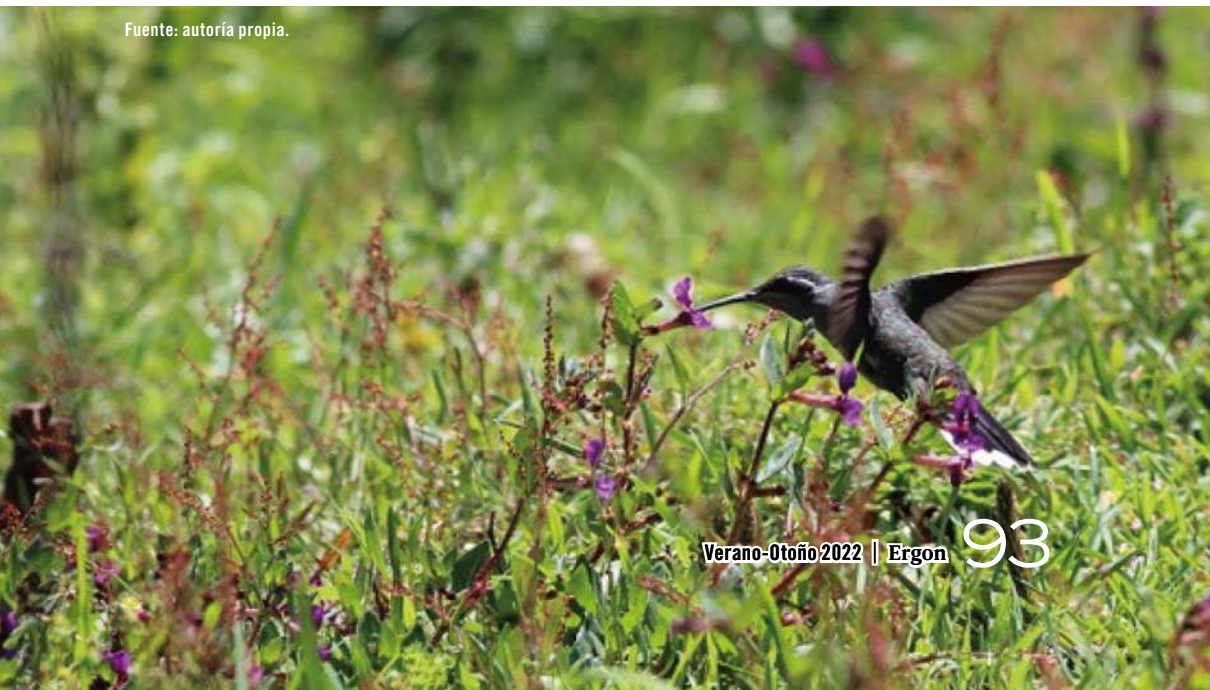
de las alcaldías Xochimilco, Iztapalapa y Tláhuac (Gómez de Silva *et al.*, 2006), en donde se han visto gaviotas y diversas especies de charranes, entre otras.

Lo anterior apoya las hipótesis (Linehan *et al.*, 1967; Gavareski, 1976; Butcher *et al.*, 1981; Gotfryd y Hansell, 1986; Tilghman, 1987a y 1987b) sobre la importancia de los refugios urbanos, las características de las áreas verdes a considerar para la riqueza y abundancia de la avifauna urbana, dentro de los cuales podemos considerar: I) el tamaño del área verde, II) cantidad de borde, III) presencia de vegetación natural, IV) cobertura de estrato arbustivo, V) altura media y de dosel del arbolado, VI) densidad de edificios adyacentes, VII) presencia de agua y VIII) disponibilidad de árboles muertos en pie.

Finalmente, debemos considerar la influencia de las actividades humanas y el disturbio generado para la diversidad de aves (Cicero, 1989), así podremos valorar la importancia de las áreas verdes en las grandes ciudades y su relación con la fauna en general. En este sentido, el caso de la Ciudad de México es distintivo (figura 5), pues en otras ciudades con diferentes características la urbanización ha promovido la desaparición de su avifauna local (Biamonte *et al.*, 2011), en tanto que, en ciudades planeadas con áreas verdes, los corredores biológicos pueden ser una realidad a mediano plazo para ayudar al establecimiento de la fauna nativa (Hong *et al.*, 2013).

FIGURA 5. Colibrí garganta azul (*Lampornis clemenciae*) hembra adulta, especie residente polinizando una flor en el Ajusco (alcaldía Tlalpan, CDMX, 2015).

Fuente: autoría propia.



INTERACCIÓN PLANTA-POLINIZADOR: ALGUNOS ASPECTOS FISIOLÓGICOS Y SERVICIOS AMBIENTALES

A nivel mundial se ha documentado que el desequilibrio de los ecosistemas urbanos se debe principalmente a cambios globales como: I) el cambio de uso de suelo, II) el uso intensivo del agua, III) la degradación de los hábitats y IV) el cambio climático (Semmens *et al.*, 2011); por lo que se requieren políticas de conservación de ecosistemas antropizados, ya que estos pueden garantizar a futuro la obtención de servicios ambientales necesarios (*e. g.*, disponibilidad de agua, aire limpio, islas de sombra, etcétera) para la sobrevivencia de las próximas generaciones. Esto es importante para garantizar que la vegetación urbana sobreviva y posibilite los servicios ambientales de los cuales podemos disfrutar.

FIGURA 6. Zumbador Canelo (*Selasphorus rufus*) macho, especie migratoria invernal (municipio de Zitácuaro, Michoacán, 2017).



En este sentido, las plantas presentes en zonas urbanas también deberán ser especies atractivas para los polinizadores, tanto insectos como aves (figura 6), y, como se había mencionado, las flores no sólo deben tener colores atractivos para ser localizadas y se facilite su polinización, sino también ofrecer una recompensa atractiva, por ejemplo, una molécula energética (como un carbohidrato); además se sabe que el néctar debe tener cierta concentración de azúcares, muchos de ellos son sacarosa (disacárido conformado por un monosacárido-glucosa de seis átomos de carbono y un monosacárido-fructuosa de seis átomos de carbono), la especificidad de dichos azúcares es porque los colibríes pueden metabolizar de forma efectiva estos carbohidratos a diferencia de otros.

Lo cual está relacionado con que si un ave obtiene las calorías necesarias y consigue un balance energético adecuado podrá realizar sus funciones metabólicas básicas, por lo tanto, a nivel experimental se ha registrado que existe preferencia por néctares con ciertas concentraciones de sacarosa (McWhorter y Martínez del Río, 2000), y la actividad enzimática de la α -glucosidasa del intestino (entre otras más) permite llevar a cabo la hidrólisis de los azúcares presentes en los diversos tipos de néctares (Brun *et al.*, 2020) obteniendo así su energía.

Si uno de nuestros principales intereses son los servicios ambientales que recibimos de la naturaleza, es importante considerar que se ha sugerido que las áreas urbanas destinen alrededor del 30% de su extensión al paisaje nativo (Belaire *et al.*, 2014), o en su caso, al paisaje producto de la restauración ecológica. Uno de los principales objetivos será que aves como los colibríes cuenten con recursos alimenticios como el néctar, al respecto, los resultados muestran que la presencia de flores ornitófilas aumenta la frecuencia relativa (*i. e.*, el cociente entre la frecuencia absoluta de un determinado valor y el número total de datos) de colibríes de la misma manera en que la riqueza de plantas la incentiva (Meehan *et al.*, 2020).

Considerando que en los dos últimos siglos los procesos de urbanización se incrementaron notablemente y derivado de ello, alrededor del 50% de la población mundial vive en las ciudades (ONU, 2010), es momento de reflexionar sobre nuestra forma de vida, nuestros hábitos y costumbres, para coexistir con especies que nos dan beneficios inmediatos a cambio de su cuidado y conservación (figura 7). Nuestro conocimiento aún es rudimentario sobre los efectos de la urbanización en la avifauna, por lo que tenemos la responsabilidad de difundir los conocimientos básicos al respecto y tomar acciones inmediatas en colaboración con autoridades, profesionales en la materia y gobiernos.

FIGURA 7. Colibrí berilo *Saucerottia beryllina* anidando sobre un pirul (*Schinus molle*) en un parque público de la Ciudad de México (alcaldía Coyoacán, 2017).



Fuente: autoría propia.

REFERENCIAS

- Arizmendi, M. C. y Berlanga, G. H. (2014). *Colibríes de México y Norteamérica*. México: Conabio.
- Arizmendi, M. C., Berlanga, G. H., Rodríguez Flores, C., Vargas Canales, V., Monte Leyva, L. y Lira, R. (2016). "Hummingbird Conservation in Mexico: The Natural Protected Areas System". *Natural Areas Journal*, 36 (4), pp. 366-376.
- Belaire, J. A., Whelan, C. J. y Minor, E. S. (2014). "Having our Yards and Sharing them too: The Collective Effects of Yards on Native Bird Species in an Urban Landscape". *Ecological Applications*, 24 (8), pp. 2132-2143.
- Berlanga, G. H., Gómez de Silva, H., Vargas Canales, V. M., Rodríguez Contreras, V., Sánchez González, L. A., Ortega Álvarez, A. R. y Calderón Parra, R. (2019). "Aves de México. Lista actualizada de especies y nombres comunes. Actualización AOS". Ciudad de México: Conabio.
- Biamonte, E., Sandoval, L., Chacón, E. y Barrantes, G. (2011). "Effect of Urbanization on the Avifauna in a Tropical Metropolitan Area". *Landscape Ecology*, 26 (2), pp. 183-194.
- Brun, A., Méndez Aranda, D., Magallanes, M. E., Karasov, W. H., Martínez del Rio, C., Baldwin, M. W. y Caviedes Vidal, E. (2020). "Duplications and Functional Convergence of Intestinal Carbohydrate-Digesting Enzymes". *Molecular Biology and Evolution*, 37 (6), pp. 1657-1666.
- Butcher, G. S., Niering, W. A., Barry, W. J. y Goodwin, R. H. (1981). "Equilibrium Biogeography and the Size of Nature Preserves: an Avian Case Study". *Oecologia*, 49, pp. 29-37.
- Calder, W. A. (2004). Rufous and Broad-tailed Hummingbirds: Pollination, Migration, and Population Biology. En G. P. Nabhan (ed.), *Conservation of Migratory Pollinators and Nectar Corridors in Western North America*. [pp. 59-79]. Tucson: University of Arizona Press.
- Chesser, R. T., Billerman, S. M., Burns, K. J., Cicero, C., Dunn, J. L., Kratter, A.W., Lovette, I. J., Mason, N. A., Rasmussen, P. C., Remsen, J. V., Stotz, D. F. y Winker, K. (2020). "Sixty-first Supplement to the American Ornithological Society's Check-list of North American Birds". *The Auk: Ornithological Advances*, 137, pp. 1-24.
- Cicero, C. (1989). "Avian Community Structure in a Large Urban Park: Controls of Local Richness and Diversity". *Landscape and Urban Planning*, 17, pp. 221-240.
- Emlen, J. T. (1974). "An Urban Bird Community in Tucson, Arizona: Derivation, Structure, Regulation". *The Condor*, 76, pp. 184-197.
- Fleming, P. A., Hartman, B. B., Lotz, C. N. y Nicolson, S. W. (2004). "Concentration and Temperature Effects on Sugar Intake and Preference in a Sunbird and a Hummingbird". *Functional Ecology*, 18, pp. 223-232.
- Fodgen, M., Taylor, M., y Williamson S.L. (2014). *Hummingbirds. A Life-size Guide to Every Species*. Estados Unidos: Harper Collins.
- Gavareski, C. A. (1976). "Relation of Park Size and Vegetation to Urban Bird Populations in Seattle", Washington. *The Condor*, 78, pp. 375-382.



- Gómez de Silva, H., Grosselet, M., Meléndez, H. A. y Wilson, G. R. (2006). "Records of Sternini from the Valley of Mexico". *Cotinga*, 26, pp. 60-62.
- Gotfryd, A. y Hansell, R. I. C. (1986). "Prediction of bird-community metrics in urban woodlots". En J. Verner, M. L. Morrison y C. J. Ralphs (eds.), *Wildlife 2000: Modeling Habitat Relationships of Terrestrial Vertebrates*. [pp. 321-326]. Madison: University of Wisconsin Press.
- Hong, S. H., Han, B. H., Choi, S. H., Sung, C. S. y Lee, K. J. (2013). "Planning an Ecological Network Using the Predicted Movement Paths of Urban Birds". *Landscape and Ecological Engineering*, 9, pp. 165-174.
- McWhorter, T. J. y Martínez del Río, C. (2000). "Does Gut Function Limit Hummingbird Food Intake?" *Physiological and Biochemical Zoology*, 73 (3), pp. 313-324.
- Meehan, T. D., Dale, K., Lebaron, G. S., Rowden, J., Michel, N. L., Wilsey, C. B. y Langhman, G. M. (2020). "Interacting with Hummingbirds at Home: Associations with Supplemental Feeding, Plant Diversity, Plant Origin, and Landscape Setting". *Landscape and Urban Planning*, 197, pp. 103774.
- Norma Oficial Mexicana-059-SEMARNAT-2010. (2010). "Protección ambiental-Especies nativas de México de flora y fauna silvestres-Categorías de riesgo y especificaciones para su inclusión, exclusión o cambio-Lista de especies en riesgo". México: Semarnat/Gobierno de México.
- ONU. (2010). *World Urbanization Prospects. The 2009 revision. Highlights*. Nueva York: División de Población/Departamento de Asuntos Económicos y Sociales/ONU.
- Rojas, C. J. y Vásquez, C. (2015). "Rediscovery of the Blue-bearded Helmetcrest *Oxygogon cyanolaemus*, a Hummingbird Lost for almost 70 Years". *Conservación Colombiana*, (22), pp. 4-7.
- Semmens, D. J., Diffendorfer, J. E., López-Hoffman, L. y Shapiro, C. D. (2011). "Accounting for the Ecosystem Services of Migratory Species: Quantifying Migration Support and Spatial Subsidies". *Ecological Economics*, 70, pp. 2236-2242.
- Sornoza Molina, F., Freile, J., Nilsson, J., Krabbe, N. y Bonaccorso, E. (2018). "A Striking, Critically Endangered, new Species of Hillstar (Trochilidae: *Oreotrochilus*) from the Southwestern Andes of Ecuador". *The Auk*, 135 (4), pp. 1146-1171.
- Tilghman, N. G. (1987a). "Characteristics of Urban Woodlands affecting Breeding Bird Diversity and Abundance". *Landscape and Urban Planning*, 14, pp. 481-495.
- (1987b). "Characteristics of Urban Woodlands Affecting Winter Bird Diversity and Abundance". *Forest Ecology and Management*, 21, pp. 163-175.



UN TESORO EN EL CORAZÓN DE MI ESCUELA

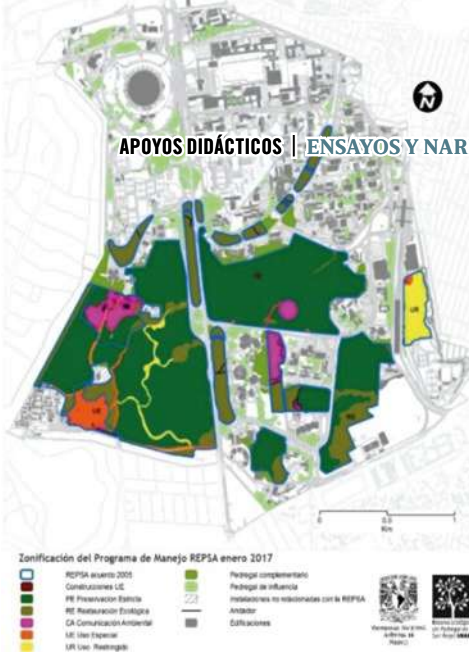
CECILIA GARDUÑO AMBRIZ
(SUR)



Era el final de la época de lluvias y prácticamente el inicio de la pandemia. Caminaba por mi escuela con un grupo de amigos cuando de repente, cerca de un montículo de rocas cercano a Control Escolar, ante nuestro asombro y casi al borde de nuestros pies, cruzó una criatura tan grande y peluda como imponente: una tarántula. Las reacciones que provocó fueron variadas y hasta jocosas: Mariam dio un salto atrás y gritó, Yael buscó cómo atraparla, Juan quería aplastarla, y Diana y Paco la observaron con curiosidad.

Antes de que el arácnido sufriera algún percance, una maestra de Biología llegó y nos dijo: “Muchachos, no la dañen, sólo dejen que vuelva a su casa entre las rocas, ya que forma parte del Pedregal de San Ángel, del cual tenemos un pedacito en nuestro plantel”. Cuando el animal se perdió entre las rocas después de que lo fotografiamos, seguimos nuestro camino por el plantel. Durante el resto del día volvieron a mi cabeza las palabras de la profesora: esa araña era parte de la riqueza de la zona del Pedregal de San Ángel; entonces decidí, junto con Diana y Paco, investigar a profundidad para nuestro *blog* científico.





La investigación, como buenos estudiantes de Biología, comenzó por la observación de uno de los montículos rocosos como en el que se introdujo la tarántula; están formados por una serie de grietas, hondonadas y hasta pequeñas cuevas. Hicimos un listado con las preguntas que debíamos resolver: ¿por qué tienen este relieve?, ¿siempre esta zona ha sido así?, ¿por qué hay plantas que viven en estas rocas?, ¿qué tantos animales pueden vivir aquí?

Durante el proceso de investigación encontramos que el Pedregal de San Ángel es el único ecosistema natural que ha sobrevivido en el corazón de una de las 20 megaciudades del planeta¹, la Ciudad de México, y en la actualidad está materialmente restringido al campus universitario, en lo que se conoce como Reserva Ecológica del Pedregal de San Ángel (REPSA) de la UNAM. Mi escuela, el plantel Sur, colinda con esta reserva, y a lo largo de nuestro recorrido por él apreciamos que existen pequeños segmentos de este ecosistema. Sin embargo, descubrimos que las cosas no siempre fueron así.

¹ México Ambiental. (24 de junio, 2019). "La Reserva Ecológica del Pedregal de San Ángel será cuidada por la Facultad de Ciencias". Recuperado de: <https://www.mexicoambiental.com/la-reserva-ecologica-del-pedregal-de-san-angel-sera-cuidada-por-la-facultad-de-ciencias>

LOS ORÍGENES DEL PEDREGAL

Hace cerca de 2 mil años, en lo que hoy es el sur de la Ciudad de México, el entorno natural era diferente y se encontraba poblado por grupos humanos como los cuicuilcas. Había zonas boscosas y pantanosas en las partes bajas, que fueron sustituidas por lava cuando el volcán Xitle hizo erupción².



² Urrutia Fucugauchi, J. (2016). "Fragment of the mural paint of the Xitle eruption and impact on Cuicuilco (Artist Alejandro Linares-García on display at Tlalpán Delegation, Mexico City)". Recuperado de: <https://www.researchgate.net/profile/J-Fucugauchi/publication/303143598/figure/fig1/AS:390410917695488@1470092624038/Fragment-of-the-mural-paint-of-the-Xitle-eruption-and-impact-on-Cuicuilco-Artist.pngdd>

Uno de los significados de Cuicuilco es “lugar donde se hacen cantos y danzas” y 800 años a. de C. era uno de los principales centros ceremoniales en el Valle de México. Además del centro ceremonial, Cuicuilco³ tenía un área urbana con plazas y calles que bordeaban reservorios de agua pequeños y poco profundos, que eran alimentados por el escurrimiento de varios cerros cercanos, como el Zacayuca y el Zacatépetl, sitio en cuyas faldas se encuentra nuestra escuela.

También tenía terrazas y canales de riego, una ubicación estratégica y recursos naturales abundantes⁴ ya que se desarrolló al lado de ríos, arroyos, lagunas y cerca de bosques de encinos y pinos, por lo que sus habitantes tuvieron acceso a la explotación de materias primas como la calcedonia y el basalto, y de animales como el venado o el berrendo⁵. Al encontrarse a 4 km del lago de Xochimilco, sus pobladores aprovecharon los recursos naturales lacustres y la madera por su cercanía a la sierra del Ajusco.

La existencia de manantiales y corrientes de agua facilitaron la producción de alimentos para atender las necesidades de una población creciente. Los terrenos agrícolas se ubicaron en las inmediaciones de la parte nuclear del sitio. La agricultura fue complementada con la caza, la pesca y la recolección. Se cree que su dieta consistía principalmente en maíz, frijol, calabaza, tomate, pescado y animales silvestres.

Es impresionante pensar que todo esto cambió drásticamente hace 1780 años, cuando la lava del Xitle se adueñó de esta parte al sur de nuestra ahora Ciudad de México. Al solidificarse, en lugar de la riqueza natural que había, quedó un manto de roca dura y casi estéril con un accidentado relieve que se formó al enfriarse la lava y que, poco a poco, fue colonizado por vegetación y fauna totalmente diferentes



3 Recuperado de: <https://elsouvenir.com/wp-content/uploads/2018/11/cuicuilco-portada-zona-arqueologica-cdmx.jpg>

4 Cuicuilco. (s/f). En *Wikipedia*. Recuperado de: <https://es.wikipedia.org/wiki/Cuicuilco>

5 Ramírez, F. (2012). La erupción del Xitle y el fin de Cuicuilco. *Revista Arqueología Americana*, (30).



a lo que alguna vez existió. Así nació un ecosistema único en el mundo: el Pedregal de San Ángel.

Con esta información recopilada durante nuestra investigación, habíamos podido responder las dos primeras preguntas que planteamos al principio: ya sabíamos que esta zona no siempre fue como en el presente y por qué tiene dicho relieve. Volviendo a la tarántula que nos trajo hasta aquí, quedaría por respondernos qué tantos animales pueden vivir en este ecosistema y por qué actualmente se encuentran plantas diferentes a las que antes existían en esta zona. Recordé un video revisado en la clase de Biología sobre la llegada de Darwin a las islas Galápagos donde notó la gran riqueza cuando otros sólo veían escoria o desechos; en este video se aborda la evolución de una vida rica y diferente⁶ que emerge con el nacimiento de estas islas, que también son de origen volcánico.

En la actualidad, encontramos la parte baja del pedregal un matorral xerófito característico de zonas semiáridas. Las plantas que se observaron en los montículos de roca se aferraban a través de sus grietas y aberturas. Mediante la investigación encontramos que muchas de estas plantas están adaptadas a épocas con baja precipitación y que requieren poco suelo para subsistir. Incluso nos causó gran interés saber que en un ecosistema como este hay plantas que sólo viven ahí (endémicas), como la *Mammillaria haageana* ssp. *san angelensis*, un cacto típico de la lava en esta zona.

Cuando supimos que existe un arbusto conocido comúnmente como palo loco (*Pittocaulon praecox*) nos hizo reír de buena manera. Se le llama así porque florece

FIGURA 9. *Brachycereus nesioticus*



⁶ Recuperado de: <https://birdsofpassage.files.wordpress.com/2016/02/lava-cactus-1-1024x769.jpg>



cuando pocas de las plantas de este ecosistema lo hacen, entonces se queda sin hojas y se ve como un conjunto de palos del cual emergen flores amarillas. El palo loco es muy importante, además da nombre a este matorral, que es una comunidad vegetal ampliamente diversa y llegó a ser la planta dominante, aunque hoy hay menos debido a la perturbación humana.

Nos faltaba responder cuáles animales viven aquí. Quizá uno de los hallazgos que más nos llamó la atención fue el hecho de que en esta zona habita la víbora de cascabel *Crotalus molossus*⁷ y que es posible, aunque sea esporádicamente, encontrarla en nuestra escuela. Así mismo, en este intrincado relieve viven desde pequeños insectos y arácnidos, anfibios, reptiles y aves, hasta mamíferos como el tlacuache y el cacomixtle, lo cual demuestra la amplia diversidad animal con la que cuenta, ya que este tipo de relieve favorece la existencia de gran variedad de hábitats.

Nuestra aventura no hubiera estado completa si no hubiéramos descubierto que al interior de nuestra escuela hay un área de reserva y sendero ecológico que resguarda una porción de este ecosistema, en la que en 2710 m² existe una alta diversidad vegetal, de hongos, musgos y helechos; de plantas superiores entre las que podemos encontrar algunas especies de orquídeas terrestres (figura a), el lirio azteca (*Sprekelias*) (figura b) y nuestra flor nacional, la dalia (*Dahila*) (figura c).



⁷ Recuperado de: <https://i.pinimg.com/originals/18/06/3d/18063dda010e67974bfea52ea55228e6.jpg>

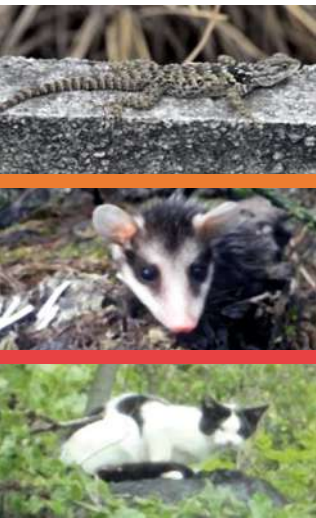


Algunas de estas especies han sido utilizadas desde épocas prehispánicas por sus propiedades medicinales como la tigridia o flor de tigre (*Trigidia pavonia*) (figura d), cuyo bulbo se usa para curar fiebre y como abortiva; la mazorquilla (*Phytolacca icosandra*) (figura e), que además de ser la base de la alimentación de especies como el tlacuache, se usa para curar la tiña y como diurético; o la pasionaria o huevos de gato (*Passiflora subpeltata*) (figura f), a la que se le atribuyen propiedades tranquilizantes⁸.



Respecto a la fauna, hay una gran variedad de insectos como chapulines, escarabajos y mariposas, además de arañas, reptiles como la lagartija de collar (*Sceloporus torquatus*), gran variedad de aves y hasta algunos mamíferos como el tlacuache *Didelphis virginiana*. Tradicionalmente algunos de estos animales han sido consumidos por los habitantes de la zona, como los chapulines (*Sphenarium purpurascens*) o los tlacuaches. Desafortunadamente, en esta área también hay gatos ferales que no son originarios de la zona, los cuales cazan y merman a las especies que ahí habitan⁹.

Después de todo esto, nos alegramos de no haberle hecho daño a la tarántula, ya que así contribuimos a la conservación de este ecosistema considerado único en el mundo. Ojalá que nuestra experiencia sirva para que en otras escuelas se desarrollen áreas como ésta y que puedan tener, como en nuestro caso, un tesoro en el corazón de su escuela.



⁸ Rojo, A. y Rodríguez, R. (2002). *La flora del Pedregal de San Angel*. México: Instituto Nacional de Ecología/Semarnat.

Área de Reserva del plantel Sur, cch.



⁹ Garduño Ambríz, C. et al. (2021). *Guía del profesor para la visita al sendero ecológico*. México: plantel Sur/cch/UNAM.

TU PEZ INTERIOR DE NEIL SHUBIN

ALICIA DEL CARMEN
POLACO ROSAS
(ORIENTE)



El 6 de abril de 2006 en la revista *Nature* se publicó un artículo sobre un nuevo organismo hasta entonces desconocido por la ciencia: el tiktaalik. Un descubrimiento que sacudió al mundo paleontológico y los estudios de biología evolutiva. Normalmente leemos y nos informamos sobre estos hallazgos respecto a su descripción, quizá una interpretación evolutiva. El descubridor de este organismo y escritor del artículo nos detalla desde la “predicción” de este ser, la consecuente planeación y búsqueda del organismo, su hallazgo, transporte, limpieza y observación de una serie de características enigmáticas; además de una amplia interpretación evolutiva del mismo y que estudiarlo implica conocernos a nosotros como especie y nuestro papel en el ambiente.

Un viaje que ni Newt Scamander hubiera vivido o siquiera imaginado. Después de millones de años sale a la luz un increíble fósil, de un ser aun más imposible de creer, ¿mitad pez, mitad anfibio, quizá una parte reptil? Encontrado en el polo norte, en el ártico canadiense, en la provincia de Nunavut, durante verano cuando las condiciones son “óptimas” para poder hacer expediciones, se realizó este increíble hallazgo. Con temperaturas promedio bajo cero y a una temperatura máxima con suerte de 10 grados centígrados, la presencia de luz de día las 24 horas, en un agradable verano lleno de ráfagas de

vientos, durante la temporada de 1999 se inició la búsqueda de este ser hipotético: un organismo que retratará el paso de la vida acuática a la vida terrestre, con una edad aproximada de 380 a 365 millones de años (m. a.).

Pero esto no fue azar o un golpe de buena suerte, sino muchos años de experiencia, planeación y estudio de la corteza terrestre, sus movimientos y depósitos. Así fue como el autor y un gran equipo se lanzaron a la búsqueda de fósiles de una época específica, ya delimitada a los 375 m. a., de un rango inicial de 380 a 365 m. a. se hace esta reducción/deducción a partir de la presencia de animales como anfibios y reptiles a los 360 m. a., anfibios a los 365 m. a.; pero en las rocas de 385 m. a. se encuentran sólo peces, entonces deciden enfocarse en los 375 m. a., edad en la que se supone se dio el paso de la vida acuática a la terrestre. Respondiendo a por qué se hizo esta búsqueda en el norte del continente americano, fue porque ahí se encuentran rocas sedimentarias que coinciden con este rango de edad, y entre los muchos fósiles hallados, destaca el de este peculiar y hasta entonces desconocido ser.

Seis años después de iniciar los estudios y cuatro años después de encontrar la cama de fósiles que cumplía con las características del tipo de roca, ambiente sedimentario y edad, es que se encuentra este ser, pero no hay que adelantarse. Seguimos en Nunavut, en un increíble verano con 24 horas al día de luz, a 0 °C, con los exploradores

y sus martillos geológicos, siguiendo las evidencias de las camas de los fósiles que desean, dos veranos después, sigue igual; hallaban muchísimos fósiles, pero todos de especies previamente conocidas y descritas por la ciencia. Si bien hoy en día sabemos que el registro fósil es imperfecto, pues no todo se fosiliza y no todo lo que se fosiliza está al descubierto, el tipo de ambiente sedimentario en el que se encuentran los fósiles de agua dulce e inicio de la vida terrestre es más probable que lo hagan, por ejemplo, el sistema de un delta de río, con aguas someras.

Por supuesto, la expedición en el Ártico dista mucho de las características originales del lugar prospectado y esperado, en contraste con ese antiguo ambiente templado, lleno de vida, con árboles y otros seres, los investigadores se encuentran en el Ártico, totalmente desierto, sin árboles, ni suelos o ciudades. Su mayor riesgo es ser comidos por un oso polar. Su área de búsqueda es de 1500 kilómetros, el organismo de su interés quizá midiera un metro.

En el año 2000 localizaron una cama de fósiles de peces con la edad y tipo de roca sedimentaria deseadas, sin embargo, todos los peces eran de aguas más profundas, no de aguas someras como se buscaba. Dos veranos más siguieron limpiando la cama de fósiles, sin éxito. La expedición regresó en 2004: el último intento. En julio de ese año, todo cambió. En el fondo de la canteira se ubicó una roca con un patrón de escamas que no se parecía a nada de lo ya



estudiado, además, una mandíbula que al parecer estaba unidas a una cabeza, pero eso fue todo. La búsqueda continuó y se encontraron otras escamas similares, una mandíbula, la cabeza plana, y, finalmente, el resto del cuerpo. Definitivamente tenía potencial de ser el organismo que buscaban.

Reconocido como un eslabón perdido —en realidad un organismo transicional— entre peces y anfibios, uno de aquellos pasos de transición de la vida en el agua y a la colonización del mundo terrestre, quedó grabado en el registro fósil: el tiktaalik.

Durante la limpieza y preparación de estos fósiles, se observaron nuevas características entre los peces y los animales terrestres. Los peces tienen cabezas cónicas, mientras que los primeros animales terrestres cabezas planas (como cocodrilos) y los ojos en la parte superior. Los peces no tienen cuello, los primeros animales terrestres sí. El tiktaalik tiene escamas y aletas, como los peces, pero cabeza plana y un cuello. Sus aletas tienen huesos que corresponden al brazo, antebrazo y partes de la muñeca.

Hoy sabemos que el tiktaalik (el cual debe su nombre a una tribu nativa del lugar donde fue encontrado y que el propio consejo de ancianos le dio) es un pez que tiene tres características evolutivas altamente novedosas: aletas lobuladas, articuladas y los ojos por la parte de encima de su cráneo, no a los lados como los demás de su época. Estas novedades evolutivas al parecer le dio la habilidad de caminar en la tierra y poder ver fuera del agua entre otras.

Durante este recorrido en el libro, el autor nos relatará cómo un paleontólogo (él mismo) da clases de anatomía comparada en una facultad de medicina y cuáles son sus estudios actuales, como por ejemplo los genes homeobox (o su abreviatura *hox*) y su expresión en tiburones o en moscas. A lo largo de once capítulos el autor nos cuenta y explica de manera amena y sencilla nuestras características biológicas, genéticas y físicas a partir de una gran diversidad de animales: iniciando con los peces, de aquí el nombre de nuestro *pez interior*, características como nuestra cabeza y cuello, al quedar libres de los hombros, las compartimos con anfibios, reptiles, aves y los demás mamíferos. Otras características como muñecas, costillas, estructuras como oído interno, medio y externo, nuestros arcos branquiales, pueden rastrearse hasta este antiguo pez. Animales tan diferentes entre sí pero que tienen algo en común, junto con nosotros: ¿te habías imaginado que teníamos a nuestro pez interior?

Además de las características físicas ya mencionadas, obtenidas de fósiles y esqueletos actuales, las cuales vale la pena tener en consideración, funcionan también como pruebas de la evolución (paleontológicas y anatómicas), está la parte genética, con todos aquellos genes que compartimos, esas secuencias altamente conservadas en todos los seres vivos, desde la mosca de la fruta, tiburones, pollos, ratones y nosotros.

Neil Shubin continúa hablando de diferentes experimentos hechos por él mismo

(en huevos de tiburones, nada más y nada menos) y de otros grupos de científicos experimentales, que distan de ser prueba y error, donde cada uno de los estudios tienen la misma cuidadosa y específica planeación que la búsqueda del tiktaalik. Inicia con los estudios de las extremidades como aletas o manos, siguiendo con dientes, huesos, glándulas, plumas, regresamos a los arcos branquiales y la presencia de estos en nosotros, y el por qué un paleontólogo que estudia peces puede dar la clase de anatomía comparada en la Facultad de Medicina se hace evidente, al explicar el origen e innervación de los nervios craneales desde el desarrollo embrionario, donde vemos patrones fundamentales de la vida, conocimiento adquirido también de una serie y años de experimentos. Ahora sabemos que todas estas características aparecieron hace millones de años en otros organismos tan aparentemente diferentes, pero con los que compartimos muchas características físicas en común, incluso para la “construcción” de nuestros cuerpos y de todos los animales.

Uno no quiere que el libro finalice, es increíble cómo a partir de un antiguo fósil podemos reconstruir toda esta historia evolutiva, pero justo de eso se trata, al final la historia se sigue escribiendo y, por qué no, puedes ser tú quién la siga escribiendo.

*Puedes leer más sobre este increíble ser en la revista *Cómo ves* de la Dirección General de Divulgación de la Ciencia, número 97, año 2006.

REFERENCIA

Shubin, N. (2020). *Tu pez interior*. Capitán Swing Libros.



CONVOCATORIA

La Dirección General del Colegio de Ciencias y Humanidades, a través de la Secretaría de Servicios de Apoyo al Aprendizaje, invita a las y los docentes del Colegio de Ciencias y Humanidades del Área de Ciencias Experimentales a colaborar con sus escritos para el sexto número de la Revista ERGON, Ciencia y Docencia, Nueva Época, la cual es un espacio para el intercambio académico entre profesores. La participación podrá ser en cualquiera de sus secciones: Pedagogía y Didáctica, Estrategia y Didáctica, Artículos de Investigación, Proyectos de Investigación con Alumnos, Noticias, Efemérides y Reseña de libros.

Para más información sobre las características que debe contener el trabajo de cada sección, consulta la guía del autor y las rúbricas en: www.cch.unam.mx/publicaciones/ergon

Tema para la revista

Sexto número: *La docencia a través del tiempo.*
Fecha de entrega: máximo 01 de febrero de 2023.

Los textos recibidos serán sometidos a evaluación por el Comité Editorial y deberán contar con las siguientes características:

-La extensión de los textos es de cinco a ocho cuartillas para la mayoría de las secciones:

- Pedagogía y Didáctica.
- Estrategia y Didáctica.
- Artículos de investigación.
- Proyectos de investigación con alumnos.
- Noticias.
- Efemérides.
- Reseña de libros (mínimo 3 cuartillas).

Deben estar escritos en fuente Arial 12 puntos e interlineado 1.5 y enviarse en formato .doc.

-Todos los textos deben ser inéditos y serán sometidos a dictaminación a **doblo ciego**. A partir de la entrega del escrito, el comité revisor tendrá un plazo no mayor a 30 días naturales para evaluar el trabajo.

-Los textos, en especial los artículos, deben incluir un resumen en español (no más de 300 caracteres) y palabras clave, al igual que el título del trabajo.

-Enviar en un segundo archivo .doc una síntesis curricular que no exceda de cinco líneas y que incluya un correo electrónico.

-Todos los textos deberán enviarse al siguiente correo electrónico: revista.ergon.nuevaepoca@cch.unam.mx, con atención a la Maestra Martha Patricia López Abundio, coordinadora de la revista.

Cualquier otro tema relacionado con la difusión de las ciencias, se recibe durante todo el año.

a) Apoyos didácticos

- Estrategias o secuencias didácticas.
- Experimentos y actividades experimentales en el laboratorio.
- Actividades en el aula.
- Uso didáctico de TIC, TAC, SIMULADORES.
- Uso de APS.
- Instrumentos de evaluación de aprendizaje.
- Reseñas de materiales didácticos elaborados que cubran una unidad o un curso completo.
- Aula invertida.

Los materiales deberán apegarse a la definición del Glosario de Términos del Protocolo de equivalencias para el ingreso y promoción de los Profesores Ordinarios de Carrera.

b) Sobre la didáctica específica, problemas del aprendizaje de la ciencia (o de una disciplina en particular) y sus métodos, el rol del profesor, descripción de prototipos experimentales o investigaciones extracurriculares como las que se realizan con alumnos en el SILADIN.

c) Apoyos a la actualización disciplinar, como avances en la ciencia o en las disciplinas del área y en la tecnología, así como textos de análisis crítico sobre la inclusión de temas transversales en el currículo de ciencias. También podrán ser noticias científicas (por ejemplo lo último en vacunas) y reseñas bibliográficas.

d) Ensayos o narraciones de historia de las ciencias con referencia a los conceptos básicos, teorías o modelos de las disciplinas del área, con la intención de reforzar las relaciones entre las ciencias y las humanidades.

e) Semblanzas o entrevistas a integrantes de la comunidad, como reconocimiento a la trayectoria de los docentes valiosos del Área de Ciencias Experimentales. (*Ergon Ciencia y Docencia*, 2018).

Referencia: *Ergon Ciencia y Docencia* (2018). https://is-suu.com/ergonrevista/docs/ergon_004

Cualquier aspecto no contemplado en esta convocatoria será resuelto por el comité revisor, su fallo será inapelable.

LA CONSTANCIA QUE SE ENTREGARÁ SERÁ DEL RUBRO I, III, V - B o C: PARTICIPACIÓN EN LA ELABORACIÓN Y PUBLICACIÓN DE UNA REVISTA.

ERGON

revista ciencia y docencia

