



Libro de texto para
la asignatura de
Biología 2

Gabriela Saraith Ramírez Granados
Coordinadora y autora

María Isabel Olimpia Enríquez Barajas
Nancy Minerva López Flores
Sandra Soledad Pérez Avila
Tania Citlalin Sánchez Martínez

Autoras

Libro de texto para la asignatura de **Biología 2**

Trabajo realizado con el apoyo de UNAM-DGAPA-INFOCAB.

PROYECTO INFOCAB: PB200421

ISBN: 978-607-30-5320-4

1ra Edición: noviembre 2021

2da Edición: septiembre de 2024

Imagen de portada:

Hamadryas arinome "mariposa turquesa",
es una especie de mariposa de la familia *Nymphalidae*.

Fotógrafo: Susanne Jutzeler

Fuente: <https://www.pexels.com>



Diseño Editorial

Cristo Rey Policarpo Martínez

Libro de texto para la asignatura de Biología 2. Los derechos de textos e imágenes aquí contenidos son propiedad de sus respectivos autores. El contenido de los artículos es responsabilidad de los autores y no refleja necesariamente el punto de vista de los árbitros ni de los editores. Se autoriza la reproducción de los artículos (no así de las imágenes) con la condición de citar la fuente y se respeten los derechos de autor. Editado y distribuido por el Colegio de Ciencias y Humanidades, Plantel Naucalpan, Av. de los Remedios, No. 10, Col. Los Remedios, Naucalpan de Juárez, C.P. 53400, Estado de México. Ejemplar gratuito.



DIRECTORIO

UNAM

Dr. Leonardo Lomelí Vanegas
Rector

Dra. Patricia Dolores Dávila Aranda
Secretaria General

Mtro. Hugo Concha Cantú
Abogado General

Mtro. Tomás Humberto Rubio Pérez
Secretario Administrativo

Dra. Diana Tamara Martínez Ruiz
Secretaria de Desarrollo Institucional

Lic. Raúl Arcenio Aguilar Tamayo
Secretario de Prevención, Atención y Seguridad Universitaria

Dra. María Soledad Funes Argüello
Coordinadora de la Investigación Científica

Dr. Miguel Armando López Leyva
Coordinador de Humanidades

Dra. Norma Blazquez Graf
Coordinadora para la Igualdad de Género

Dra. Rosa Beltrán Álvarez
Coordinadora de Difusión Cultural

Mtro. Néstor Enrique Martínez Cristo
Director General de Comunicación Social

Mtro. Rodolfo González Fernández
Director de Información

CCH

Dr. Benjamín Barajas Sánchez
Director General

Mtra. Silvia Velasco Ruiz
Secretaria General

PLANTELE NAUCALPAN

Mtro. Keshava R. Quintanar Cano
Director

Mtra. V. Berenice Ruiz Melgarejo
Secretaria General

Mtra. Teresa Sánchez Serrano
Secretaria Administrativa

Ing. Damián Feltrín Rodríguez
Secretario Académico

Lic. Elizabeth Hernández López
Secretaria Docente

Lic. Mireya A. Cruz Reséndiz
Secretaria de Atención a la Comunidad

Biól. María del Rosario Rodríguez García
Secretaria de Servicios Estudiantiles

Mtro. Josué David Sánchez Hernández
Secretario de Cómputo y Apoyo al Aprendizaje

I. Q. Carmen Tenorio Chávez
Secretaria Técnica del SILADIN

Lic. Ana Rocío Alvarado Torres
Secretaria de Administración Escolar

Lic. Tania Montserrat Sánchez Pomposo
Secretaria de Arte y Cultura

Lic. María Guadalupe Peña Tapia
Jefa de la Unidad Jurídica

L.D.G. Reyna I. Valencia López
Coordinadora de Gestión y Planeación

Índice

Presentación	05
Unidad I. ¿Cómo se explica el origen, evolución y diversidad de los sistemas biológicos?	06
Tema 1. Origen de los sistemas biológicos	07
1.1. Explicaciones acerca del origen de la vida.....	07
1.2. Teoría quimiosintética	13
1.3. Modelos precelulares.....	18
1.4. Teoría de la endosimbiosis	22
Tema 2. Evolución biológica	26
2. 1. Evolución	26
2. 2. Aportaciones de las teorías del pensamiento evolutivo.....	30
2. 3. Escala de tiempo geológico.....	32
2. 4. Evidencias de la evolución.....	39
2. 5. Especie biológica.....	43
Tema 3. Diversidad de los sistemas biológicos.....	46
3. 1. Características generales de los dominios y reinos	46
Unidad 2. ¿Cómo interactúan los sistemas biológicos con su ambiente y su relación con la conservación de la biodiversidad?	54
Tema 4. Estructura y procesos en el ecosistema	55
4. 1. Niveles de organización ecológica	55
4. 2. Componentes bióticos y abióticos.....	60
4. 3. Relaciones intra-interespecíficas.....	64
4. 4. Niveles tróficos y flujo de energía	68
Tema 5. Biodiversidad y conservación biológica.....	74
5. 1. Concepto de biodiversidad	74
5. 2. Impacto de la actividad humana en el ambiente	78
5. 3. Desarrollo sustentable.....	82
Fuentes consultadas	88

Presentación

El presente libro de texto tiene como propósito coadyuvar al fortalecimiento de la calidad de los aprendizajes en la **asignatura de Biología II** del plan de estudios del Colegio de Ciencias y Humanidades (CCH). El libro es pertinente al programa de estudios en el sentido que se pretende con el mismo contribuir al conocimiento propio de la biología, así como a la adquisición de habilidades cognitivas que les permitan detectar problemáticas y elaborar cuestionamientos que los lleven a la búsqueda de respuestas a través de estrategias como el Aprendizaje Basado en Problemas (ABP) y Estudios de casos.

Con lo anterior, el alumno integra en su manera de ser, de hacer y de pensar, elementos para desenvolverse en la vida diaria, que cambien su concepción del mundo e incorporen en su óptica elementos de la visión científica acerca de lo que les rodea, de esta forma se contribuye al perfil de egreso del CCH.

El libro de texto incluye las temáticas secuenciadas con base en el programa de estudios actualizados de **Biología II**, distribuidos en dos unidades y cinco capítulos. Cada capítulo está constituido por subtemas con la siguiente estructura:

- **Información de la temática con base en la información vigente y actualizada.**
- **Actividad de aprendizaje haciendo uso de un ABP o Estudio de caso.**
- **Evaluación de la temática.**

La información de la temática está relacionada con el aprendizaje que se pretende adquiera el alumno.

Las actividades tanto de ABP como Estudios de casos están distribuidas en fases que son las guías para su ejecución. Las actividades inician con un planteamiento o situación con base en el contexto de los alumnos, de manera que encuentren sentido y significado a lo que están realizando; la complejidad es congruente a la edad del alumno. El alumno deberá realizar la lectura y análisis de dichos planteamientos que trabajará de manera colaborativa, por lo que es importante la guía del profesor para que todos los miembros de los equipos comprendan la situación.

El profesor debe guiar la discusión de todos los grupos, si un tema requiere atención especial se discutirá de forma grupal. Posteriormente se realizará una lluvia de ideas en la que se fomentará al máximo el pensamiento flexible, y son aceptadas todas las ideas descritas o no en los planteamientos. No está permitida ninguna forma de crítica en esta fase.

Posteriormente se **describe o identifica el problema a solucionar**, para ello los alumnos deben plantear una o varias hipótesis, en este momento debe existir claridad sobre lo que se debe hacer para resolver el problema sin que haya necesariamente un procedimiento exitoso, tomando en cuenta que los errores no son fracasos sino aproximaciones a la solución final.

La fase de explicación es el momento crucial, ya que se pone en juego habilidades, conocimientos y actitudes de los integrantes para la solución. La función del profesor en este momento es de observar y retroalimentar.

Por último, se comunica los resultados obtenidos, por ejemplo, en presentaciones, organizadores gráficos, infografías, entre otros, en los que será necesario la inclusión de las fuentes consultadas. Para la evaluación del ABP o Estudios de casos se proporcionan listas de punteo.

En el apartado de Evaluación de la temática se sugieren organizadores gráficos como cuadros comparativos, crucigramas y cuestionarios de preguntas abiertas y de opción de respuesta. Todas ellas sostenidas en sus metodologías propias.

Como una acotación final, se agradece a la Dirección General de Asuntos de Personal Académico (DGAPA) por el apoyo al proyecto, al Colegio de Ciencias y Humanidades, Plantel Naucalpan, por todo el apoyo para la culminación del presente libro, y al estudiante Tomás Ableza Cerón Ramírez, de la carrera de Diseño y Comunicación Visual de la Facultad de Estudios Superiores Cuautitlán por la elaboración de los dibujos presentados.

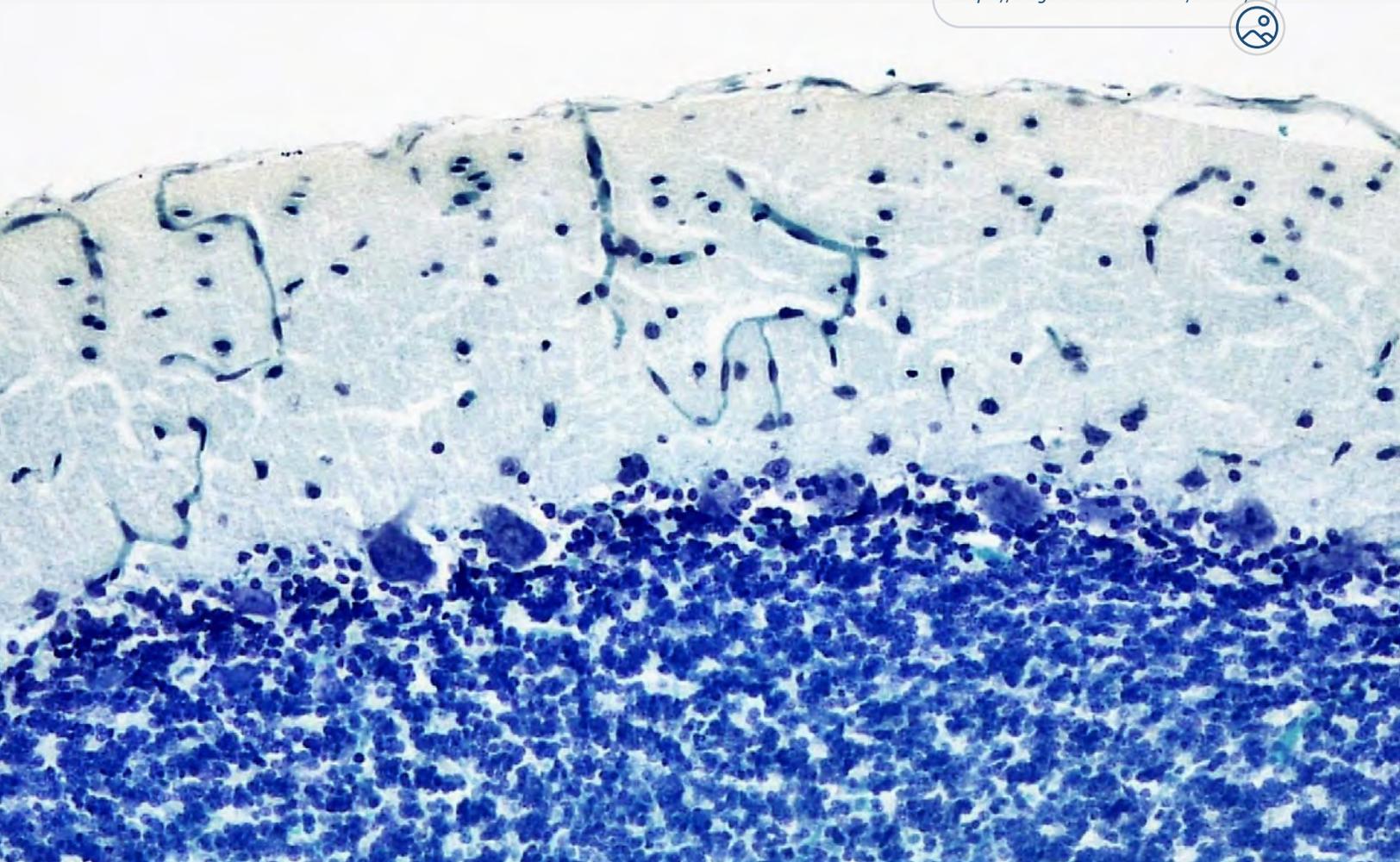
Unidad 1.

¿Cómo se explica el origen, evolución y diversidad de los sistemas biológicos?

Sección transversal del cerebelo

Fayette A. Reynolds MS

<https://blogs.berkshirecc.edu/bccoer/>



Propósito: Al finalizar, el alumno: Identificará los procesos que han favorecido la diversificación de los sistemas biológicos a través del análisis de las teorías que explican su origen y evolución, para que comprenda que la biodiversidad es el resultado del proceso evolutivo.

Tema 1. Origen de los sistemas biológicos

Subtema 1.1. Explicaciones acerca del origen de la vida

Aprendizaje: Reconoce distintas teorías sobre el origen de los sistemas biológicos, considerando el contexto social y la etapa histórica en que se formularon.

Origen de la vida

El humano siempre ha buscado dar explicaciones del origen de los sistemas vivos con base en el conocimiento y contexto social de cada etapa histórica. **El creacionismo, la generación espontánea y la biogénesis** son propuestas que fueron aceptadas en determinada etapa histórica por tener argumentos contundentes y fueron base para generar nuevos conocimientos sobre el origen de lo que actualmente conocemos como sistemas vivos.

Creacionismo

El creacionismo (Figura 1.1.1) es la creencia inspirada en dogmas religiosos, que dicta que la Tierra y cada sistema vivo que existe actualmente provienen de un acto de creación y propósito divino. Por extensión, el adjetivo **creacionista** se ha empezado a aplicar a cualquier opinión o doctrina filosófica o religiosa que defienda una explicación del origen del mundo basada en uno o más actos de creación por un Dios personal.

Existen creacionismos asociados a muy distintos credos: cristianismo en sus diversas variantes, islam, judaísmo, religiones indígenas americanas. El movimiento creacionista políticamente más activo y conocido es de origen cristiano protestante y está implantado principalmente en los Estados Unidos.



Figura 1.1.1 Creacionismo

Generación espontánea

En las civilizaciones antiguas se estudiaba la naturaleza, la observaban y proponían explicaciones para lo que observaban. Sin embargo, sus observaciones muy pocas veces eran sometidas a pruebas. Antes de empezarse a usar el método científico no se obtuvieron respuestas confiables a las interrogantes que había acerca de la naturaleza.

La generación espontánea es una explicación que dice que los sistemas vivos se pueden originar de materia no viviente.

Demócrito, Tales de Mileto y Anaximandro decían que la vida surgía del lodo, de unir el agua con el fuego u otras combinaciones de elementos en la naturaleza.

El maestro y filósofo griego Aristóteles (384-322 a. C.) creía en la generación espontánea. **Aristóteles** había observado una charca durante un largo período de sequía. El agua de la charca se fue secando hasta que solo quedó fango en el fondo. Al terminar la sequía, la charca se volvió a llenar de agua. Notó que al principio no había peces, después observó peces en la charca. Llegó a la conclusión de que estos peces no habían sido producidos por otros peces, porque todos los peces que había antes murieron durante la sequía. Concluyó que los nuevos peces habían salido del fango.

Desde la antigüedad este pensamiento se tenía como aceptable, sosteniendo que la vida podía surgir del lodo, del agua, del mar o de las combinaciones de los cuatro elementos fundamentales: aire, fuego, agua y tierra. Aristóteles propuso el origen espontáneo para gusanos, insectos y peces a partir de sustancias como el rocío, el sudor y la humedad. Según él, este proceso era el resultado de la interacción de la materia no viva con fuerzas capaces de dar vida a lo que no tenía. A esta fuerza la llamó **Entelequia**.

También creía que las moscas salían de la carne podrida de los animales. Pensaba que otros tipos de insectos salían de la madera, de las hojas secas y hasta del pelo de los caballos. Aristóteles creía en la **abiogénesis**, que es otro nombre para la generación espontánea. Hasta la mitad del siglo XVII, la mayor parte de la gente aceptó la hipótesis de la generación espontánea.

La idea de la generación espontánea de los sistemas vivos perduró durante mucho tiempo. En 1667, **Johann B. van Helmont**, médico holandés, propuso una receta que permitía la generación espontánea de ratones: “Las criaturas, tales como los piojos, garrapatas, pulgas y gusanos son nuestros huéspedes y vecinos, pero nacen de nuestras entrañas y excrementos. Porque si colocamos ropa interior llena de sudor junto con trigo en un recipiente de boca ancha, al cabo de 21 días el olor se modifica y penetra a través de las cáscaras del trigo, cambiando el trigo en ratones. Pero lo más notable es que estos ratones son de ambos sexos y se pueden cruzar con ratones que hayan surgido de manera normal”. (Figura 1.1.2).

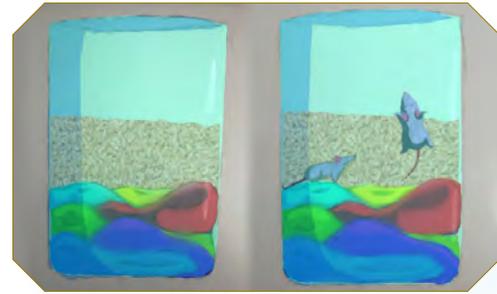


Figura 1.1.2 Experimento de Johann Helmont

Biogénesis



Figura 1.1.3
Francisco Redi
(1626-1697)

Francisco Redi (1626-1697), (Figura 1.1.3), médico y científico italiano, no estaba convencido de que las moscas salieran de la carne podrida.

Redi observó que las moscas se posaban en la carne podrida. También notó que en la carne aparecían pequeños organismos blancos, parecidos a gusanos. Estos gusanos se comían la carne podrida. Eventualmente, los gusanos dejaban de moverse y se convertían en pequeñas estructuras ovaladas. Redi colocó algunas de estas estructuras en frascos de cristal y los cubrió. Después notó que de estas estructuras salían las moscas. Estas se parecían a las moscas que había observado antes en la carne podrida. Redi formuló la hipótesis de que las moscas que se habían desarrollado de los gusanos eran la progenie de las moscas originales.

Redi diseñó un experimento para determinar si se desarrollaban gusanos en caso de que no se dejara a ninguna mosca entrar en contacto con la carne. Puso carne en ocho frascos. Cuatro de ellos permanecieron abiertos y selló el resto. En los frascos abiertos observó que había moscas continuamente. Después de un corto período de tiempo había gusanos solo en los frascos abiertos. Redi llegó a la conclusión de que los gusanos aparecían en la carne descompuesta solo si las moscas habían puesto antes sus huevos en la carne.

Los que se oponían a las ideas de Redi porque apoyaban la hipótesis de la generación espontánea alegaron que no se había permitido que el aire entrara a los botes sellados. Ellos decían que la **falta de aire** evitaba que hubiera generación espontánea. Redi rediseñó su experimento y usó cubiertas. Estas cubiertas permitían que entrara el aire, pero dejaban afuera a las moscas. No aparecieron gusanos en los botes cubiertos de esta manera. (Figura 1.1.4).

Los experimentos de Redi confirmaron la hipótesis de la **biogénesis**, que propone que los sistemas vivos provienen de otros sistemas vivos. Los experimentos de Redi presentaron evidencia en contra de la hipótesis de la generación espontánea.

Los proponentes de la generación espontánea aceptaron la hipótesis de que las moscas provienen de moscas; sin embargo, todavía creían que los microorganismos se producían por generación espontánea.



Figura 1.1.4 Experimento de Redi

Needham, Spallanzani y Pasteur

Entre los adeptos de la generación espontánea estaba **John Needham** (1713-1781), científico inglés, que llevó a cabo numerosos experimentos en los que preparaba unos caldos de carne y vegetales, los dejaba en envases con tapones de corcho que no estaban bien ajustados. De hecho, creía que al hervir los caldos mataría todos los microorganismos que había en ellos. Pasados unos días observó que los caldos contenían microorganismos. De

lo anterior, llegó a la conclusión de que los microorganismos tenían que haberse desarrollado de los caldos. Los descubrimientos de Needham apoyaron la generación espontánea de los microorganismos. (Figura 1.1.5).



Figura 1.1.5 Experimento de Needham

Lazzaro Spallanzani (1729-1799), científico italiano, que apoyaba la biogénesis como explicación del origen de los sistemas vivos, la cual hace mención que un sistema vivo proviene de un sistema vivo. Spallanzani repitió los experimentos de Needham. Tuvo particular cuidado al hervir las mezclas, llenar los frascos y sellarlos herméticamente. Observó que los seres vivos aparecieron en los frascos. Presentó este experimento como evidencia de que no hay generación espontánea, pero los proponentes de la generación espontánea señalaron que se había excluido el aire de los botes sellados. Sostenían que el aire era esencial para que hubiera generación espontánea. (Figura 1.1.6).



Figura 1.1.6 Experimento de Lazzaro Spallanzani

No fue hasta 1864 que **Luis Pasteur** (1822-1895), (Figura 1.1.7), científico francés, puso fin a la controversia. Pasteur demostró que hay microorganismos en las partículas de polvo. Decidió poner a prueba la generación espontánea.

Empezó colocando caldo nutritivo en varios matracos. Después calentó los cuellos de algunos de los matracos y les dio la forma del **cuello de un cisne**.

El resto de los matracos tenían los cuellos derechos. Entonces, Pasteur hirvió el caldo de todos los matracos por unos minutos, permitiendo que saliera vapor de los cuellos. Los matracos de cuellos derechos fueron expuestos al aire y sellados después. Los microorganismos crecieron solamente en los matracos con el cuello derecho, mientras que en los caldos nutritivos de los matracos de cuello de cisne no se desarrollaron, sino hasta que se rompieron los cuellos y el caldo nutritivo quedó expuesto al ambiente como en el caso de los matracos de cuellos derechos. Los microorganismos que se encontraban en el ambiente usaron como recurso los caldos nutritivos de dichos matracos, lo que ocasionó, que se desarrollara una gran cantidad de microorganismos.



Figura 1.1.7 Luis Pasteur

✓ **Actividad de Aprendizaje Basado en Problemas**



Instrucción: Analizar el siguiente planteamiento de forma individual y en equipo de cuatro integrantes realizar las fases que se pidan de forma colaborativa.

Planteamiento

Un grupo de amigos del Colegio de Ciencias y Humanidades decidieron festejar a Carlos por su cumpleaños número 17 ;sería una sorpresa! El festejo se planeó para el día miércoles, después de la última clase. Quedaron en reunirse fuera del centro de cómputo que se ubica junto a la cafetería. Valeria acordó llevar globos, Daniel en hacer un cartel, para ello pidió cooperación y comprar el material. Con lo que juntaron alcanzaría para comprar refrescos y botanas. Georgina, que siempre insiste en llevar una dieta saludable, propuso llevar pepinos, zanahorias, manzanas y otras frutas que encontrara en su casa de las compras del fin de semana. Luis llevaría unos *hot cakes* que apilaría y bañaría con cajeta y chispas de chocolate.

Georgina y Valeria llegaron una hora antes el día del cumpleaños, pues en la clase solo harían un examen y, al terminarlo, podían retirarse. Ellas se encargaron de organizar el espacio. Fueron llegando los demás amigos y, finalmente, Carlos, que quedó totalmente emocionado y les agradeció la sorpresa. Cuando empezaron a comer se percataron que había varias mosquitas pequeñas de ojos rojos y blancos alrededor de la comida, se sorprendieron, pero también se interesaron en saber por qué estaban ahí. Algunos comenzaron a bromear y dijeron que se formaron espontáneamente, hubo quien lo afirmó de manera muy segura. Perla comentó que no podía ser posible que se originara algo espontáneamente.

Lo anterior dio lugar a que se plantearan un reto e investigar y demostrar, con argumentos, lo ocurrido.



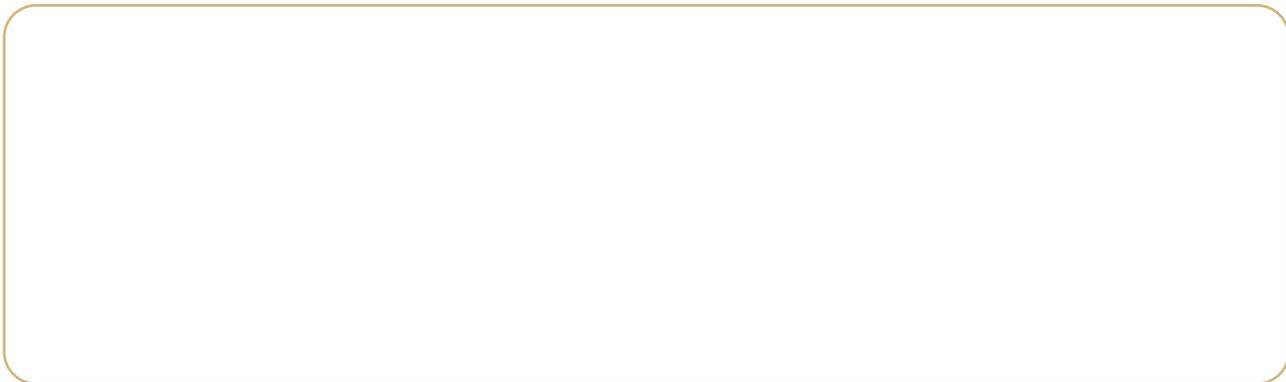
Fase 1. Lluvia de ideas: Escribir de manera individual todos los datos o información relevante descrita en el planteamiento, así como ideas que surjan del mismo.



Fase 2. Problema(s): Determinar de forma colaborativa el problema a solucionar a partir de una o varias preguntas.



Fase 3. Hipótesis: Elaborar de forma colaborativa las posibles respuestas a cada pregunta(s).



Fase 4. Explicación: Realizar una investigación de forma colaborativa para afirmar o negar la(s) hipótesis planteada(s) con base en las fuentes de información.

Fase 5. Fuentes de información: Recopilar las referencias que se utilizaron para argumentar la solución a la situación planteada en formato APA.

Instrumento de evaluación de la actividad de aprendizaje: Lista de punteo

Criterio	Puntaje
Todos los integrantes del equipo colaboraron en la actividad	20
Existió interacción entre el equipo de alumnos con el profesor(a)	20
La lluvia de ideas corresponde a la situación planteada	10
El o los problemas propuestos son planteados de manera adecuada con la situación	10
La o las hipótesis planteadas tienen correspondencia con el problema planteado	10
Las explicaciones son contundentes para dar solución al problema planteado	20
Presenta fuentes de información apegadas al formato APA	10
Total	

✓ **Evaluación**

Instrucción: Resolver de forma individual el siguiente crucigrama y comentar en plenaria las respuestas y la importancia del contexto social y etapa histórica en que surgieron las teorías del origen de la vida.

Horizontales

1. Idea que fundamenta que los sistemas vivos se originaron por un acto divino.
5. Propuso a. C. que la vida surgió de la madera, hojas secas y carne podrida.
6. Propuso en el siglo XVII que los organismos surgieron de una mezcla de ropa interior con sudor y semillas.
7. Demostró que de la materia no viva, como la carne, no se originaba vida.
8. En el siglo XVIII preparó caldos nutritivos a base de carne y vegetales, y observó microorganismos a los pocos días.
12. Factor que permite comprender por qué se obtiene un determinado conocimiento en cierto momento.

Verticales

2. Teoría que explica que los sistemas vivos se originaron de la materia no viviente.
3. Propuso a. C. que la vida se originó de la mezcla de lodo, agua y fuego.
4. Término filosófico formulado a.C. que propone que la vida se originó por la interacción de la materia no viva y una fuerza idónea.
9. En el siglo XVIII preparó caldos nutritivos que selló herméticamente y no se originaron microorganismos.
10. Demostró en el siglo XIX que en las partículas del polvo encontradas en el aire existen microorganismos y son los responsables de crear nuevos organismos.
11. Teoría que explica que un organismo se origina de otro organismo.

Crucigrama: Origen de la vida

Propósito: Al finalizar, el alumno: Identificará los procesos que han favorecido la diversificación de los sistemas biológicos a través del análisis de las teorías que explican su origen y evolución, para que comprenda que la biodiversidad es el resultado del proceso evolutivo.

Tema 1. Origen de los sistemas biológicos

Subtema 1.2. Teoría quimiosintética

Aprendizaje: Identifica que la teoría quimiosintética permite explicar la formación de los precursores de los sistemas biológicos en las fases tempranas de la Tierra.

Teoría quimiosintética

Alexander Ivánovich Oparin (Figura 1.2.1), bioquímico ruso, publicó en 1924 su obra *El origen de la vida*. Argumentó que los primeros compuestos orgánicos se formaron de sustancias inorgánicas. Estos compuestos evolucionaron y dieron origen a la vida. Para ello, propuso que la atmósfera primitiva carecía de oxígeno libre (O_2) y estaba compuesta principalmente de hidrógeno libre (H_2), que le dio un carácter reductor, metano (CH_4) y amoníaco (NH_3) que, al fusionarse, se sintetizaron moléculas orgánicas. Para ello se necesitó de energía que, muy probablemente, provino de la radiación solar en ese entonces por no existir una capa de ozono (O_3) como la actual, lo que permitió que diferentes ondas electromagnéticas emitidas por el Sol penetraran al recién formado planeta Tierra. Otras fuentes de energía que propuso fueron las tormentas eléctricas y las erupciones volcánicas, que en ese momento eran frecuentes y que arrojaron grandes cantidades de vapor de agua. Propone también que frecuentemente los meteoritos se impactaban en la corteza terrestre, dando lugar a cavidades que con el tiempo fueron espacios para formar los mares primitivos cuando el vapor de agua precipitó a causa de un enfriamiento y con ello arrastró componentes de la atmósfera.



Figura 1.2.1 Alexander Ivánovich Oparin

En 1928, el biólogo inglés John Haldane (Figura 1.2.2) publicó un artículo sobre el origen de la vida, en el que coincide con Oparin que los primeros compuestos orgánicos necesarios para la vida se formaron en una atmósfera desprovista de oxígeno libre y compuesta por dióxido de carbono (CO_2), amoníaco (NH_3) y agua (H_2O), que al reaccionar con la energía de los rayos ultravioleta (UV) del Sol se originaron los precursores de la vida que fueron compuestos orgánicos como, carbohidratos y aminoácidos que sintetizaron carbohidratos más complejos y proteínas que se fueron acumulando en los mares primitivos hasta originarse la sopa primigenia.

Con los argumentos de Oparin y Haldane se concibe la teoría quimiosintética, que sostiene que la vida se origina a partir de las reacciones químicas de sustancias inorgánicas, dando lugar a los primeros compuestos orgánicos que dieron continuidad a la evolución biológica.

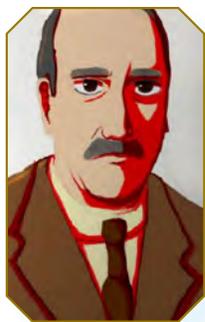


Figura 1.2.2 John Haldane

Las ideas de Oparin y Haldane inspiraron, en 1953, a Harold Urey de la Universidad de Chicago y a su estudiante Stanley Miller a simular en laboratorio la Tierra primitiva. Miller (Figura 1.2.3) diseñó un dispositivo de cristalería en el que representó las condiciones de la Tierra primitiva. Puso agua en un matraz representando el mar primitivo, agregó una fuente de calor que hizo que hirviera para emular la evaporación, este vapor fluía por un tubo al que le suministraron hidrógeno libre (H_2), dióxido de carbono (CO_2), metano (CH_4) y amoníaco (NH_3) para simular la atmósfera primitiva, el vapor con los gases antes mencionados siguió circulando y se requirió de más energía, por lo que adicionaron electrodos que simulan las tormentas eléctricas, provocando reacciones entre los gases existentes que formaron productos y circulaban a través del dispositivo al que le agregaron un condensador (Figura 1.2.4). Los productos que se sintetizaron fueron azúcares, formaldehídos y ácido



Figura 1.2.3 Stanley Miller

cianhídrico que dieron lugar a aminoácidos, fundamentales para la construcción de las proteínas y la vida misma.

El experimento de Miller, asesorado por Urey, fue la base para científicos que posteriormente realizaron diferentes mezclas de los compuestos obtenidos y lograron sintetizar bases nitrogenadas y aminoácidos, que son las unidades fundamentales de ácidos nucleicos DNA y RNA, generando de esta forma nuevas líneas de investigación sobre el origen de la vida.

✓ Actividad de Estudio de Caso Centrado en Descripciones



Instrucción: Analizar el siguiente estudio de caso en equipo de cuatro personas, para ello sigue cada una de las fases.

1. Fase preliminar: Leer el siguiente texto y analizar la situación.

Congreso Internacional: Origen de la Vida.

Cuatro científicos, A. Oparin, John Haldane, Harold Urey y Stanley Miller investigan los orígenes de la vida, ellos tienen conocimiento de que todos los organismos están formados por moléculas, esas moléculas les permiten sobrevivir, ya que les dan estructura a las células que los conforman y también contribuyen a sus diferentes funciones biológicas. Estos científicos han estudiado que los primeros organismos surgieron en ambientes acuáticos, en específico en respiraderos hidrotermales submarinos; sin embargo, están conscientes que los ambientes han cambiado desde que se formó la Tierra hace aproximadamente 4,567 millones de años; por ejemplo, pudo variar la temperatura, la composición de la atmósfera, la composición de la hidrósfera y, por lo tanto, esos ambientes antiguos permitieron el origen de los primeros organismos hace aproximadamente 3,500 millones de años. Estos científicos afirman que la existencia de esos primeros organismos contribuyó a la transformación del ambiente. Dichos científicos fueron convocados a un congreso a nivel internacional del origen de la vida, por lo que tienen que preparar una conferencia magistral sobre los precursores de las moléculas que conforman a los organismos en las fases tempranas de la Tierra y cuál es la teoría que sustentan. Considera que tu equipo son esos cuatro científicos y recopila la información para la conferencia magistral.

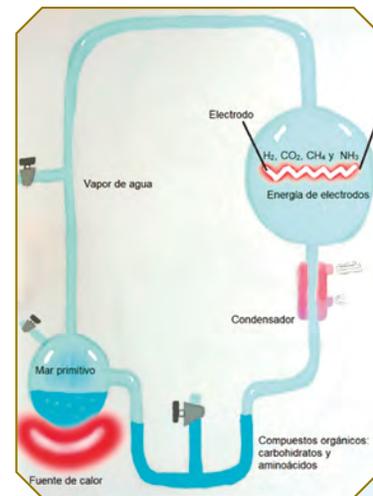
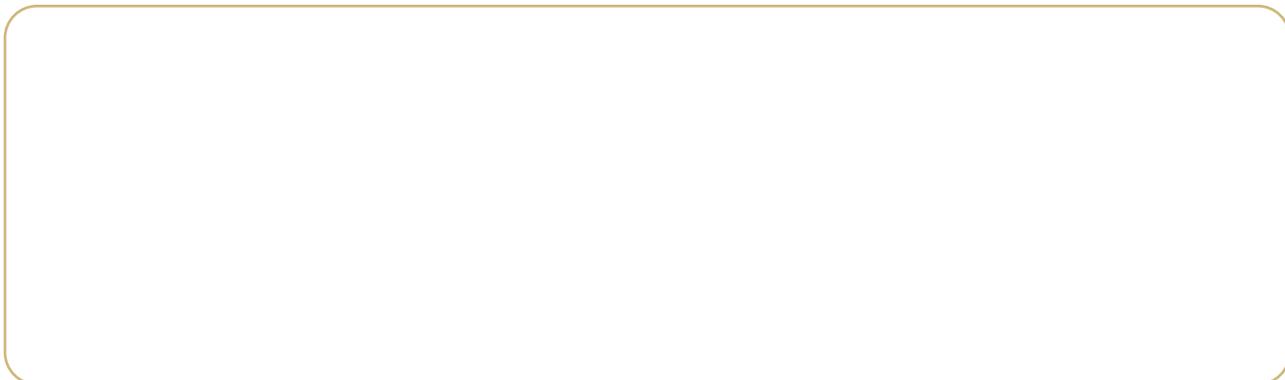


Figura 1.2.4 Experimento de Miller y Urey

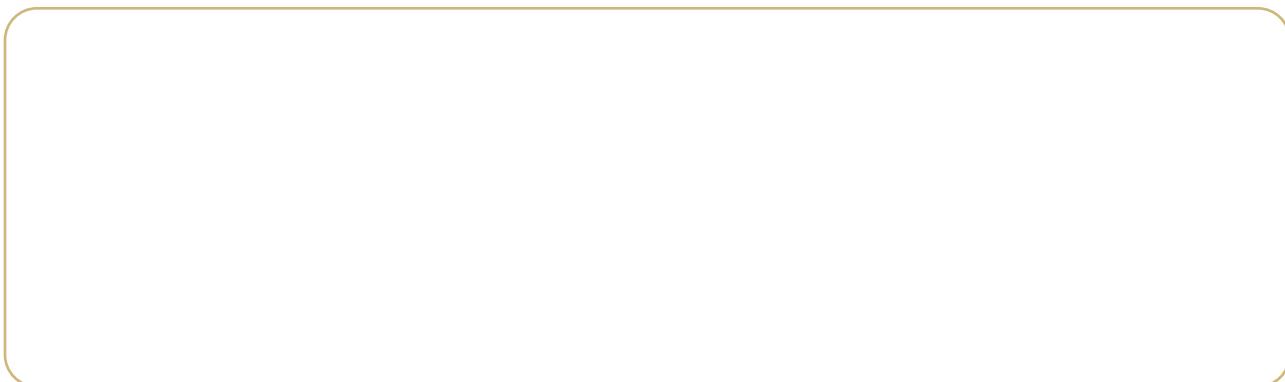
2. Fase de expresión de opiniones: Contestar de forma individual las siguientes preguntas.

1. ¿Cuáles son las moléculas que conforman a los organismos?
2. ¿De qué están compuestas las moléculas que mencionaste en la pregunta anterior?
3. ¿Las moléculas que mencionaste que conforman a los organismos son las mismas desde que surgieron los primeros organismos? Explica.
4. Describe las características de la atmósfera y océanos primitivos.

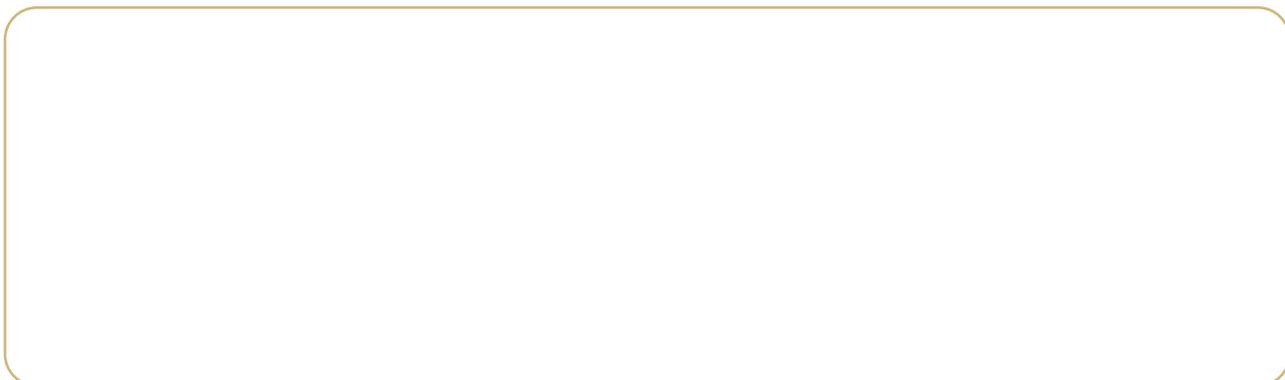
3. Fase de contraste: Contrastar en equipo las opiniones personales y, posteriormente, comentar en plenaria. Las ideas que vayan formulando sobre las respuestas anótenlas en el siguiente espacio.



4. Fase de hipótesis: Con base en las fases anteriores elaborar hipótesis sobre cuáles fueron los precursores de los organismos en las fases tempranas de la Tierra. Presenten las hipótesis en el grupo.



5. Fase de reflexión teórica: En esta fase realizar una investigación con tu equipo en la que desarrollen las ideas planteadas en la fase tres y, por lo tanto, afirmar o refutar la hipótesis.



Idea	Investigación

6. Fase de presentación: En equipo hacer una presentación de la investigación realizada.

Instrumento de evaluación de la actividad de aprendizaje: Lista de punteo

Criterio	Puntaje
Todos los integrantes del equipo realizaron la fase de expresión de opiniones	20
El equipo logró concretar ideas verosímiles en la fase de contraste	20
La hipótesis planteada es acorde al caso presentado	10
Están desarrolladas todas las ideas planteadas en la fase de reflexión teórica	20
La presentación es clara y muestra imágenes correspondientes al contenido expuesto	20
En la presentación se mencionan las fuentes de información con base en el formato APA	10
Total	

✓ Evaluación

Instrucción: De los siguientes cuestionamientos localizar de forma individual las respuestas en la sopa de letras y comentarlas en plenaria.

Sopa de letras Teoría quimiosintética

1. Propone que la atmósfera primitiva estaba compuesta por hidrógeno libre (H₂), metano (CH₄) y amoníaco (NH₃).
2. Propone que la atmósfera primitiva estaba compuesta por dióxido de carbono (CO₂), metano (CH₄) y amoníaco (NH₃).
3. Elemento que le dio carácter reductivo a la atmósfera primitiva, donaba sus átomos para llevar a cabo las reacciones químicas que sintetizaron los primeros compuestos orgánicos.
4. Realizó un dispositivo en el que comprobó que los primeros compuestos orgánicos se formaron a partir de lo abiótico.
5. Molécula precursora de la vida que actualmente proporciona energía inmediata.
6. Esta molécula es un precursor del origen de la vida y fue sintetizada en el experimento de Miller y Urey.
7. Compuesto que permitió la formación de aminoácidos en el experimento de Miller y Urey.

L	D	C	V	F	G	Y	U	Y	D	C	G	H	O
K	C	A	R	B	O	H	I	D	R	A	T	O	S
K	R	R	C	C	M	A	Z	S	O	M	M	O	P
R	O	P	O	P	A	R	I	N	G	I	I	A	H
G	H	K	H	T	Ñ	R	E	F	F	M	L	F	A
L	I	P	I	D	O	G	B	D	T	D	L	N	F
A	A	M	I	N	O	A	C	I	D	O	E	O	N
Z	S	I	N	R	O	C	A	A	K	L	R	X	M
U	H	I	D	U	I	B	S	M	D	F	P	X	B
L	E	I	O	Y	H	A	L	D	A	N	E	B	H
R	H	A	C	E	T	O	N	A	C	E	L	U	L
T	A	L	O	X	I	G	E	N	O	D	C	F	K
A	G	U	A	A	Z	U	C	A	R	V	N	T	A
C	F	O	R	M	A	L	D	E	H	I	D	O	L

Propósito: Al finalizar, el alumno: Identificará los procesos que han favorecido la diversificación de los sistemas biológicos a través del análisis de las teorías que explican su origen y evolución, para que comprenda que la biodiversidad es el resultado del proceso evolutivo.

Tema 1. Origen de los sistemas biológicos

Subtema 1.3. Modelos precelulares

Aprendizaje: Describe los planteamientos que fundamentan el origen evolutivo de los sistemas biológicos como resultado de la química prebiótica y el papel de los ácidos nucleicos.

Evolución química y prebiológica celular

Oparin propuso la existencia de dos fases previas a la formación de la vida: **la evolución química y la evolución prebiológica**. La **evolución química** se daría por el aumento de los niveles de organización de la materia; es decir, la formación de los átomos a las moléculas pequeñas, a las medianas y a las macromoléculas, llamadas también biopolímeros, como los carbohidratos, las proteínas y los aminoácidos. La **evolución prebiológica** implicaría la selección natural de **protobiontes** (pequeñas vesículas microscópicas hechas de muchas moléculas producidas por síntesis abiótica), con capacidad de aumentar de tamaño, dividirse y de transformar sustancias químicas hasta los **eubiontes** (verdaderos organismos).

De acuerdo con Oparin, la atmósfera primitiva carecía de oxígeno libre, pero se encontraban otras sustancias como el hidrógeno, metano y amoníaco que reaccionaron entre sí gracias a la energía de la radiación solar, la actividad eléctrica de la atmósfera y de los volcanes que había en el planeta, dando origen a los primeros sistemas vivos.

Los compuestos y elementos que se encontraban en la Tierra primitiva se fueron acumulando en los mares, la asociación espontánea de estas moléculas pudo deberse a la presencia de cargas positivas con otras cargas negativas o a su polaridad, lo que Oparin llamó: autoensamblaje no específico. Este proceso permitió la formación de vesículas microscópicas que al unirse constituyeron sistemas microscópicos esféricos, delimitados por una membrana que en su interior tenía agua y sustancias disueltas, y fueron llamadas **protobiontes**.

Los **protobiontes** se comportaban como sistemas abiertos; es decir, intercambiaban energía y materia con su entorno. Oparin demostró que en el interior de un **coacervado** ocurren reacciones químicas que dan lugar a la formación de sistemas y que cada vez adquieren mayor complejidad.

Las propiedades y características de los coacervados hacen suponer que los primeros **sistemas precelulares** debieron tener mucha semejanza y poseer propiedades análogas a la de los sistemas vivos; es decir, presentar un tipo de crecimiento, de reproducción, de metabolismo, entre otras. De acuerdo con Oparin y Haldane, algunos **protobiontes** resistieron las condiciones de la Tierra primitiva y otros no; solo los más resistentes subsistieron y aquellos que permanecieron evolucionaron, dando origen a los **eubiontes**, que ya presentaban características que actualmente reconocemos en las células.

Modelos precelulares

La evolución de los **sistemas precelulares** ha sido estudiada a través de diversos experimentos o modelos hipotéticos de laboratorio, compuestos por agregados polimoleculares. Entre los más conocidos se encuentran los siguientes:

Coacervados de Jong y Oparin. Son pequeñas vesículas microscópicas que se forman por la neutralización de dos soluciones coloidales de cargas opuestas de proteínas y polisacáridos, por ejemplo, la proteína gnetina y el polisacárido goma arábiga. Si se usan proteínas enzimáticas y un medio apropiado, entonces el coacervado puede crecer, dividirse y, en cierto sentido, evolucionar, formando coacervados más eficientes para crecer y dividirse.

Vesículas de Goldacre. Resultan de la agitación de un lípido en agua, de modo que las interacciones hidrofóbicas permiten la formación de pequeñas vesículas cuyo contenido puede ser diferente que el de su entorno gracias a la presencia de una bicapa de lípidos (o varias capas).

Microesferas de protenoides de Fox. Resultan del enfriamiento de soluciones de aminoácidos que han sido puestas en ebullición en ciertas condiciones, ya que los aminoácidos reaccionan con el calor formando cadenas más o menos parecidas a las de las proteínas (de ahí su nombre de protenoides) y constituyen pequeñas vesículas parecidas a los coacervados.

Colpoides y sulfobios de Alfonso L. Herrera. Fueron propuestos por el biólogo mexicano más importante de principios del siglo XX. Los **colpoides** remedan el movimiento de células a modo de amibas macroscópicas usando solamente: aceite de oliva, gasolina blanca, hidróxido de sodio y hematoxilina como colorante. Los **sulfobios** se

forman al extender una capa delgada de tiocianato de amonio disuelto en formaldehído sobre un portaobjetos. Los resultados son sorprendentes, pues aparecen estructuras microscópicas que simulan una amplia variedad de microorganismos.

✓ Actividad de Aprendizaje Basado en Problemas



Instrucción: Leer la siguiente situación y en equipos de tres personas establecer lo que se pide en cada fase.

Presentación de la situación

Varios de tus compañeros se han preguntado cuál es el origen evolutivo de los sistemas biológicos como resultado de la química prebiótica y el papel de los ácidos nucleicos. Las principales interrogantes por tratar de responder e investigar entre todos los integrantes del equipo son: cómo y con qué elementos se formaron los primeros modelos precelulares y qué papel juegan los ácidos nucleicos en el origen de la vida.

Fase 1. Lluvia de ideas: Escribir todas las ideas posibles sobre la formación de modelos precelulares y cuál es la relevancia de los ácidos nucleicos en el origen de la vida.

Fase 2. Problema(s): Determinar el problema a solucionar a partir de una o varias preguntas.

Fase 3. Hipótesis: Elaborar las posibles respuestas a cada pregunta(s).



Fase 4. Explicación: Realizar una investigación para afirmar o negar la(s) hipótesis planteada(s) con base en las fuentes de información.



Fase 5. Fuentes de información: Recopilar las referencias que se utilizaron para argumentar la solución a la situación planteada en formato APA.



Instrumento de evaluación de la actividad de aprendizaje
Lista de punteo

Criterio	Puntaje
Todos los integrantes del equipo colaboraron en la actividad	20
Existió interacción entre el equipo de alumnos con el profesor(a)	20
La lluvia de ideas presentadas corresponde a la situación planteada	10
El o los problemas propuestos son planteados de manera adecuada con la situación	10
La o las hipótesis planteadas tienen correspondencia con el problema planteado	10
Las explicaciones o experimento son contundentes para dar solución al problema planteado	20
Presenta fuentes de información apegadas al formato APA	10
Total	

✓ **Evaluación**

Instrucción: Completar de forma individual el siguiente cuadro comparativo.

Modelo	Composición química	Descripción	Propuesto por
Coacervados			
Vesículas			
Microesferas de protenoides			
Colpoides y sulfobios			

Propósito: Al finalizar, el alumno: Identificará los procesos que han favorecido la diversificación de los sistemas biológicos a través del análisis de las teorías que explican su origen y evolución, para que comprenda que la biodiversidad es el resultado del proceso evolutivo.

Tema 1. Origen de los sistemas biológicos

Subtema 1.4. Teoría de la endosimbiosis

Aprendizaje: El alumno reconoce la endosimbiosis como explicación del origen de las células eucariotas.

Endosimbiosis

La **simbiosis** es central en el proceso de evolución de la vida en nuestro planeta.

Existen muchas maneras de clasificar a los seres vivos; sin embargo, la división más importante en la biosfera es la brecha que separa a los procariontes; es decir, organismos cuyo DNA no está encerrado dentro de una membrana nuclear de los llamados eucariontes, que son aquellos cuyas células poseen al menos una membrana nuclear. Las células, ya sean procariontes o eucariontes, son las unidades básicas de la vida.

Simbiosis es un término que acuñó el botánico alemán Anton de Bary en 1873 para referirse, en forma literal, a: “la vida en comunidad de dos organismos diferentes”. La cohabitación por un tiempo prolongado puede producir **simbiogénesis**; es decir, la aparición de nuevos cuerpos, nuevos tejidos, nuevos órganos, nuevas especies. La mayoría de las innovaciones evolutivas fueron y son producto de la simbiogénesis, un término y un concepto propuesto por el biólogo ruso Konstantín Merezhkovski (1855-1921).

La teoría sobre el origen de las células eucariontes involucra el surgimiento previo de diversos tipos de procariontes, seguido de simbiogénesis, incorporación y fusión de distintos tipos de células.

Se tiene evidencia fósil de que la vida se originó en nuestro planeta hace alrededor de 3,800 millones de años en forma de células procariontes. Durante el eón Hadeano se formaron todas las biomoléculas necesarias para las estructuras y funciones de las células vivas. También es posible que estas biomoléculas conformaran los prebiontes o precélulas, que son los sistemas que precedieron a las primeras células vivas o **eubiontes** (BUNAM. CUAIEED, 2019).

Por ello se cree que, en el siguiente eón, el Arqueano, se contaba con lo necesario para que surgieran los primeros sistemas celulares, los cuales presentaban tres características fundamentales para la vida:

- La existencia de una membrana externa que los separa del medio externo.
- Un metabolismo regulado por enzimas.
- La capacidad de transmitir su información contenida en el DNA.

Cuando aparecieron estas primeras células procariontes (eubiontes) requirieron de un aporte continuo de energía para mantenerse, crecer y reproducirse. Para satisfacer sus requerimientos de energía, de acuerdo con esta hipótesis, las células primitivas dependían de los compuestos orgánicos presentes en los mares primitivos para obtener sus moléculas energéticas y estructurales; es decir, se alimentaban de forma **heterótrofa** y eran **anaerobios** puesto que la atmósfera primitiva carecía de oxígeno.

Cuando el suministro de las moléculas energéticas de carbohidratos disminuyó, las células que podían hacer un uso más eficiente de los recursos limitados de energía disponible en los mares fueron aquellas que tuvieron más probabilidad de sobrevivir y reproducirse. Es así como se inició el proceso de la **evolución biológica**.

Hace cerca de 3,200 millones de años aparecieron las primeras bacterias **autótrofas fotosintéticas** (bacterias capaces de autoalimentarse), gracias a los pigmentos que atrapan la luz y a algunos mecanismos metabólicos que evolucionaron en algunas eubacterias, posiblemente por mutaciones en su ADN ocasionadas por la exposición a las radiaciones ultravioleta.

La acumulación de oxígeno en la atmósfera proporcionó, en consecuencia, la presión de selección para el siguiente gran avance evolutivo entre las bacterias, que fue la habilidad de utilizar oxígeno en el metabolismo para liberar la energía de los alimentos (moléculas orgánicas).

Aparecieron, entonces, los **organismos aeróbicos** y con ello, hace aproximadamente 2,400 millones de años, surgieron las primeras bacterias capaces de respirar aeróbicamente.

Como la cantidad de energía que se aprovecha aumenta en gran medida cuando se utiliza oxígeno para metabolizar las moléculas alimenticias, las bacterias aeróbicas tuvieron una ventaja selectiva importante sobre aquellas que rompían o metabolizaban las moléculas energéticas por la vía anaeróbica de la fermentación.



Video de apoyo:
Teoría de la
endosimbiosis

Con la proliferación de las **cianobacterias** autótrofas fotosintéticas, cuyo metabolismo las hacía capaces de liberar oxígeno a la atmósfera, se fue constituyendo con el tiempo la capa de ozono, capaz de filtrar las radiaciones ultravioletas. De esta manera, las bacterias modificaron nuevamente la atmósfera primitiva y se bloqueó la entrada de radiaciones ultravioleta que, a su vez, impidió la posterior formación de moléculas orgánicas en los mares a partir de sustancias inorgánicas (BUNAM. CUAIEED, 2019).

Años después de que se originaron las bacterias primitivas, algunas poblaciones de esas primeras células procariontas se separaron en dos ramas principales. Esta primera divergencia mayor originó en el eón Arqueano dos linajes o ramas de células procariontas. Un linaje dio lugar a las **eubacterias**, mientras que la otra rama originó al ancestro común de las arqueobacterias y de las células eucarióticas.

Con base en lo anterior, durante el último tercio del siglo XX, Lynn Margulis propuso la teoría de la endosimbiosis, que consiste en explicar:

La generación de estos linajes dio lugar a estructuras y diversos compartimientos en las células, que se cree se dieron por endosimbiosis; es decir, por la asociación biológica en la que dos o más organismos diferentes, que viven en el interior uno de otro, obtienen beneficios mutuos como resultado de su coexistencia.

Existen evidencias que sustentan la teoría de la endosimbiosis:

El microorganismo *Cyanophora paradoxa* alberga en su célula estructuras fotosintéticas -semejantes a cianobacterias esféricas-, y comparte con las células hospedadoras algunas de sus moléculas de alimento producidas por fotosíntesis.

Se cree que algunos procariontas fotosintéticos (cianobacterias) fueron ingeridos por células eucarióticas depredadoras y aerobias (pero no fotosintéticas), de mayor tamaño, las cuales tampoco pudieron digerir a su presa, con lo que las cianobacterias sobrevivieron en su nuevo hospedador, pasando a formar parte de las células depredadoras. La idea es que se pudieron haber convertido en los precursores de los cloroplastos, con lo que habrían dado origen a nuevas células eucarióticas fotosintéticas (autótrofas).

Las mitocondrias son organelos que contienen su propio DNA, que es una sola molécula circular, semejante al DNA de las bacterias. Además, solo otras mitocondrias generan a las mitocondrias, que se dividen dentro de la célula.

El origen de cilios, flagelos y centriolos se pudo haber dado a partir de la simbiosis entre algunas células eucarióticas primitivas y bacterias móviles del tipo espirilo (bacterias espiroquetas) de vida libre. El descubrimiento de que los centriolos poseen una pequeña cantidad de DNA apoya esta hipótesis, porque se ha interpretado que ese DNA sería una parte del que originalmente poseía la bacteria simbiótica.

El origen del núcleo es más difícil de comprender. Una hipótesis es que, al igual que muchos otros organelos eucarióticos, el núcleo surgió como resultado de la endosimbiosis. En este caso, la bacteria simbiote tomó el control de la célula procarionta hospedadora que la capturó. Otra posibilidad es que la membrana plasmática de la bacteria se invaginó, rodeando el ADN, lo que habría creado la envoltura nuclear. Además, los pliegues pudieron haber producido el retículo endoplásmico, que es la continuación de la envoltura nuclear.

La teoría de la simbiosis es central en el proceso de la evolución de la vida en nuestro planeta gracias a los resultados de la biología molecular, la genética y la microscopía.

Como ya se mencionó, actualmente se acepta la teoría endosimbiótica o endosimbiosis seriada presentada por Lynn Margulis en 1967, que supone que las mitocondrias y los cloroplastos evolucionaron a partir de bacterias que fueron fagocitadas por una célula eucariótica ancestral.

Margulis lo describe de la siguiente forma:

Después de que evolucionara la mitosis en los protistas nadadores, otro tipo de microorganismo de vida libre fue incorporado a la fusión: una bacteria que respiraba oxígeno. Surgieron células todavía más grandes, más complejas. El triplemente complejo respirador de oxígeno (amante del calor y del ácido, nadador y respirador de oxígeno) se volvió capaz de engullir alimento en forma de partículas. Estas células con núcleo, seres complejos y asombrosos que nadaban y respiraban oxígeno, aparecieron por primera vez sobre la Tierra quizá tan pronto como hace unos 2,000 millones de años. Esta segunda fusión, en la que el anaerobio nadador adquirió un respirador de oxígeno, condujo a células con tres componentes cada vez más preparadas para soportar los niveles de dióxido de carbono libre que se acumulaba en el aire. Juntos, el delicado nadador, la arqueobacteria tolerante al calor y al ácido y el respirador de oxígeno formaban ahora un único y prolífico individuo que produjo nubes de prole.

En la adquisición final de la serie generadora de células complejas, los respiradores de oxígeno engulleron, ingirieron, pero no pudieron digerir bacterias fotosintéticas de color verde brillante. La incorporación literal tuvo lugar tras una gran lucha en la que las bacterias verdes no digeridas sobrevivieron y la fusión completa prevaleció. Con el tiempo las bacterias verdes se convirtieron en cloroplastos. Como cuarto miembro, estos productivos amantes del Sol se integraron con los demás socios anteriormente independientes. Esta fusión final dio lugar a las algas verdes nadadoras. Estas antiguas algas verdes no solo son los ancestros de las células vegetales actuales; todos sus componentes individuales todavía están vivos y en buena forma, nadando, fermentando y respirando oxígeno.

✓ **Actividad de Estudio de Caso por Planteamiento de Hipótesis**



Instrucción: Revisar la información del recuadro anterior de forma individual y en equipo de tres integrantes realizar lo que se pide en cada fase.

Fase 1. Formular una hipótesis relacionada con la teoría de endosimbiosis y el origen de las células eucariotas.

Fase 2. Representación. Realizar lo siguiente:

Elabora un modelo tridimensional que represente a la célula procariota (no tolerante al oxígeno), célula procariota tolerante al oxígeno, bacteria fotosintética, con estos modelos construirás una célula eucariote tolerante al oxígeno y fotosintética, en el que se observen los tres eventos más importantes que contribuyeron al origen de la célula eucariota.

Necesitarás los siguientes materiales:

- 3 bufandas (una para cada integrante)
- Tijeras, pegamento, cartulina o cartón, estambre, colores o plumones (de preferencia utiliza materiales reciclados)
- Para elaborar dicho modelo, cada alumno no utilizará alguno de los siguientes sentidos: vista, voz y manos.

Fase 3. Responder de forma individual los siguientes cuestionamientos.

¿Qué sentiste al no utilizar alguno de tus sentidos?

¿Cuál consideras que fue el objetivo de trabajar en esta modalidad?

Narra tu experiencia / sentir al observar y tocar el producto elaborado con tus compañeros de equipo.

¿Qué relación encuentras entre esta actividad y el proceso de endosimbiosis que propone Lynn Margulis para explicar el origen de la célula eucariota?

Fase 4. Comprobación de hipótesis: Utilizando la información proporcionada en el texto y la experiencia recabada en la representación explicar detalladamente si la hipótesis planteada se cumple o no.

Fase 5. Redactar las conclusiones.

Instrumento de evaluación de la actividad de aprendizaje
Lista de punteo

Criterio	Puntaje
Todos los integrantes del equipo colaboraron en la actividad	20
Existió interacción entre el equipo de alumnos con el profesor(a)	20
La hipótesis planteada corresponde a la situación planteada	10
Las representaciones de los modelos son los indicados	10
Responden las preguntas planteadas	10
Se comprueba la hipótesis	10
Las conclusiones son contundentes	10
Presenta fuentes de información apegadas al formato APA	10
Total	

✓ Evaluación

Instrucción: Colocar, de forma individual, en el paréntesis, el número que corresponda para ordenar la secuencia de eventos que pudieron originar a las bacterias aeróbicas.

- () Aparecieron los organismos aeróbicos y con ello, hace aproximadamente 2,400 millones de años, surgieron las primeras bacterias capaces de respirar aeróbicamente.
- () Las células que podían hacer un uso más eficiente de los recursos limitados de energía disponible en los mares fueron aquellas que tuvieron más probabilidad de sobrevivir y reproducirse.
- () La acumulación de oxígeno en la atmósfera proporcionó la presión de selección.
- () Las primeras células procariotas (eubiontes) dependían de los compuestos orgánicos presentes en los mares primitivos.
- () Las bacterias modificaron nuevamente la atmósfera primitiva y se bloqueó la entrada de radiaciones ultravioleta.
- () Así se canaliza el poder destructivo del oxígeno a través de la respiración, que es una vía aeróbica para generar energía.
- () Aparecieron las primeras bacterias autótrofas gracias a los pigmentos que atrapan la luz y posiblemente por mutaciones en su ADN, ocasionadas por la exposición a las radiaciones ultravioleta.

Propósito: Al finalizar, el alumno: Identificará los procesos que han favorecido la diversificación de los sistemas biológicos a través del análisis de las teorías que explican su origen y evolución, para que comprenda que la biodiversidad es el resultado del proceso evolutivo.

Tema 2. Evolución biológica

Subtema 2.1. Evolución

Aprendizaje: Identifica el concepto de Evolución biológica.

Evolución biológica

Te preguntarán ¿qué es evolución? Se escucha en los medios de comunicación, en la televisión, Internet, publicidad y, por su puesto, en la materia de biología.

Las bases de la evolución se presentaron en el libro de *El origen de las especies* que fue escrito en 1859 por el naturalista inglés Charles Darwin. A más de 160 años de haberse publicado, aún están vigentes en la teoría moderna de la evolución, también conocida como neodarwinismo.

La **evolución** es un proceso de cambio a través del tiempo (millones de años) y para esto es necesario que estos cambios (mutaciones en el DNA) se hereden a las siguientes generaciones.

Para explicar cómo evolucionan las diferentes especies, Darwin postuló que las especies evolucionan por selección natural, presentando pruebas como el registro fósil, la anatomía comparada, las evidencias geológicas y, con el paso del tiempo y las nuevas investigaciones científicas, se sumó la explicación genética con las leyes de Mendel. La versión actual de la teoría es la síntesis moderna. A la selección natural se suma la explicación genética de la herencia que atribuye a las mutaciones como la fuente de variabilidad en los seres vivos. El resultado de esto fueron cuatro procesos responsables de los cambios evolutivos: **selección natural, mutaciones, deriva génica y migración.**



Video de apoyo:
Evolución

✓ Actividad de Aprendizaje Basado en Problemas



Instrucción: Analizar el siguiente planteamiento de forma individual y en equipo de tres integrantes realizar las fases que se pidan de forma colaborativa.

Planteamiento

David, estudiante de bachillerato, de 16 años, tiene gusto por los alacranes, colecciona algunos que encuentra en el jardín de su casa, pero también ha visto algunos cerca de donde vive, en el Bosque de los Remedios, donde todas las mañanas va a caminar y observa a los animales que pasan a su lado: perros, aves, lagartijas, arañas, pero su pasión son los alacranes y ha decidido investigar cuál es su origen, de dónde vienen, quiénes son sus ancestros. Lo que despertó más su curiosidad fue cuando descubrió entre la fruta que compró en La Merced, un alacrán “güero”, algo que en su jardín nunca ha visto. Los alacranes que tiene en su colección son negros.

Entonces, se puso a buscar información en Internet y en libros, comparó esquemas, descubrió que son muy parecidos, pero que los alacranes negros no son venenosos, encontró que los “güeros” vivían en el norte del país, en Durango, y que los de su casa sí pican, pero no matan como los alacranes de Durango.

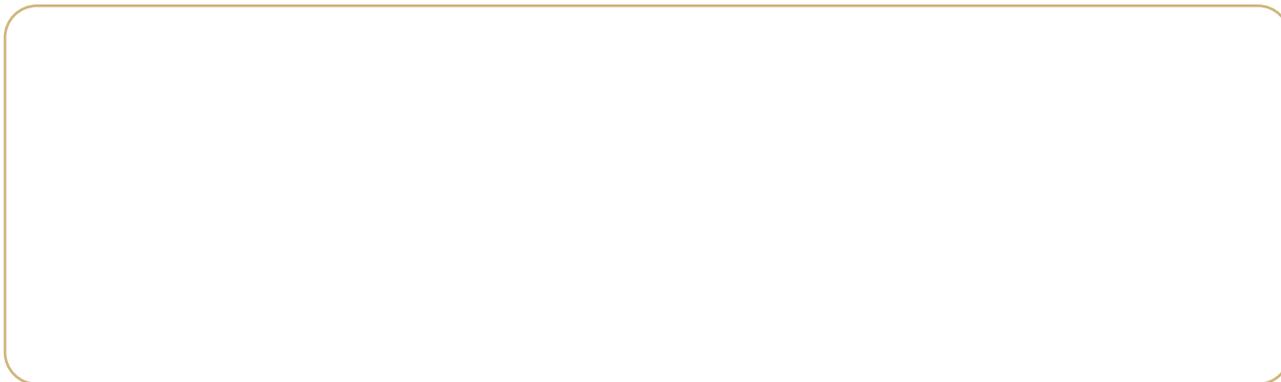
Descubrió que los alacranes (arácnida) son parientes de las cacerolitas de mar (xifosura), y se preguntó cómo era posible si no se parecen en nada. Supo que estos dos tienen un ancestro común, muy antiguo: los Chelicerata. Estos pertenecen al grupo de los artrópodos que son invertebrados, con simetría bilateral, cuerpo segmentado y recubierto por una cutícula dura que es su exoesqueleto, con patas articuladas. Siendo los insectos la clase más numerosa dentro de los artrópodos, saber tantos detalles le apasionó más para seguir investigando.

David conoció más de los artrópodos y poco a poco tenía más dudas y leía más cosas. Descubrió que el ancestro común de estos ha sufrido cambios morfológicos y genéticos, los cuales dieron lugar a organismos diferentes a la especie original a través de varias generaciones, y que todos los artrópodos estaban emparentados, como todos los seres vivos en la Tierra (ancestro común). Quedó más sorprendido cuando supo que México cuenta con 289 de las 1,500 especies registradas en el mundo.

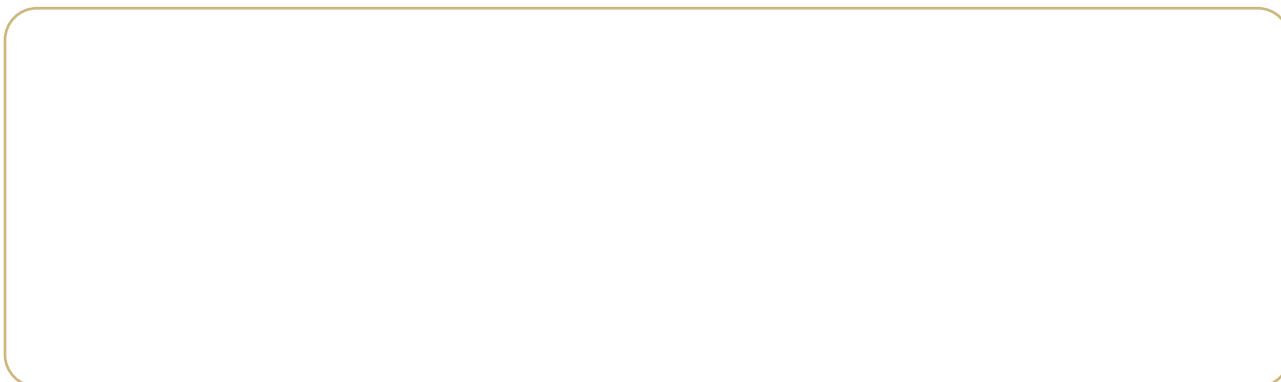
La evolución es un proceso de cambio (mutaciones genéticas) a través del tiempo (millones de años), pero esto no significa la transformación de un individuo de una especie en otra. Son cambios o modificaciones continuas que se dan en las poblaciones de individuos.

David, al descubrir tanta variedad de organismos, conoció muchos más artrópodos y supo que México ocupa el primer lugar en picaduras de alacranes, por tanto, decidió estudiar biología y especializarse en ellos. A partir de la situación planteada desarrolla las fases para investigar la evolución de los alacranes.

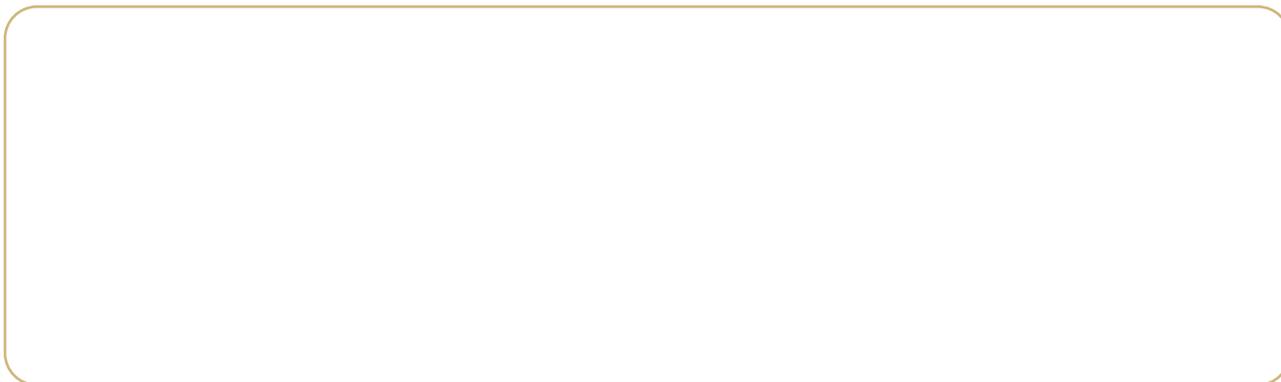
Fase 1. Lluvia de ideas: Escribir de manera individual todos los datos o información relevante descrita en el planteamiento, así como las ideas que surjan del mismo.



Fase 2. Problema(s): Determinar de forma colaborativa el problema a solucionar a partir de una o varias preguntas.



Fase 3. Hipótesis: Elaborar de forma colaborativa las posibles respuestas a cada pregunta(s).



Fase 4. Explicación: Realizar una investigación de forma colaborativa para afirmar o negar la(s) hipótesis planteada(s) con base en las fuentes de información.

Fase 5. Fuentes de información: Recopilar las referencias que se utilizaron para argumentar la solución a la situación planteada en formato APA.

Instrumento de evaluación de la actividad de aprendizaje

Lista de punteo

Criterio	Puntaje
Participaron de manera integrada los compañeros de equipo	20
Existió interacción entre el equipo de alumnos y el profesor(a)	20
La lluvia de ideas presentadas corresponde a la situación planteada	10
El o los problemas propuestos son planteados de manera adecuada con la situación	10
La o las hipótesis planteadas tienen correspondencia con el problema planteado	10
Las explicaciones están fundamentadas con información de fuentes confiables para dar solución al problema planteado	20
Presenta fuentes de información apegadas al formato APA	10
Total	

✓ **Evaluación**

Instrucción: Contestar de forma individual las siguientes preguntas.

1. ¿Qué entiendes por evolución?
2. ¿Qué es evolución biológica?
3. ¿Cómo se han diversificado las especies?
4. Enlista los componentes de la teoría neodarwinista
5. ¿Cuál es el ancestro común de los alacranes?
6. ¿Por qué hay diferentes tipos de alacranes?

Instrucción: Resolver de forma individual la siguiente sopa de letras

Especie Biológica

N B P Í I S O D O P Ó R T R A O
 Ú Á U Á C H E L I C E R A T A D
 M W I G S Í N M X H Á O Á P Ó E
 O T E O R I A M O D E R N A Ü R
 C P Y Ü W P N H É É Z M Ó A É I
 O Ó O R F N Z Q O G N A R U D V
 R F A I S Ó T I N S E C T O S A
 T D Ñ N Ó I C A R G I M C B I G
 S T I Ó E C N Á R C A L A R I É
 E I B I I U T Y Y S P Q E W F N
 C E X C C L H O J O Ó T C Á U I
 N M R A E O U É O K A H Í U Y C
 A P É T P V Ú Q J L A Ü Q E Ñ A
 Z O H U S E É P I I H N Á Ñ N N
 J T S M E Ú Ó B A D M B V Ü É A
 C A Í G O L O I B Ñ I M T A S P

- | | |
|-------------------|--------------------|
| 1. Darwin | 9. derivagénica |
| 2. Durango | 10. especie |
| 3. alacrán | 11. evolución |
| 4. ancestro común | 12. insectos |
| 5. artrópodos | 13. migración |
| 6. bilateria | 14. mutación |
| 7. biología | 15. teoría moderna |
| 8. chelicerata | 16. tiempo |

Propósito: Al finalizar, el alumno: Identificará los procesos que han favorecido la diversificación de los sistemas biológicos a través del análisis de las teorías que explican su origen y evolución, para que comprenda que la biodiversidad es el resultado del proceso evolutivo.

Tema 2. Evolución biológica

Subtema 2.2. Aportaciones de las teorías del pensamiento evolutivo

Aprendizaje: Reconoce las aportaciones de las teorías de Lamarck, Darwin-Wallace y Sintética al desarrollo del pensamiento evolutivo.

Teorías evolutivas

La evolución de los organismos siempre ha sido un tema de conversación, nos preguntamos por qué se extinguieron los dinosaurios, por qué hace millones de años las plantas y animales eran tan grandes, por qué existen las bacterias y los virus, y por qué en la actualidad no son los mismos organismos que en el pasado.

Para explicar y comprender a la biología y cómo hemos llegado a la diversidad biológica actual se requiere un auténtico entendimiento de la evolución para así poder explicar y comprender más de nosotros y de todos los demás organismos.

La evolución es el elemento integrador de la biología, permitiéndonos explicar características, procesos y mecanismos de los seres vivos debido a que son sistemas en constante cambio. A continuación, se presentan aportaciones que contribuyen al pensamiento evolutivo.

Lamarck

A finales del siglo XVIII, Lamarck (Figura 2.2.1) estudió colecciones de moluscos del Museo de París, ahí observó la existencia de series filéticas desde formas presentes hasta estratos del terciario. Lamarck concluyó que los organismos se han transformado gradual y lentamente, con tendencia al aumento de su complejidad, esto debido a la respuesta de los organismos a los cambios en las condiciones ambientales.

Para explicar las transformaciones de los organismos, Lamarck consideró dos principios: 1) Uso y desuso. El uso de los órganos hace que se desarrollen y el desuso los debilita. 2) Las características adquiridas durante la vida de un individuo podían ser heredadas. Actualmente sabemos que las variaciones en los individuos solo pueden ser heredadas si son debidas al cambio en el DNA que es transmitido a la siguiente generación.

La aportación más contundente de Lamarck y que actualmente se considera como influencia para que cierta información genética se exprese es que los organismos interactúan con su ambiente y se adaptan a él.

Charles Darwin y Alfred Russel Wallace

Darwin es creador en colaboración con Alfred Russel Wallace (Figura 2.2.2) de la teoría de la selección natural. Wallace jugó un papel fundamental en el descubrimiento de la evolución y también sentó los cimientos de nuestra comprensión sobre cómo las islas influyen en el mundo natural. Gran coleccionador de insectos, este gusto lo llevó a recorrer el mundo. Viajó al Amazonas, sus bosques gigantes prometían un abanico de nuevas especies que le garantizarían un lugar en el mapa científico. Después de cuatro años, Wallace partió de regreso a casa.

En 1854, a los 31 años, emprendió otra aventura, esta vez en el archipiélago malayo. Se mudó a Singapur y desde ahí viajó a diferentes islas de la región. Ocho años de observación lo llevaron a algunas conclusiones.

Una influencia importante para Wallace fue el geólogo Charles Lyell, quien argumentó que la Tierra había cambiado con el tiempo, tomando su forma por lentos procesos, como la creación de las montañas, pero también llevó la discusión un paso más allá y sugirió que la vida cambia con el tiempo. Explicó que una especie solo se transforma en otra si está luchando por sobrevivir.

Wallace le envió sus ideas al naturalista inglés Charles Darwin (Figura 2.2.3) con quien intercambié varias cartas.



Figura 2.2.1 Lamarck



Figura 2.2.2 Alfred Russel Wallace

Darwin, quien había estado trabajando durante 20 años en su propia teoría de la selección natural, no había publicado sus ideas por miedo a que fueran rechazadas.

Darwin era nieto de Erasmus Darwin, notable científico que estudió en Edimburgo. En 1831 embarcó como naturalista en la expedición científica a bordo del *Beagle*. Tardó casi 20 años en acabar el libro *El origen de las especies por selección natural*, puesto a la venta en 1859. Constituyó una verdadera revolución científica.

Viaje en el Beagle

En 1831 fue nombrado naturalista a bordo del barco *Beagle* en un viaje que duró cinco años por ambas costas de Sudamérica, Galápagos, Tahití, Nueva Zelanda, Australia, Tasmania, isla de Keeling, Mauricio, Brasil y las Azores. Obtuvo el puesto gracias a las gestiones de su profesor de botánica en Cambridge, el reverendo John Stevens Henslow.

Darwin definió la evolución como “descendencia con modificación”. La idea de que las especies cambian a lo largo del tiempo y dan origen a nuevas especies y compartan un ancestro común.



Figura 2.2.3 Charles Darwin

Teoría sintética

La teoría sintética o teoría moderna de la evolución se desarrolló con el trabajo de varios investigadores: George G. Simpson, paleontólogo especialista en mamíferos, Ernst Mayr, biólogo evolucionista, Theodosius Dobzhansky, genetista.

Teoría publicada en 1940, donde se integra la teoría de la evolución por selección natural de Darwin, los principios de la herencia mendeliana, la paleontología y la genética de poblaciones.

✓ **Actividad de Aprendizaje por Estudio de Caso**



Instrucción: Analizar en equipo de tres personas el caso y desarrollar un cartel.

Caso

La opinión actual es que los perros domésticos son descendientes de los lobos. Hallazgos arqueológicos parecen confirmar que hace más de 14,000 años que se domesticaron los perros; ahora existen perros para la defensa personal, cacería, carreras, compañía, para tirar trineos, guiar personas, pero ¿cómo es que hay gran variedad de perros? ¿Cómo explicarías la teoría de la selección natural para las diferentes razas de perros?

1. Agrúpate con dos o tres compañeros de clase e intercambia tus ideas. ¿A qué conclusión han llegado?
2. Realiza un cartel donde expliques el origen de la gran variedad de perros y si intervino o no la selección natural.

**Instrumento de evaluación de la actividad de aprendizaje
Lista de punteo**

Criterio	Puntaje
Todos los integrantes participan en la investigación	20
La explicación de la variedad de distintos perros es adecuada	20
El cartel es claro en cuanto a información	10
El cartel es claro en cuanto a imágenes	10
El cartel explica la influencia de la selección natural en la variedad de perros	20
La exposición del cartel es clara	10
En la presentación se mencionan las fuentes de información con base al formato APA	10
Total	

✓ Evaluación

Instrucción: Anotar de manera individual las aportaciones de cada teoría en el siguiente cuadro comparativo.

	Lamarck	Darwin-Wallace	Teoría Sintética
Aportación			

Propósito: Al finalizar, el alumno: Identificará los procesos que han favorecido la diversificación de los sistemas biológicos a través del análisis de las teorías que explican su origen y evolución, para que comprenda que la biodiversidad es el resultado del proceso evolutivo.

Tema 2. Evolución biológica

Subtema 2.3 Escala de tiempo geológico

Aprendizaje: Relaciona los eventos más significativos en la historia de la vida de la Tierra con la escala del tiempo geológico.

Eventos significativos en la historia de vida

El planeta Tierra es muy antiguo, su edad promedio estimada es de 4,567 millones de años. Pero, ¿cómo se determinó su edad y se conoció su evolución? Debido al estudio que los geólogos han hecho de los **estratos rocosos**, que son capas que presentan las rocas sedimentarias, y los **fósiles**, que son restos de un organismo o la evidencia de su existencia, a partir de los cuales se ha determinado no solo su antigüedad, sino las condiciones climáticas, la evolución de las formas de vida, la distribución de los continentes y océanos, así como importantes indicios sobre las relaciones entre los organismos desaparecidos y los vivientes, y la relación que estos han tenido y tienen con el medio ambiente.

Comprender una historia de miles de millones de años es complicado, por ello se ha desarrollado **la escala de tiempo geológico**, que es una representación de los eventos que han sucedido en la historia natural de la Tierra (Souza, 2014). Se diseñó con el objetivo de entender cómo fueron cambiando las condiciones en la Tierra y qué consecuencias tuvieron estos cambios en la biosfera.

La importancia de la escala del tiempo geológico radica principalmente en que brinda información necesaria para saber el proceso evolutivo y los acontecimientos en que se desenvuelve la corteza terrestre.

La escala de tiempo geológico se ha dividido en distintas unidades denominadas divisiones geocronológicas, las cuales son: **eones, eras, períodos, épocas, edades y zonas**. Cada una de estas divisiones está sustentada en evidencias estratigráficas, radioactivas y en el registro fósil.

Estratigráficas: Considera la posición de los estratos y el contenido fósil, lo cual da una idea del momento en que se depositó cada estrato. La capa más reciente se encuentra en la parte superior, mientras la más antigua está en la base del depósito.

Radioactivas: Utiliza la lenta desintegración de los elementos radioactivos para conocer la edad de la roca que contiene a dicho elemento, además sirve como indicio de las condiciones ambientales del pasado de la Tierra. Los elementos radioactivos tienen la particularidad de ir perdiendo su energía radiactiva con un ritmo fijo que dará



**Video de apoyo:
Escala de tiempo
geológico**

origen a la formación del plomo. Así, el uranio 238 pierde la mitad de su radioactividad en un tiempo de 4,360 millones de años, que es más o menos la edad de la Tierra.

Registro fósil: Se basa en los restos de animales y plantas que se encuentran en los estratos, donde cada organismo o grupos de organismos son representativos de una época determinada en la historia de la Tierra.

Es con base en los estudios geológicos y paleontológicos que sabemos acerca de la historia de la vida en la Tierra. Muchos procesos geológicos ocurren tan lentamente que los instrumentos que usamos los humanos cotidianamente para medir el tiempo (relojes, calendarios) no son apropiados. Por esta razón los geólogos han ido desarrollando una escala de tiempo basada en eventos geológicos globales, que se utiliza como marco de referencia temporal en la geología.

Eones: Un eón es la unidad mayor de medición del tiempo geológico. En la evolución de nuestro planeta se distinguen cuatro eones:

Hadeano: Que abarca desde hace 4,567 a 3,800 millones de años. Existe poca información de este período, ya que no hay registro de rocas tan antiguas. Los estudios realizados por astrónomos, paleontólogos, biólogos y geólogos permiten tener un panorama general de sus condiciones durante este lapso de tiempo. Durante los primeros 700 millones de años la Tierra era una masa extremadamente caliente (Solomon *et al.*, 2014; Oram, 2008; Souza *et al.*, 2014). Poco a poco, al enfriarse el magma, algunos minerales se fueron cristalizando y formando la litósfera, una delgada envoltura sólida, agrietada y rota en placas, que desde entonces recubre el planeta. La superficie, entre sólida y viscosa, incandescente, estaba plagada de cráteres y de chimeneas volcánicas de las que emanaban, desde el interior de la Tierra, sustancias volátiles. Algunos de los gases arrojados, como el hidrógeno, eran muy ligeros y se escapaban al espacio. A partir de los gases más pesados que la gravedad mantuvo pegados al planeta se fue formando la atmósfera primitiva (Solomon *et al.*, 2014; Oram, 2008).

Arqueano: Que abarca de 3,800 millones a 2,500 millones de años. El evento más trascendental durante este eón fue el origen de la vida. Se caracteriza por tener muy poco oxígeno. Las rocas continentales que contenían hierro en forma de óxido ferroso absorbían más oxígeno de la atmósfera y en una reacción de oxidación lo convertían en óxido férrico. Entre los 3,500 y 2,700 millones de años aparecieron las cianobacterias en las aguas someras de los primitivos continentes, lo que cambió la atmósfera de la Tierra (Solomon *et al.*, 2014; Oram, 2008). Las cianobacterias son un tipo de bacterias que contienen clorofila y pigmentos fotosintéticos que utilizan para captar la energía de la luz solar y sintetizar azúcares. Las cianobacterias producen oxígeno a partir del dióxido de carbono y del agua, usando la luz solar como energía. Estos organismos han sido los principales creadores de oxígeno. Excreciones rocosas fósiles de este tipo, huella de la antigua actividad de las cianobacterias, se han conservado desde el Arqueano hasta nuestros días en diversas partes del mundo y aún hoy se forman en algunas zonas de Australia, Bahamas, México y otros sitios.

Proterozoico: Desde hace 2,500 millones a 570 millones de años. El término Proterozoico significa “vida primordial”. De este eón han quedado rocas sedimentarias bien conservadas y fósiles en mejor estado que los del eón anterior, lo que ha permitido a los geólogos dividir el Proterozoico en tres eras: Paleoproterozoico, Mesoproterozoico y Neoproterozoico, y así analizar las principales características físicas del ambiente y su interacción con los organismos, como la formación del continente Rodinia y de la atmósfera oxidante, así como las causas de las glaciaciones. Al inicio de este eón se produce un aumento espectacular de la superficie ocupada por la corteza continental. Del principio de este eón quedan abundantes fósiles de bacterias, en especial de cianobacterias constructoras de estromatolitos (Solomon *et al.*, 2014; Oram, 2008). Por medio de la fotosíntesis, estos organismos contribuyeron a cambiar la composición de la atmósfera primitiva, rica en dióxido de carbono, por otra semejante a la actual, rica en oxígeno y, por tanto, oxidante. Entre los eventos relevantes de este eón se sabe que:

En los mares someros y en las fuentes hidrotermales se desarrollaba la vida.

Había abundancia y declinación de los estromatolitos.

Se dio una atmósfera oxidante por el aumento de bacterias fotosintéticas que originó el incremento de oxígeno atmosférico.

Organismos fotosintéticos eran recicladores del carbono, básico en los procesos atmosféricos, climatológicos y biológicos.

La abundancia de oxígeno y la radiación solar propiciaron la formación de la capa de ozono, fundamental para el desarrollo de los organismos.

Se dio una alternancia de clima extremadamente frío y cálido.

Hace 1,400 millones de años aparecen las células eucariontes, después su diversificación condujo primero a dos grandes ramas de procariotas: una de las llamadas eubacterias y la otra del ancestro común de las arqueobacterias y las células eucarióticas. Más adelante, los ancestros divergieron en estas dos nuevas ramas que comenzaron a seguir caminos separados. Con el origen de la célula eucariota surgió la reproducción sexual y la posibilidad de

intercambio genético que, a partir de ese momento, acelerará el ritmo de la evolución biológica. Hacia el final del eón surgen los primeros organismos pluricelulares.

Recapitemos la historia de la vida desde el origen de los eubiontes hasta su primera gran diversificación en tres grupos, abarca los intervalos de tiempo geológico que se extienden a lo largo de dos eones muy amplios: el Arqueano o Arcaico y el Proterozoico.

Es muy probable que durante el eón Hadeano, en las condiciones que aparentemente predominaron en la Tierra primitiva, se hayan formado todas las biomoléculas necesarias para las estructuras y funciones de las células vivas. También es posible que estas biomoléculas conformaran los protobiontes o precélulas, que son los sistemas que precedieron a las primeras células vivas o eubiontes. Por ello se cree que, en el siguiente eón, que es el Arqueano, se contaba con lo necesario para que los primeros sistemas celulares vivos presentaran tres características que son fundamentales para la vida:

La existencia de una membrana externa que los separa del medio externo.

Un metabolismo regulado por enzimas.

La capacidad de autorreplicar y transmitir su información contenida en el DNA.

Es común encontrar que los tres primeros eones se agrupan con el nombre de tiempo **Precámbrico**.

Fanerozoico: Que se extiende desde hace 570 millones de años hasta la actualidad. En este eón surgió la mayor diversidad de organismos. El ambiente durante este eón sufrió grandes transformaciones, como movimiento de las placas tectónicas, cambios climáticos y la distribución de los océanos, cuya interacción puede tener efectos benéficos o dañinos. La configuración de los continentes se modificó significativamente durante el Fanerozoico. La reconstrucción geológica y biológica del Fanerozoico ha sido más fácil. Esto se debe a que las rocas son más modernas y se encuentran mejor conservadas, así como la aparición de animales con partes duras que se fosilizaron bien. Estas son herramientas fundamentales para los geólogos en el estudio de la historia de Tierra. Este eón se distingue por la aparición de abundantes fósiles con esqueleto mineralizado y de pistas fósiles características. Es el eón más importante desde el punto de vista de la vida, ya que esta se extendió por toda la Tierra, diversificando y aumentando su número en un proceso de evolución que aún continúa (Solomon *et al.*, 2014; Oram, 2008; Souza *et al.*, 2014). Para su comprensión, este eón está dividido en tres eras: **Paleozoica, Mesozoica y Cenozoica**.

Era Paleozoica: Abarca desde los 540 a los 250 millones de años, los organismos multicelulares alcanzaron una gran diversidad; aparecieron las plantas y los hongos terrestres, todos los grandes grupos de invertebrados, también surgieron vertebrados, peces, anfibios y reptiles.

Era Mesozoica: Abarca desde los 250 a los 65 millones de años, se originaron las aves y los mamíferos, pero los vertebrados dominantes fueron los reptiles. En esta era surgieron y se extinguieron los dinosaurios. En este período hay un primer registro fósil de las plantas con flor, mismas que evolucionaron más tarde, en forma conjunta, con los animales polinizadores, como las mariposas, abejas y ciertos pájaros. El fin de esta era lo marcó un proceso de extinción masiva.

Era Cenozoica: Abarca desde los 65 millones de años a la actualidad, en esta era los mamíferos alcanzaron su cúspide evolutiva, logrando una gran diversidad y colonizando casi todos los ecosistemas del planeta. Entre los eventos biológicos más significativos está, sin duda, la aparición de los primates, dentro de los que se encuentra el ser humano. Los fósiles más antiguos que se pueden identificar como homínidos provienen de África. Tienen una antigüedad entre 6 y 4 millones de años. Los homínidos evolucionaron a partir de primates que vivieron desde el Eoceno hasta el Mioceno tardío. Los fósiles proveen información que ha permitido reconstruir el contexto donde vivieron para entender la evolución del linaje humano. En años recientes, los paleoantropólogos de distintos países se han dedicado a excavar en diferentes sitios en África. Como muchas de estas excavaciones, los descubrimientos realizados en ellas son muy recientes, las evaluaciones acerca de su lugar en la evolución humana todavía están por descubrirse y las conclusiones derivadas son hipotéticas; sin embargo, una cosa se sabe con certeza: los miembros más antiguos del linaje humano se han encontrado en África. Mucho tiempo después sus descendientes se dispersaron del continente africano a otras áreas del mundo.

Los cambios evolutivos más importantes que se observan desde los primeros homínidos, que incluyen al hombre habilidoso, erguido y moderno (hombre actual) se relacionan con modificaciones en ciertas características del esqueleto y del cráneo, y tienen que ver con la habilidad del *Homo sapiens* para mantenerse erecto y caminar en dos patas.

Debemos considerar que el ser humano solo es una rama, la más corta, del árbol que resume la historia de la vida en el planeta y en ningún sentido somos la cumbre de la evolución.

✓ **Actividad de Aprendizaje Basado en Problemas**



Instrucción: Analizar el siguiente planteamiento de forma individual y en equipo de cuatro integrantes realizar las fases que se pidan de forma colaborativa.

Planteamiento

La profesora de Biología de una escuela les pide a sus alumnos de nivel bachillerato que busquen noticias sobre eventos geológicos o biológicos que han impactado en la historia evolutiva de la Tierra.

Los estudiantes llevaron al aula algunas noticias encontradas en distintos medios de comunicación; sin embargo, dos de ellas, por errores de impresión, no estaban completas y no se sabía a qué hacían referencia. Las noticias son:

A) Son arrecifes microbianos formados por la actividad de las cianobacterias o algas verdeazuladas, las cuales son bacterias capaces de realizar la fotosíntesis. Hace alrededor de 2.5 mil millones de años estas estructuras cubrían todas las aguas poco profundas del océano, bombeando oxígeno. Esto conduciría a algunos de los cambios más profundos en la historia de la Tierra.

En última instancia, el planeta tendría una atmósfera rica en oxígeno, pero antes de que eso pudiera suceder algo se interpuso en el camino. Hace 2,500 millones de años estas rocas se formaron en las profundidades del mar y tienen la clave de lo que sucedió con el oxígeno que brota de los estromatolitos. En ese entonces, los mares eran ricos en hierro que se disolvía en el agua.

Así que cuando los niveles de oxígeno comenzaron a subir en el océano desde los estromatolitos, se mezcló y reaccionó con el hierro, básicamente se oxidó. Y es este óxido el que se asienta en el fondo del océano. Fue esta reacción la que impidió que el oxígeno saliera del océano. Las capas de óxido se depositaron en todo el mundo y finalmente se convirtieron en mares de mineral de hierro.

A medida que el hierro se oxidaba y este material se asentaba en el fondo del océano, capa tras capa comenzaron a levantarse y terminaron con enormes espesores de roca. Exactamente lo que estamos viendo hoy. El hierro de los océanos se había oxidado. No quedaba nada para que el oxígeno reaccionara, así que ahora solo había un lugar al que podía ir el oxígeno. Dejó los océanos y llenó la atmósfera.

Ningún evento ha sido más importante para la historia de la vida en el planeta. Lo primero que hizo el oxígeno fue darle al planeta un escudo protector vital. A medida que el oxígeno ascendía a través de la atmósfera hacia la estratósfera formaba una capa: La capa de ozono.

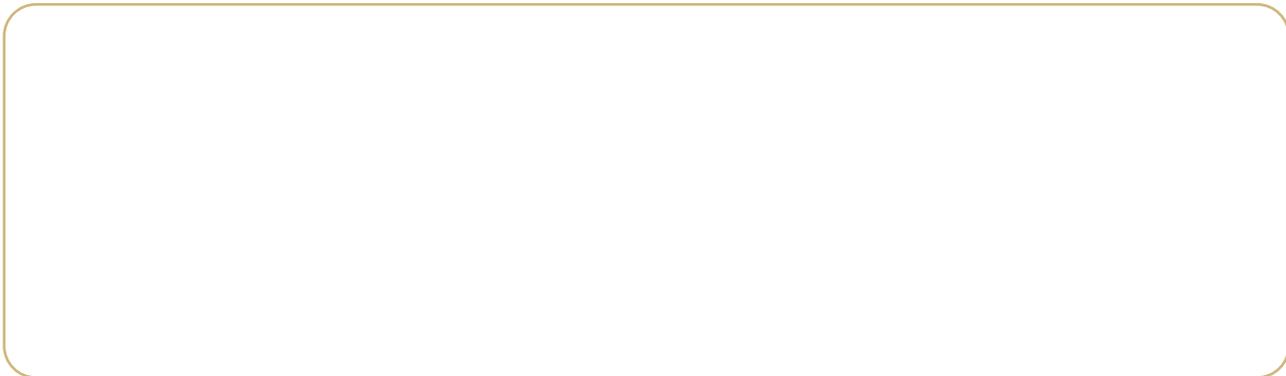
B) Al inicio del Proterozoico, los pequeños continentes estuvieron más o menos unidos y no fue sino hasta hace 1,100 millones de años que se juntaron para formar un bloque único, el supercontinente llamado Rodinia. La tierra firme se concentraba en el norte y el océano ocupaba una gran superficie. La corteza terrestre tuvo un notable desarrollo y sufrió continuas transformaciones, rocas más jóvenes cubrían a las antiguas. El paisaje probablemente era de color rojo oxidado, como resultado de las formaciones bandeadas de hierro que se extendían en las rocas de esta antigüedad, al igual que durante el Arqueano. Estas formaciones constituyeron importantes depósitos de hierro y son huella de la acción del intemperismo químico en la corteza terrestre. Cuando el oxígeno se incrementó hace aproximadamente 2,000 millones de años, las formaciones bandeadas con bajas concentraciones de hierro oxidado pocas veces se volvieron a formar. Las altamente oxidadas conformaron estructuras ricas en hierro fuertemente oxidados.

Fase 1. Lluvia de ideas: Escribir de manera individual todos los datos o información real de cada noticia.

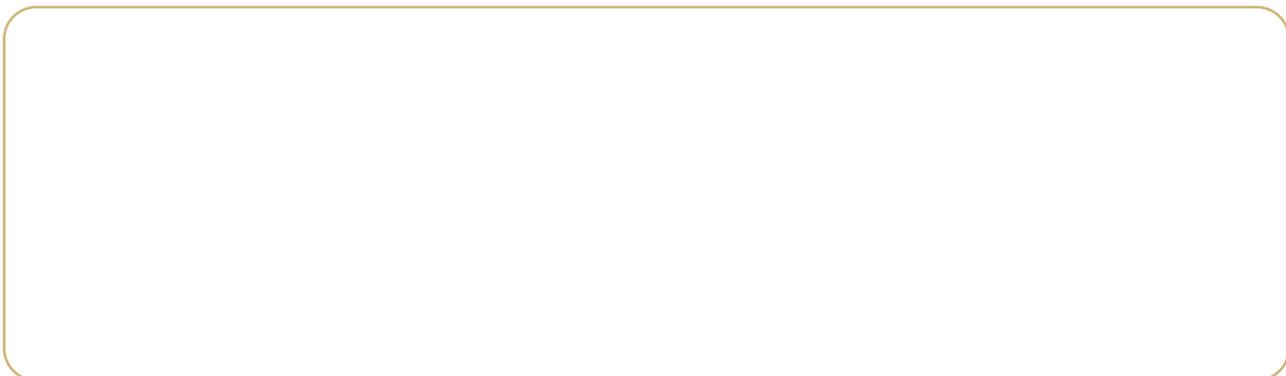
Fase 2. Problema(s): Determinar de forma colaborativa el problema a solucionar a partir de una o varias preguntas de cada noticia.



Fase 3. Hipótesis: Elaborar de forma colaborativa las posibles respuestas a cada pregunta(s).



Fase 4. Explicación: Realizar una investigación de forma colaborativa para afirmar o negar la(s) hipótesis planteada(s) con base en las fuentes de información.



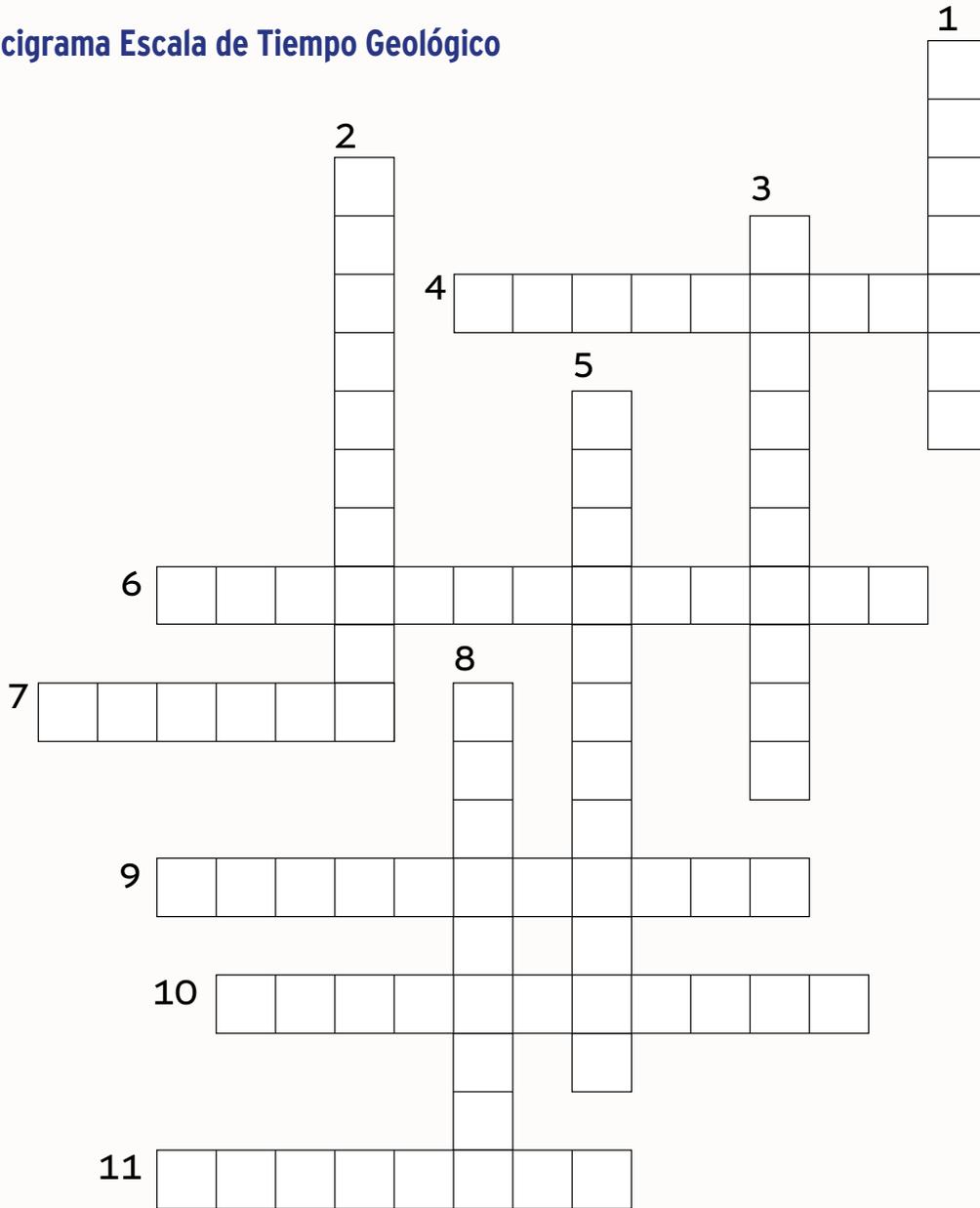
Fase 5. Fuentes de información: Recopilar las referencias que se utilizaron para argumentar la solución a la situación planteada en formato APA.

Fase 6. Presentación: En equipo realizarán una presentación digital o infografía de la investigación, para confirmar la información de ambas noticias.

Instrumento de evaluación
Lista de punteo

Criterio	Puntaje
Todos los integrantes del equipo aportaron ideas en la fase dos	20
El equipo propone hipótesis verosímiles	20
Las hipótesis planteadas son congruentes al caso presentado y a los planteamientos dados	10
Realizan una investigación que proporciona argumentos sólidos a sus hipótesis	20
La presentación de su investigación es didáctica, tiene adecuada estructura gramatical y muestra imágenes correspondientes al contenido presentado y del estudio de caso	20
En la presentación se mencionan las fuentes de información con base al formato APA	10
Total	

Crucigrama Escala de Tiempo Geológico



✓ Evaluación

Instrucción: De forma individual resuelve el siguiente crucigrama.

Horizontales

4. Era en la que aparece el hombre.
6. Tipo de rocas que han permitido conocer la historia geológica de la Tierra.
7. Continente en el que se han encontrado los fósiles más antiguos del hombre.
9. Surge la diversidad de organismos.
10. Evidencia que utiliza la lenta desintegración de los elementos para conocer la edad de la roca.
11. Las cianobacterias aparecen cambiando la atmósfera de la Tierra.

Verticales

1. Éon en que la Tierra era una masa extremadamente caliente.
2. Era en que organismos multicelulares alcanzan gran diversidad.
3. Son conocidos como los fósiles más antiguos del hombre.
5. Aumento importante de la corteza continental.
8. Era en la que aparecen las plantas con flor.

Propósito: Al finalizar, el alumno: Identificará los procesos que han favorecido la diversificación de los sistemas biológicos a través del análisis de las teorías que explican su origen y evolución, para que comprenda que la biodiversidad es el resultado del proceso evolutivo.

Tema 2. Evolución biológica

Subtema 2.4. Evidencias de la evolución

Aprendizaje: Aprecia las evidencias paleontológicas, anatómicas, moleculares y biogeográficas que apoyan las ideas evolucionistas.

Evidencias de la evolución

Hoy en día es muy común escuchar la palabra evolución; de hecho, es una teoría científica aceptada debido a que, a lo largo de su estudio, a través de muchos años, más de 200, se han encontrado pruebas paleontológicas, como los fósiles, anatomía animal comparada, embriología, genética, bioquímicas, biogeográficas.

Los **fósiles** nos ofrecen evidencias del cambio evolutivo a través del tiempo, son restos de especies ancestrales de las especies que ahora conoces; por ejemplo, de las ballenas, jirafas, elefantes, caballos, moluscos y de otros que ya no existen en la actualidad porque se extinguieron, como los dinosaurios o los ancestros de las aves (*Archaeopteryx*). Así como los fósiles nos brindan la historia de los antepasados también es imprescindible tener información actual de los organismos que habitan la Tierra y esta se obtiene de la anatomía animal comparada. La comparación de los cuerpos de los organismos de diferentes especies nos muestra semejanzas que solo se pueden entender a partir de ancestros compartidos y las diferencias nos permiten ver los cambios evolutivos en la descendencia de un ancestro común. Durante muchos años los biólogos han encontrado y estudiado las semejanzas y diferencias **anatómicas** y **embriológicas**, pero ahora con el avance de la tecnología se pueden realizar **estudios bioquímicos** y **genéticos de las secuencias de DNA**, obteniendo resultados sorprendentes del parentesco entre especies y del proceso evolutivo.

Otra herramienta importante es la **biogeografía** al analizar la distribución actual de las especies de hongos, plantas y animales en la Tierra. Se ha podido comprobar que su presencia en los diferentes continentes no es uniforme a pesar de que existan hábitats similares.

✓ Actividad de Aprendizaje Basado en Problemas



Instrucción: Analizar el siguiente planteamiento de forma individual y en equipo de cuatro integrantes realizar las fases que se pidan de forma colaborativa.

Planteamiento

Soy Anita, estudiante, de 16 años, curso el cuarto semestre en el CCH y llevo la materia de Biología II; en realidad, nunca me ha llamado mucho la atención, pero debo cursarla si quiero salir del bachillerato, en fin. Estamos viendo el tema de la evolución biológica y me empieza a interesar porque encuentro respuestas a mis dudas, como, por ejemplo: nosotros (mis amigos) de dónde venimos, los *Homo sapiens*, por qué hace mucho tiempo existían los dinosaurios y ahora ya no están, o los tiburones por qué han vivido tanto tiempo, qué han hecho estos animalitos para continuar entre nosotros. A todo esto, en la clase de Biología mi maestra Elizabeth nos dejó ir al Museo de Geología de la UNAM, que se encuentra en la colonia Santa María la Ribera, y nos pidió varias cosas, yo diría que muchas: primero, que fuéramos en equipo o con nuestros padres, claro que me entusiasma más ir con mis amigos; nos recomendó no andar o ir solos, y bueno, ir con los compañeros es más divertido. Al llegar al museo, antes de entrar, nos pidió que observáramos el kiosco morisco y preguntáramos su origen y toda su historia, de ahí pasaríamos al museo y pediríamos que un guía nos diera el recorrido por todas las instalaciones, resaltando que debíamos tomar nota y fotos de las evidencias paleontológicas, anatómicas y biogeográficas que sustentan la evolución. Lo bueno es que primero la maestra nos explicó qué significaba cada uno de estos términos. Yo investigué un poco para no ir “en blanco”. Bueno, en realidad pensé que íbamos a salir rápido porque siempre he tenido la idea de que los museos son aburridos. ¿Y cuál fue mi sorpresa? Que se nos fue todo el día muy rápido. Fue muy interesante saber y conocer, sobre todo ver que sí existen pruebas materiales, tangibles, de organismos que ya se extinguieron, pero que sí existieron. Que nosotros, los humanos, podemos conocer a nuestros

ancestros. Vi la historia evolutiva de los tiburones, de las aves, el lugar donde habitaban, geográficamente dónde vivían estos organismos. ¡Todo esto es genial!

Al entrar al museo con mis compañeros de equipo, Raúl, Alma, Yuleni y Pablo, nos recibieron un joven y una chica un poco más grandes que nosotros, como de 20 años, bueno, algo así. Lo primero que nos explicaron fue lo que estudia la paleontología: Es la disciplina encargada de buscar, interpretar y clasificar el registro fósil. Por cierto, frente a nosotros, en la mera entrada, estaba un esqueleto grandísimo de dinosaurio, que nos sorprendió.

Los chavos nos explicaron que los hallazgos paleontológicos apoyan el proceso evolutivo y han permitido reconstruir series filogenéticas. Yo pregunté: ¿Qué es eso de series filogenéticas? Y me explicaron que son el resultado del estudio evolutivo de cierta especie, reconstruyen el proceso evolutivo de un organismo, rastreando los cambios graduales de una especie desde sus antepasados primitivos hasta su forma actual.

Enseguida pasamos a las pruebas genéticas. En la sala había carteles muy grandes que explicaban que todos los seres vivos compartimos las moléculas hereditarias, que son el DNA y RNA, y están formados por la misma estructura, aplicando un código genético de cuatro nucleótidos que es universal: guanina, citosina, timina, adenina y uracilo, solo para el RNA. (Lo bueno es que esto ya lo habíamos visto en Biología I).

La explicación de estas semejanzas es que los organismos provienen de un ancestro común y se deduce que existen relaciones evolutivas entre todos ellos.

Al pasar a la sala de biogeografía hay unos mapas grandotes, del tamaño de la pared, y algunos juegos electrónicos para poder ver las regiones o los países donde vive cada especie. Ahí vimos la distribución actual, en tiempo y espacio, de las especies de plantas y animales en nuestro planeta, como, por ejemplo, dónde viven los koalas en Australia; conocimos el fósil de un pequeño reptil llamado *Mesosaurus*, que se encontró en dos zonas geográficas diferentes, separadas por el océano Atlántico: Brasil y África del Sur.

Continuando con el recorrido, también pudimos ver que hay más pruebas que sustentan la evolución: la anatomía animal comparada, embriología comparada y la bioquímica comparada.

Ya como a las 5 de la tarde se terminó la visita porque a esa hora cierran el museo. En verdad se me hizo corto el tiempo. Al salir fuimos a comer taquitos en frente. ¡Fue un día maravilloso! Bueno, ahora tenemos que identificar con precisión las evidencias evolutivas que existen y, en específico, del *Homo sapiens*.

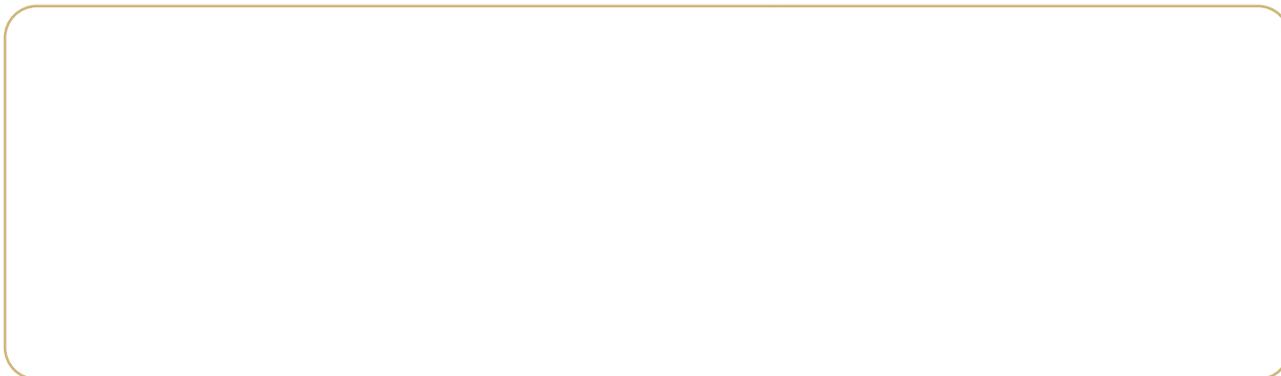
Fase 1. Lluvia de ideas: Escribir de manera individual todos los datos o información relevante descrita en el planteamiento, así como las ideas que surjan del mismo.

Fase 2. Problema(s): Determinar de forma colaborativa el problema a solucionar a partir de una o varias preguntas.

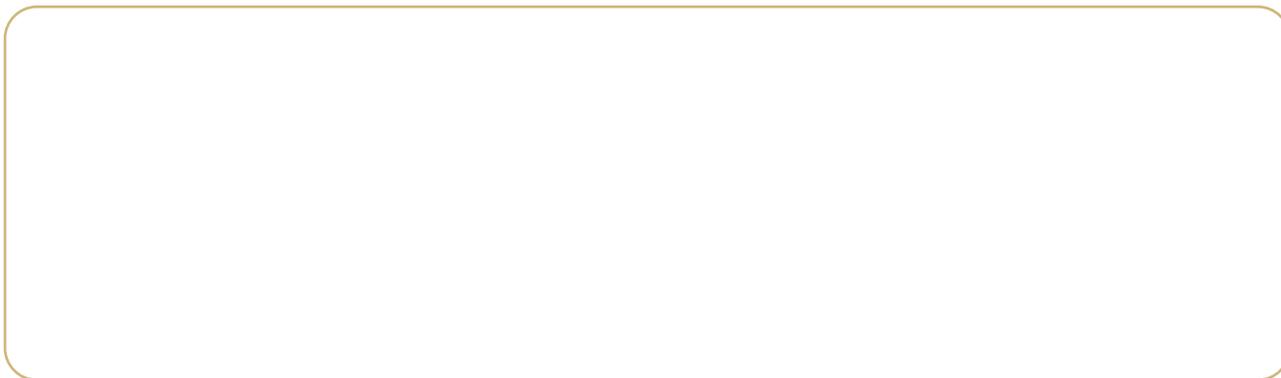
Fase 3. Hipótesis: Elaborar de forma colaborativa las posibles respuestas a cada pregunta(s).



Fase 4. Explicación: Realizar una investigación de forma colaborativa para afirmar o negar la(s) hipótesis planteada(s) con base en las fuentes de información, como libros, Internet y portal del CCH.



Fase 5. Fuentes de información: Recopilar las referencias que se utilizaron para argumentar la solución a la situación planteada en formato APA.



Instrumento de evaluación de la actividad de aprendizaje.
Lista de punteo

Criterio	Puntaje
Todos los integrantes del equipo colaboraron en la actividad	20
Existió interacción entre el equipo de alumnos con el profesor(a)	20
La lluvia de ideas corresponde a la situación planteada	10
El o los problemas propuestos son planteados de manera adecuada con la situación	10
La o las hipótesis planteadas tienen correspondencia con el problema planteado	10
Las explicaciones son contundentes para dar solución al problema planteado	20
Presenta fuentes de información apegadas al formato APA	10
Total	

✓ **Evaluación**

Instrucción: Contestar de forma individual las siguientes preguntas.

1. ¿A qué se dedica la paleontología?
2. ¿Cómo definirías la biogeografía?
3. ¿Cuáles son las pruebas genéticas que existen para sustentar la evolución?

Propósito: Al finalizar, el alumno: Identificará los procesos que han favorecido la diversificación de los sistemas biológicos a través del análisis de las teorías que explican su origen y evolución, para que comprenda que la biodiversidad es el resultado del proceso evolutivo.

Tema 2. Evolución biológica

Subtema 2.5. Especie biológica

Aprendizaje: Identifica el concepto de especie biológica y su importancia en la comprensión de la diversidad biológica.

Las apariencias engañan

A través de la historia se han agrupado a las especies de diferentes maneras, una de ellas es por su parecido físico, lo que ves; por sus formas y rasgos, por ejemplo: los felinos.

En latín, la palabra **especie** significa “tipo de organismo”. De manera sencilla se puede entender que las especies son las distintas clases de seres vivos. Como se consideraba inicialmente en el tiempo de Linneo, tomaban en cuenta las características morfológicas. Actualmente, la especie es la unidad primordial en la diversidad, evolución, taxonomía y en la conservación de la biodiversidad y, por lo tanto, un concepto fundamental en la biología.

Ernst Mayr, biólogo evolucionista, planteó que una especie biológica es un grupo de poblaciones naturales cuyos integrantes son capaces de cruzarse entre sí y tener descendencia fértil; por lo tanto, se basa en la capacidad reproductiva entre individuos de una población, por lo que los individuos de una especie no se pueden reproducir con los de otra especie. Cuando la cruce sucede, lo relevante es la recombinación genética entre los padres, y resultado de ello es que su descendencia presentará diversidad a nivel de genes, aun siendo de la misma especie.

Es importante mencionar que existen diferentes definiciones de especie, como el taxonómico, evolutivo y ecológico. En cuanto al concepto de especie taxonómico, se distingue a partir del criterio morfológico. En la práctica es el más utilizado y se basa en la observación, principalmente para la clasificación biológica. En lo que respecta al concepto evolutivo de especie, se enfatiza principalmente que todos los organismos pasados y presentes pertenecen a una especie ancestro descendiente. El concepto ecológico de especie se define como un linaje que ocupa una zona adaptativa de otro linaje de su rango.

✓ Actividad de Aprendizaje Basado en Problemas



Instrucción: Analizar el siguiente planteamiento de forma individual y en equipo de cuatro integrantes realizar las fases que se pidan de forma colaborativa.

Planteamiento

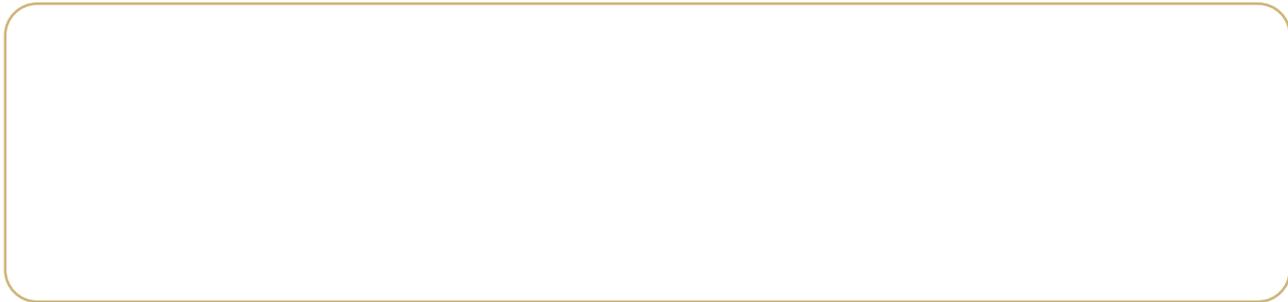
Rocío es una estudiante del CCH, a ella le fascina leer sobre la cultura maya. En una búsqueda de información encontró que en esta cultura afirmaban que los dioses crearon todas las cosas en la Tierra con barro y maíz. A cada cosa le encomendaron un trabajo, pero al terminar de crearlos se dieron cuenta que no tenían a nadie encargado de llevar sus deseos y pensamientos del corazón de un lugar a otro. Por lo tanto, tomaron una piedra de jade de gran color verde brillante y tallaron una flecha pequeña, delgada, ligera, le soplaron y le dieron vida y la pequeña flecha salió volando. Los dioses le llamaron x' ts' unu' um', mejor conocido como colibríes, que fueron muy apreciados, ya que los consideraban mensajeros de los dioses por su gran agilidad para volar. Eran muy rápidos, ligeros y llevaban mensajes a la persona deseada. Su corazón alcanza hasta 1,200 latidos por minuto y sus alas se baten 90 veces por minuto. Es la única ave que puede volar hacia atrás y se suspende en el aire.

De lo anterior, por usos y costumbres de la población, se cree que para atraer al ser amado debe uno llevar entre su ropa un colibrí disecado, lo que ha provocado la depredación de estas aves para el comercio ilegal y la ha puesto en peligro de extinción, sin tomar en cuenta que esta ave debe ser protegida por su importancia ecológica, ya que tiene función de polinizador. Rocío, preocupada por esta situación, se interesó en realizar un estudio sobre los colibríes, además de que se integraría perfectamente a una investigación para su asignatura de biología en la que su profesor les pidió seleccionaran un organismo que realmente les interesara estudiar e investigar su número de especies y cuáles son las posibles causas de ese número. Para ello, se tenían que seguir las siguientes fases.

Fase 1. Lluvia de ideas: Escribir de manera individual todos los datos o información relevante descrita en el planteamiento, así como las ideas que surjan del mismo.



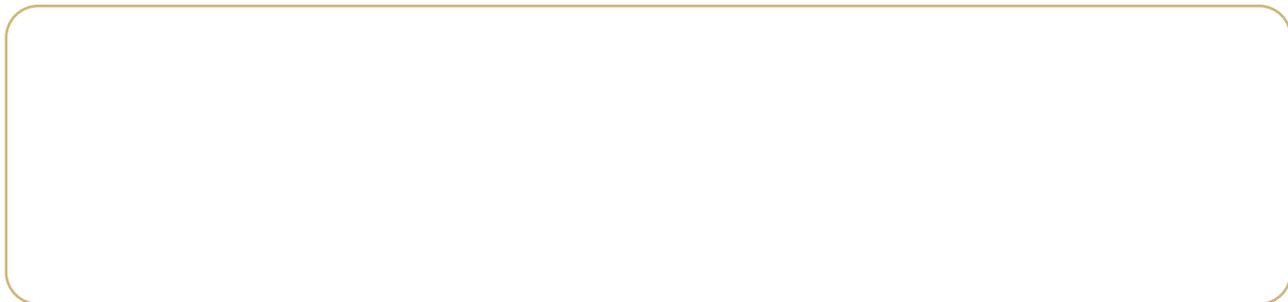
Fase 2. Problema(s): Determinar de forma colaborativa el problema a solucionar a partir de una o varias preguntas.



Fase 3. Hipótesis: Elaborar de forma colaborativa las posibles respuestas a cada pregunta(s).



Fase 4. Explicación: Realizar una investigación de forma colaborativa para afirmar o negar la(s) hipótesis planteada(s) con base en las fuentes de información.



Fase 5. Fuentes de información: Recopilar las referencias que se utilizaron para argumentar la solución a la situación planteada en formato APA.

Instrumento de evaluación de la actividad de aprendizaje
Lista de punteo

Criterio	Puntaje
Todos los integrantes del equipo colaboraron en la actividad	20
Existió interacción entre el equipo de alumnos con el profesor(a)	20
La lluvia de ideas presentadas corresponde a la situación planteada	10
El o los problemas propuestos son planteados de manera adecuada con la situación	10
La o las hipótesis planteadas tienen correspondencia con el problema planteado	10
Las explicaciones son contundentes para dar solución al problema planteado	20
Presenta fuentes de información apegadas al formato APA	10
Total	

✓ **Evaluación**

Instrucción: Completar de forma individual el siguiente cuadro comparativo. notar definición o, en su caso, sí o no.

Concepto de especie				
	Biológico	Taxonómico	Evolutivo	Ecológico
Definición				
Se basa en el éxito reproductivo				
Se basa en las características morfológicas				
Se basa en un ancestro				
Se basa en una zona adaptativa				

Propósito: Al finalizar, el alumno: Identificará los procesos que han favorecido la diversificación de los sistemas biológicos a través del análisis de las teorías que explican su origen y evolución, para que comprenda que la biodiversidad es el resultado del proceso evolutivo.

Tema 3. Diversidad de los sistemas biológicos
Subtema 3.1 Características generales de los dominios y reinos

Aprendizaje: Conoce los criterios utilizados para clasificar a los sistemas biológicos en cinco reinos y tres dominios.

Reinos y dominios

Los esfuerzos para clasificar a los organismos iniciaron alrededor del siglo IV a. C., desde entonces han cambiado los criterios para clasificarlos en reinos y dominios (Tabla 3.1.1). El griego **Aristóteles** dividió a los organismos en dos reinos: **Plantae** y **Animalia**, y a estos últimos en voladores y terrestres. Esta clasificación se mantuvo hasta mediados del siglo XIX. Con el desarrollo del microscopio se observó una infinidad de nuevos organismos; sin embargo, se dificultaba asignarlos al reino Plantae o Animalia, fue entonces que **Ernst Haeckel**, biólogo alemán, en 1866, propuso el reino de los **Protistas**, incluyó bacterias y otros microorganismos que se observaban en el microscopio.

En 1937, **Édouard Chatton** propuso una nueva clasificación para los organismos, asignó el término **procariotas** para aquellos organismos que no tenían núcleo, y **eucariotas** para describir a todos los demás organismos que presentaban núcleo y organelos membranosos.

En 1969, con los avances en microscopía electrónica y técnicas bioquímicas, aportaron nueva información que dieron cuenta de más diferencias a nivel celular de los organismos, por lo que **Robert Whittaker** clasificó a los organismos en cinco reinos: **Plantae**, **Animalia**, **Protista**, **Monera** y **Fungi**, en este último reino asignó a los hongos, debido a su forma de obtener nutrientes del ambiente.

En la década de 1970, **Carl Woese** y sus colegas estudiaron las relaciones evolutivas entre los organismos procariotas, analizaron las secuencias de ARNr 16S y demostraron que existían diferencias, por lo que dividieron a los procariotas en: **bacterias** y **arqueas**. Las bacterias presentan peptidoglicano en sus paredes celulares, este compuesto no lo presentan las arqueas. Las arqueas muestran combinaciones de genes parecidos a los genes de las bacterias y a los genes de los eucariotas. Los eucariotas los conservó y los asignó al dominio **Eukarya**. Woese propone la clasificación de los organismos en tres dominios: Bacteria, Archaea y Eukarya. (Tabla 3.1.2).

Tabla 3.1.1. Clasificación de los organismos

	Aristóteles (IV a. C - XIX)	Ernst Haeckel (1866)	Édouard Chatton (1937)	Robert Whittaker (1969)	Carl Woese (1970)
REINOS	PLANTAE	PLANTAE	EUCARIOTAS	PLANTAE	DOMINIOS EUKARYA
	ANIMALIA	ANIMALIA		FUNGI	
		PROTISTA		ANIMALIA	
			PROCARIOTAS	PROTISTA	
			MONERA	ARCHAEA	
				BACTERIA	

Tabla 3.1.2. Características de los tres dominios. Información tomada de Solomon et al., 2020.

Característica	Bacteria	Archaea	Eukarya
Envoltura nuclear	Ausente	Ausente	Presente
Organelos membranosos	Ausente	Ausente	Presente
Cromosoma circular	Presente	Presente	Ausente
Histonas asociadas con DNA	Ausente	Presente	Presente
Número de cromosomas	Uno	Uno	Varios
Peptidoglicano en pared celular	Presente	Ausente	Ausente
Estructura de lípidos en membrana plasmática	Ácidos grasos ligados a glicerol	Hidrocarburos ligados a glicerol	Ácidos grasos ligados a glicerol
Tamaño de ribosoma	70S	70S	80S
ARN polimerasa	Una simple	Una compleja	Varias complejas
Traducción	Inicia con formilmetionina	Inicia con metionina	Inicia con metionina
Crecimiento arriba de 70 °C	Sí	Sí	No

Dominio Eukarya

El dominio **Eukarya** agrupa a todos los organismos con células eucariotas; es decir, que en sus células la información genética está rodeada por una membrana que conforman al núcleo y posee organelos membranosos y no membranosos. Los reinos protista, plantae, fungi y animalia son asignados a este dominio.

Dominio Archaeas

El dominio **Archaea** tiene dos grupos principales: *Crenarchaeota* o crenarqueotas y *Euryarchaeota* o euriarqueotas (Solomon et al., 2020).

Las crenarqueotas son termófilas extremas, requieren de una temperatura muy baja o muy alta para crecer. La mayoría crecen a temperaturas de 80 °C y en ambientes muy ácidos, como las que viven en las fuentes termales sulfurosas del Parque Yellowstone, con valores de pH de 1 a 2, o las que viven en áreas volcánicas bajo el mar, como en los respiraderos hidrotérmicos en el Océano Pacífico, donde se encuentran temperaturas de hasta 120 °C. Por lo contrario, algunas crenarqueotas viven en ambientes por debajo de 15 °C.

Las euriarqueotas también habitan en ambientes extremos, los grupos principales son metanógenas y halófilas extremas. Las **metanógenas** viven en ambientes libres de oxígeno, como pantanos y aparatos digestivos de animales, incluido el humano; producen más del 80% de metano en la atmósfera. Las **halófilas extremas** son heterótrofas, viven en ambientes saturados de sales, como estanques salados. Requieren grandes cantidades de sodio (Na⁺), realizan respiración aerobia, algunas utilizan los pigmentos púrpuras para realizar un tipo de fotosíntesis.

Dominio Bacterias

Este dominio **Bacteria** está ampliamente distribuido y ha sido más estudiado. En la Tabla 3.1.3 se presentan las características de cinco grupos.

Tabla 3.1.3. Grupos de Bacterias. Información tomada de Solomon et al., 2020.

<p>Proteobacterias (gramnegativas): Con base en las secuencias del RNAr, el grupo se divide en cinco subgrupos: alfa, beta, gamma, delta y épsilon.</p>	<p>Alfa: Incluyen simbioses como <i>Rhizobium</i>, que viven en los nódulos de las raíces de leguminosas y convierten el nitrógeno atmosférico en una forma utilizable para la planta.</p>
	<p>Beta: Grupos diversos y la mayoría patógenos, como <i>Neisseria gonorrhoeae</i>, causante de gonorrea.</p>
	<p>Gamma: Incluyen las bacterias desintegradoras que viven en la materia vegetal en descomposición, también incluyen bacterias que viven en los humanos, bacterias bioluminiscentes marinas, bacterias que producen pigmentos no fotosintéticos y bacterias púrpuras sulfurosas.</p>
	<p>Delta: Incluyen las mixobacterias, que secretan mucílago, estas bacterias se agrupan formando cuerpos fructíferos que entran en una etapa de latencias y cuando las condiciones son favorables se activan.</p>
	<p>Épsilon: Incluye a las bacterias que habitan en el sistema digestivo animal y causan úlceras gástricas.</p>
<p>Cianobacterias (gramnegativas)</p>	<p>Contienen clorofila alfa. Fueron los primeros organismos en realizar fotosíntesis y cambiaron la atmósfera reductiva a atmósfera oxidante. Habitan en cuerpos de agua, suelos húmedos, troncos muertos.</p>
<p>Bacterias grampositivas: Este grupo es extremadamente diverso</p>	<p>Actinomicetos: Presentan peptidoglicano en sus paredes celulares, la mayoría descomponen materia orgánica del suelo.</p>
	<p>Bacterias de ácido láctico: Fermentan el azúcar y producen ácido láctico, habitan en material vegetal en descomposición y productos lácteos.</p>
	<p>Micobacterias: Son delgados bastones que contienen una sustancia cerosa en sus paredes celulares como las bacterias que producen la tuberculosis y la lepra.</p>
	<p>Streptococos: Habitan en la boca y sistema digestivo de humanos, entre las especies dañinas se encuentran las que producen anginas, caries dental, neumonía, fiebre escarlatina.</p>
	<p>Estafilococos: Son oportunistas y producen enfermedades, viven en la piel y nariz, causan infecciones.</p>
	<p>Clostridios: Son anaerobios. Pueden causar tétanos o botulismo.</p>
	<p>Micoplasmas: Son pequeñas y carecen de paredes celulares, viven en suelos y aguas negras, algunas son parásitas de plantas y animales.</p>
<p>Clamidias (gramnegativas)</p>	<p>Carecen de peptidoglicano en sus paredes celulares, son parásitas. Sus principales huéspedes son aves y mamíferos.</p>
<p>Espiroquetas</p>	<p>Son bacterias con forma de espiral y paredes celulares flexibles, se mueven mediante flagelos internos llamados filamentos axiales.</p>

Reino Monera

Robert Whittaker, en 1969, incluye en el reino monera a los organismos microscópicos unicelulares sin núcleo; es decir, a los procariotas. Los organismos de este reino tienen nutrición autótrofa o heterótrofa y reproducción asexual. Este reino incluía a las bacterias recientes y a las más antiguas (arqueobacterias). Actualmente, a través del avance de la ciencia y de las nuevas tecnologías, se separan en Bacterias y Arqueas.

Reino Protista

Los organismos de este reino principalmente son acuáticos, incluyen **algas, oomicetos, mohos mucilaginosos y protozoarios**. Son organismos unicelulares, coloniales o multicelulares simples con organización celular eucariota. La mayoría son motiles, sus estructuras de locomoción son los pseudópodos, cilios y flagelos. Su nutrición es variada, la mayoría de las algas son autótrofas y fotosintéticas, algunos protistas, su nutrición es heterótrofa mediante absorción o ingestión, algunos cambian su tipo de nutrición de autótrofa a heterótrofa en ciertas épocas. Existen protistas que presentan reproducción sexual o asexual. Pertenecen al dominio Eukarya

Reino Plantae

Las plantas pertenecen a este reino, son eucariotas multicelulares y pertenecen al dominio Eukarya. Tienen paredes celulares compuestas de celulosa, realizan fotosíntesis, presentan órganos reproductores multicelulares. Se desarrollan a partir de embriones multicelulares que están encerrados en tejidos maternos, presentan alternancia de generaciones. En cuanto a su tamaño, existen organismos microscópicos hasta gigantes, como las secuoyas.

Las plantas consisten en cuatro grupos principales: **Briofitas, plantas vasculares sin semillas y dos grupos vasculares con semillas** (las gimnospermas y las angiospermas).

Las briofitas: Son plantas pequeñas no vasculares; es decir, no tienen un tejido vascular, por lo que carecen de un medio suficiente para el transporte interno de agua, azúcar y minerales. Viven en ambientes húmedos. Las briofitas se dividen en musgos, hepáticas y antoceros.

Las plantas vasculares sin semilla: Presentan vasculares especializados que son el xilema y floema, que funcionan como conductores de agua, azúcares y minerales, permitiéndoles crecer más grandes que las briofitas. Presentan tallos verdaderos, raíces y hojas. Existen dos grupos principales de plantas vasculares sin semillas: licopodios y helechos.

Las plantas con semilla: Producen óvulos, después de la fecundación el óvulo se convierte en semilla. Se dividen en dos grupos considerando en si una pared ovárica rodea o no sus óvulos. Los dos grupos son **gimnospermas y angiospermas**. Las **gimnospermas** producen semillas que están totalmente expuestas, no están rodeadas por una pared ovárica; por ejemplo: pino, abeto, y ginkgo. Las **angiospermas** son plantas con flores que producen sus semillas cubiertas por una pared ovárica u ovario que cuando madura se produce un fruto. Ambos grupos tienen tejidos vasculares: Xilema, para conducir agua y nutrientes inorgánicos, y floema, para conducir azúcar.

Reino Fungi

Todos los hongos pertenecen a este reino, son eucariotas y pertenecen al dominio Eukarya. Son heterótrofos, absorben la materia orgánica que se encuentra a su alrededor, para ello segregan enzimas digestivas en la materia y la descomponen en compuestos más pequeños y la absorben. Rápidamente convierten los nutrientes en nuevo material celular. En la mayoría de los hongos la pared celular contiene quitina, que es muy resistente a la descomposición. La mayoría de los hongos son multicelulares, están compuestos por largos filamentos llamados hifas. El crecimiento ocurre en los extremos de las hifas conforme estas se alargan. El hongo crece e infiltra los nutrientes y forma una red llamada micelio. Presentan una gran variación en sus ciclos de vida. En cuanto a su reproducción, existen hongos sexuales y asexuales.

Los hongos se han clasificado por sus esporas sexuales y cuerpos fructíferos, recientemente los datos moleculares como secuencias comparativas de DNA y RNA permiten clasificar a los hongos en cinco grupos principales: **Chytridiomycota, Zygomycota, Glomeromycota, Ascomycota y Basidiomycota**.

Reino Animalia

Los animales pertenecen a este reino, son eucariotas multicelulares que forman parte del dominio Eukarya. Sus células carecen de pared celular. Son heterótrofos, ingieren primero su alimento y luego lo digieren dentro de sus

cuerpos, por lo general dentro de un sistema digestivo. En la mayoría de los animales, sus células están organizadas para formar tejidos y los tejidos se organizan para formar órganos. La mayoría tiene locomoción, algunos son sésiles y se adhieren al suelo u otra superficie. La mayoría cuenta con sistema nervioso y muscular que les permiten responder rápidamente a estímulos del ambiente. Los animales presentan reproducción sexual y asexual. La técnica de secuenciación de nucleótidos de DNA y RNA ha aportado para la clasificación de los animales. Los dos grandes grupos en los que se clasifican los organismos son: **invertebrados** y **vertebrados**.

Dentro de los grupos que conforman a los invertebrados se encuentran: **las esponjas, medusas, gusanos planos, moluscos, gusanos segmentados, gusanos redondos, artrópodos y equinodermos**. Dentro de los vertebrados se encuentran: **peces, anfibios, reptiles, aves y mamíferos**.

✓ Actividad por Estudio de Caso Centrado en Descripciones



Instrucción: Analizar el siguiente caso en equipo de cuatro personas, para ello sigue cada una de las fases que se van presentando.

1. Fase preliminar: Leer el siguiente texto y analizar el caso.

Feria de las ciencias: El caso de *Elysia chlorotica*.

Adolfo participará en la Feria de las Ciencias que está organizando su escuela. Presentará una investigación documental sobre la babosa marina *Elysia chlorotica*. Se interesó en este organismo a partir de una conferencia que dieron en su escuela sobre la biodiversidad de organismos marinos. Recuerda que cuando llegó a su casa comentó con sus padres todo lo que había aprendido en la conferencia y de pronto recordó que mencionaron a una babosa marina, pero que era ¡fotosintética! y cayó en cuenta que eso no era posible, ya que él había aprendido que las babosas marinas pertenecen al reino animal y, evidentemente, hacer fotosíntesis no es una característica de ese reino, pues los organismos del reino animal son heterótrofos y consumen su alimento del ambiente, por lo que se inquietó y pensó que el conferencista había cometido un error, pero no daba crédito a esa posibilidad. Por lo tanto, investigó un poco más y encontró una noticia en Internet que, en efecto, *Elysia chlorotica* era fotosintética, pero se asombró ¡Cómo era posible tal situación! Adolfo sabe que los organismos evolucionan, pero se preguntaba si tan pronto había evolucionado *Elysia chlorotica*, ya que también había aprendido que las especies que pertenecen al reino animal “tardan” en evolucionar. A partir de entonces tuvo una infinidad de preguntas que, incluso, le daba insomnio por las noches, por lo que se planteó como meta investigar las características del reino animal, principalmente de las babosas marinas. Para ello, buscó a un profesor en su escuela para que lo asesorara en su investigación. Con el paso del tiempo culminó su proyecto, que presentará en la Feria de las Ciencias.

2. Fase de expresión de opiniones: Contestar de manera individual las siguientes preguntas.

1. ¿Qué características tienen los organismos del reino animal?
2. ¿Cuál es el grupo del reino animal al que pertenece la babosa marina y cuáles son las características del grupo?
3. ¿Cuáles son algunas características de las babosas marinas?

3. Fase de contraste: En equipo contrastar las opiniones personales y posteriormente comentar en plenaria. Las ideas que vayan formulando sobre las respuestas las anotarán en el siguiente espacio.

4. Fase de hipótesis: Con base en las fases anteriores elaborar en equipo hipótesis sobre ¿Por qué *Elysia chlorotica* pertenece al reino animal? y ¿Por qué realiza fotosíntesis?

5. Fase de reflexión teórica: En esta fase realizar una investigación con tu equipo en la que desarrollarán las ideas planteadas en la fase tres y, por lo tanto, afirmar o refutar la hipótesis.

Idea	Investigación

6. Fase de presentación: En equipo realizar una presentación de la investigación elaborada.

Instrumento de evaluación de la actividad de aprendizaje

Lista de punteo

Criterio	Puntaje
Todos los integrantes del equipo realizaron la fase de expresión de opiniones	20
El equipo logró concretar ideas verosímiles en la fase de contraste	20
La hipótesis planteada es acorde al caso presentado	10
Están desarrolladas todas las ideas planteadas en la fase de reflexión teórica	20
La presentación es clara y muestra imágenes correspondientes al contenido presentado	20
En la presentación se mencionan las fuentes de información con base al formato APA	10
Total	

✓ **Evaluación**

Instrucción: Leer el siguiente planteamiento y completar de forma individual el cuadro comparativo.

Considera que descubres seis organismos y que los estudias con mucha precisión, de tal manera que los clasificas en arqueas, bacteria, protista, planta, hongo y animal. Anota en el cuadro comparativo qué característica pudiste considerar para dicha clasificación.

Descripción	
Arqueas	
Bacteria	
Protista	
Planta	
Hongo	
Animal	

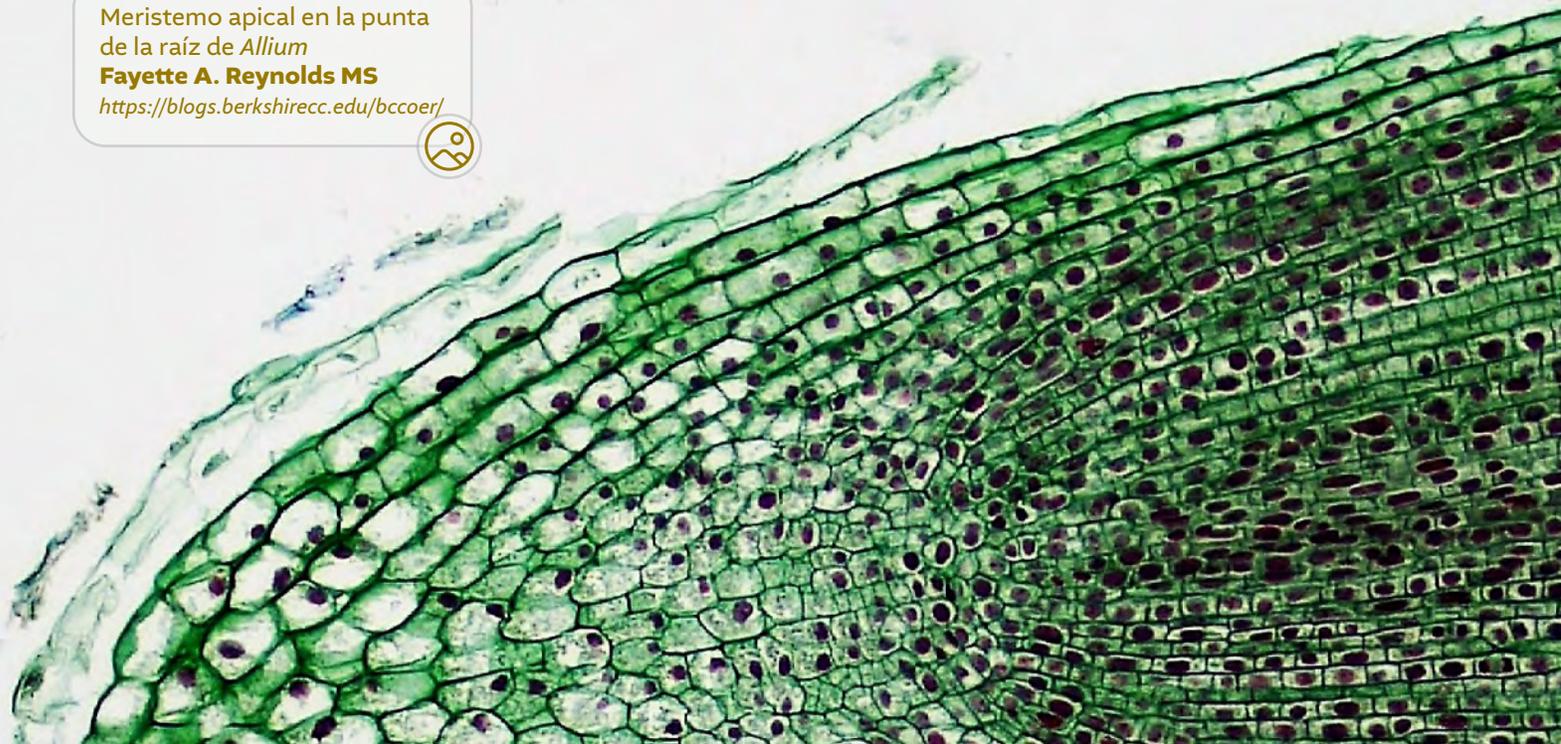
Unidad 2.

¿Cómo interactúan los sistemas biológicos con su ambiente y su relación con la conservación de la biodiversidad?

Meristemo apical en la punta de la raíz de *Allium*

Fayette A. Reynolds MS

<https://blogs.berkshirecc.edu/bccoer/>



Propósito: 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.

Tema 4. Estructura y procesos en el ecosistema
Subtema 4.1. Niveles de organización ecológica.

Aprendizaje: Identifica los niveles de población, comunidad, ecosistema, bioma y biosfera en la organización ecológica.

Niveles de organización ecológica

Al estudiar la vida se pueden distinguir diversos niveles jerárquicos de organización biológica, que van del submicroscópico al planetario. Comenzando por el nivel submicroscópico se aprecia que la materia viva está constituida por átomos que se unen mediante enlaces, formando las moléculas de las diversas sustancias orgánicas. Las proteínas, por ejemplo, están constituidas por centenas e incluso millares de átomos, principalmente de los elementos: C, H, O, N.

Subiendo en la jerarquía de la organización biológica, se sabe que las moléculas orgánicas están organizadas de modo que forman diversos tipos de estructuras, componentes de células que, como se mencionó, son las unidades básicas de todo ser vivo. Otros niveles contemplados en orden ascendente son los organelos, tejidos, órganos, sistemas e individuos. Sin embargo, la jerarquía de la organización biológica no acaba ahí, los individuos no viven aislados, interactúan entre sí y con el entorno. El conjunto de individuos de una misma especie que habita determinada región geográfica constituye una **población biológica**, por ejemplo: las poblaciones humanas de los diversos países o una población de monos. ¿Qué es lo que interesa saber de una población? Primero saber cuántos son; es decir, el tamaño de la población y qué área geográfica ocupan.

Dentro de una población también hay que contemplar ciertos parámetros que influyen en el tamaño poblacional. Estos parámetros son:

Natalidad: Relación que existe entre el número de nacimientos ocurridos por cada 1,000 individuos en un cierto período.

Mortalidad: Es la relación entre el número de muertes que ocurre en cierto período de tiempo entre el total de la población por cada 1,000 individuos.

Inmigración: Es la llegada de nuevos individuos a una población en un tiempo determinado y por cada 1,000 individuos.

Emigración: Es la salida de individuos de la población hacia otro lugar en un tiempo determinado y por cada 1,000 individuos.

Densidad: Indica la cantidad de individuos que habita en una superficie. En el medio terrestre se da en km^2 , mientras que en el medio acuático se mide el volumen dado en km^3 . En sí, la densidad es el número de individuos por unidad de área o volumen.

Distribución: Es la manera en que los individuos se organizan en un espacio geográfico; es decir, cómo se acomodan los individuos en su hábitat.

Biomasa: Se refiere a toda la materia viva que se localiza en un área determinada, expresada en peso por unidad de área o volumen. En términos energéticos, cuando las plantas transforman la energía que proviene del Sol en energía química mediante la fotosíntesis, parte de esta energía se almacena como carbohidratos. Esta energía química almacenada o biomasa útil se puede recuperar para utilizarla como fuente de energía para diferentes procesos. La biomasa es una fuente de recursos alimenticios para los consumidores primarios y la base de las cadenas tróficas.

Estructura de la población: Es la distribución de edad y sexo dentro de una población.

Para que se mantenga la supervivencia de la especie, la población debe alcanzar un tamaño máximo; es decir, no se puede rebasar cierto número de individuos durante un tiempo indefinido. Esto se conoce como **capacidad de carga**. El ambiente tiende a regular las poblaciones de una especie y sus interacciones con otras especies, con lo que logra mantenerlas estables o en equilibrio.

Los miembros de una población interactúan con individuos de poblaciones de otras especies que habitan la misma región geográfica. Al conjunto de poblaciones diferentes que coexisten en una determinada región, inte-

ractuando directa o indirectamente, se le da el nombre de **comunidad** biótica (o biocenosis). Un ejemplo de lo anterior sería la comunidad de la que forma parte una población de monos, la cual incluye la población de plantas y animales que cohabitan con esta.

Cada especie dentro de una comunidad tiene una posición única en una cadena alimenticia o una función única en la vida de la comunidad; es decir, ocupa un nicho particular. Un nicho es el conjunto de estrategias utilizadas por una especie que son necesarias para su supervivencia, como su forma de alimentarse o de competir con otras especies.

Para la descripción de una comunidad los datos fundamentales a obtener son la abundancia de cada especie en particular (cuántos de cada una) y la diversidad de especies (cuántas). A este número de especies se le denomina **riqueza específica**.

Los miembros de una comunidad biótica, además de interactuar entre sí, actúan con el ambiente en el que viven; es decir, un biotopo, del cual sus elementos son la temperatura, la humedad, la luminosidad y los componentes químicos, entre otros. Por ejemplo, los organismos son influenciados por la composición química y la temperatura del agua de los ríos, la humedad del aire y otros diversos factores climáticos. Por otro lado, los seres vivos de la comunidad también influyen en los factores ambientales. Las plantas de un hábitat determinado, por ejemplo, aquellas que crecen en la base de un árbol crean un microclima más húmedo que el proporcionado por el clima regional. A lo largo del tiempo, plantas y animales modifican la composición química del suelo, enriqueciéndolo en materia orgánica. Si consideramos la interacción de la biocenosis y el biotopo se le conocerá como **ecosistema**. Así, el ecosistema es la unidad biológica funcional que abarca los organismos de un área dada (biocenosis) y el medio ambiente físico (biotopo) correspondiente. Se trata, por este motivo, del nivel más elevado de organización de los seres vivos. Se entiende como un sistema ecológico complejo que abarca la biocenosis o elementos bióticos que interactúan entre sí mediante procesos como la depredación, el parasitismo, la competencia y la simbiosis, y al mismo tiempo se encuentran estrechamente enlazados con el biotopo. En 1939 Clements incluye el nivel **bioma** como una clasificación de las configuraciones de vegetación mundial o comunidad ecológica regional mayor de plantas y animales.

La más alta jerarquía biológica y que reúne todos los ecosistemas de la Tierra es la **biosfera**, la cual es una de las cuatro capas que rodean la Tierra junto con la litósfera (rocas), hidrósfera (agua) y atmósfera (aire), y es la suma de todos los ecosistemas.

Desde el nivel de población hasta el bioma pertenecen a los niveles de organización ecológica.

✓ Actividad de Aprendizaje Basado en Problemas



Instrucción: Leer la siguiente situación y en equipos de cuatro personas establecer lo que se pide en cada fase.

Presentación de la situación.

El cambio de uso de suelo pone en riesgo a los ecosistemas en nuestro país.

El bosque tropical caducifolio (BTC) es uno de los ecosistemas más característicos del estado de Oaxaca (sur de México). Se estima que este ecosistema ocupó alrededor de 30% del territorio estatal antes de la acción humana. La exploración botánica ha demostrado que en él se alberga aproximadamente una tercera parte de la diversidad vegetal total de este estado. Es el hábitat para una fauna muy diversa y con un alto nivel de endemismos (especies de distribución restringida); sin embargo, en este sistema se practica la cacería furtiva de varias especies de animales, afectando algunas poblaciones de pericos (*Aratinga spp.*), tortugas (*Rhinoclemmys spp.*) y tarántulas (principalmente *Brachypelma spp.*), se comercializan como mascotas en el mercado ilegal y otras especies son consumidas con frecuencia, como el venado cola blanca (*Odocoileus virginianus*), armadillo (*Dasyus novemcinctus*), chachalaca (*Ortalis poliocephala*) y, especialmente, la iguana negra (*Ctenosaura pectinata*), entre otros.

Las poblaciones de plantas que han resultado más afectadas por el uso de madera utilizada para la construcción de casas tradicionales y encierros, así como para la fabricación de diversos utensilios y alebrijes son las del género *Bursera*, como son: *B. schlechtendalii*, *B. excelsa*, *B. heteresthes*, *Lysiloma divaricata*, *Ceiba parvifolia*, *Plumeria rubra*, *Cercidium praecox* y diversas cactáceas columnares.

En este tipo de ecosistema se encuentran comunidades de organismos, como murciélagos e insectos, que favorecen la polinización. La conservación del BTC beneficia de manera importante la flora y fauna de ecosistemas adyacentes.

Sin embargo, el BTC oaxaqueño ha sido eliminado o seriamente afectado en una proporción grande de su extensión original. Este tipo de vegetación está amenazada principalmente por actividades económicas que perjudican la permanencia de este ecosistema en el estado de Oaxaca, como: agricultura practicada con el sistema de roza, tumba y quema, ganadería extensiva, cultivos de agave para la producción de tequila y mezcal, parques eólicos para la producción de energía eléctrica, desarrollos turísticos con campos de golf y construcción de zonas habitacionales.

En la región costera del Pacífico, por ejemplo, la amenaza más severa está representada por el desarrollo poco (o nada) planeado de polos turísticos. Los puntos de mayor riesgo son las Bahías de Huatulco y Puerto Escondido, destinos turísticos alrededor de los cuales ya se han perdido extensas áreas de BTC por la expansión de las zonas urbanas y creación de campos de golf, con el consecuente aumento de la contaminación de suelos y aguas. Con el fin de dar un mayor impulso turístico a esta zona, se inició recientemente la construcción de la autopista que comunicará Puerto Escondido con Huatulco, acción que ya impacta fuertemente el BTC en este tramo. Además del impacto por la construcción en sí, su presencia puede fomentar la aparición de nuevas zonas urbanas a lo largo de ella, como ha sucedido repetidamente en todo el país.

A diferencia de otros ecosistemas presentes en el estado, el BTC es menos atractivo y, por lo tanto, se vislumbran menos oportunidades para su conservación debido a que actualmente se planea modificar 1,000 hectáreas del BTC para construir departamentos y casas en Puerto Escondido, Oaxaca.

Considera que tu equipo es un grupo de investigadores que tienen que fundamentar y explicar a las autoridades gubernamentales cuál sería el impacto de las acciones de urbanización para las poblaciones biológicas, las comunidades de organismos, el ecosistema y el bioma en sí. Los siguientes cuestionamientos son de apoyo para identificar cada fase:

¿De qué forma repercute el cambio de uso de suelo en la biosfera del planeta? ¿Qué poblaciones de plantas y animales se encuentran en el BTC? ¿Qué sucederá con los ecosistemas vecinos si se destruye el BTC? ¿Cómo se relacionan los niveles ecológicos en el ecosistema?

Fase 1. Lluvia de ideas: Escribir de manera individual todos los datos o información relevante descrita en el planteamiento, así como las ideas que surjan del mismo.

Fase 2. Problema(s): Determinar de forma colaborativa el problema a solucionar a partir de una o varias preguntas.

Fase 3. Hipótesis: Elaborar de forma colaborativa las posibles respuestas a cada pregunta(s).

Fase 4. Explicación: Realizar una investigación de forma colaborativa para afirmar o negar la(s) hipótesis planteada(s) con base en las fuentes de información.

Fase 5. Fuentes de información: Recopilar las referencias que se utilizaron para argumentar la solución a la situación planteada en formato APA.

Instrumento de evaluación de la actividad de aprendizaje
Lista de punteo

Criterio	Puntaje
Todos los integrantes del equipo colaboraron en la actividad	20
Existió interacción entre el equipo de alumnos con el profesor(a)	20
Los hechos presentados corresponden a la situación planteada	10
El o los problemas propuestos son planteados de manera adecuada con la situación	10
La o las hipótesis planteadas tienen correspondencia con el problema planteado	10
Las explicaciones son contundentes para dar solución al problema planteado	20
Presenta fuentes de información apegadas al formato APA	10
Total	

✓ **Evaluación**

Instrucción: Relacionar de forma individual ambas columnas, colocando en el paréntesis la letra que indica la respuesta correcta.

1. ()	Así se define al grupo de organismos de la misma especie que viven en un lugar y tiempo determinados y que interactúan tanto genética como ecológicamente.	A) Bioma
2. ()	Comunidad natural, formada por factores bióticos y abióticos, constituyen grandes extensiones en la Tierra, se caracterizan por el clima, la vegetación y fauna dominantes.	B) Comunidades
3. ()	Conjunto de especies de un área determinada que interactúan entre ellas mediante procesos, como la depredación, el parasitismo, la competencia y la simbiosis.	C) Ecosistema
4. ()	Capa de la Tierra en la que se desarrolla la vida.	D) Población
5. ()	Sistema biológico constituido por comunidades de organismos y el medio físico donde se relacionan. Se trata de una unidad compuesta de organismos interdependientes que comparten el mismo hábitat.	E) Biosfera

Propósito: 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.

Tema 4. Estructura y procesos en el ecosistema
Subtema 4.2. Componentes bióticos y abióticos.

Aprendizaje: Reconoce los componentes bióticos y abióticos, así como su interacción para la identificación de distintos ecosistemas.

Componentes bióticos y abióticos en los ecosistemas

El ecosistema es un sistema biológico funcional formado por una comunidad de un área determinada y su medio, estableciéndose de forma necesaria entre los organismos y el medio abiótico con un flujo de intercambio de materia y energía.

Los componentes de un ecosistema son tanto **bióticos** como **abióticos**.

Los **componentes abióticos** es todo aquello que rodea al sistema vivo. Los componentes abióticos se pueden agrupar en:

Compuestos inorgánicos: Como carbono, nitrógeno, agua, fósforo, azufre; es decir, aquellos elementos que fluyen entre el componente biótico y abiótico del ecosistema en los ciclos biogeoquímicos.

Compuestos orgánicos: Los cuales fluyen en el ecosistema en las cadenas tróficas.

Factores climáticos: Como la temperatura, luz, humedad, presión atmosférica, altitud, latitud, y se relacionan con la posición sobre el globo terráqueo.

Factores edáficos: Que se relacionan con el ciclo geológico y con los factores y procesos formadores del suelo.

Los **componentes bióticos** incluyen organismos vivos, como las plantas, los animales, los hongos y los microorganismos del suelo. También agrupados en: **productores o autótrofos**, como las plantas que fabrican sus propios alimentos; **consumidores o heterótrofos**, como los animales que no producen sus alimentos (herbívoros, carnívoros, carroñeros); **descomponedores**, como celulares, pluricelulares, bacterias, hongos y levaduras que se alimentan de materia orgánica.

Cuando se estudia un ecosistema no se analiza cada uno de sus componentes por separado sino más bien el sistema en su conjunto, analizando las interacciones que se dan entre componentes e identificando aquellos mecanismos o procesos que controlan al sistema. Los ecosistemas no son ambientes uniformes y estáticos sino más bien diversos y dinámicos. Cada componente, biótico o abiótico, tiene propiedades y características que determinan su particular forma de interactuar con el resto de los componentes del sistema. La estructura y el funcionamiento del ecosistema son producto del complicado ajuste de los componentes que, de manera simultánea, ocurren en un espacio y tiempo determinados.

Durante millones de años se han ido ajustando componentes bióticos y abióticos en diferentes lugares y a diferentes escalas, conformando los ecosistemas que conocemos actualmente. Así, por ejemplo, tenemos ecosistemas altamente diversos y productivos en las zonas tropicales del planeta, ecosistemas muy simples y poco productivos en las zonas polares, ecosistemas muy dinámicos en los ríos y ecosistemas fuertemente estacionales en las zonas templadas. Muchos de estos ecosistemas tienen componentes y procesos similares, pero también tienen componentes bióticos y abióticos, así como procesos muy particulares que les confieren características y propiedades únicas a cada uno de ellos.



Video de apoyo:
Componentes bióticos y abióticos

 **Actividad de Estudio de Caso Centrado en la Simulación**

Instrucción: Analizar el siguiente caso en equipo de cuatro personas, para ello sigue cada una de las fases que se van presentando.

1. Fase preliminar: Leer el siguiente texto y analizar el caso.**Presentación de la situación**

Debido a su ubicación geográfica y a su diverso relieve, México tiene una gran diversidad de ecosistemas que van desde lo más alto de las montañas hasta los mares profundos, pasando por desiertos, arrecifes de coral, bosques nublados, bosques tropicales y lagunas costeras. Es muy importante estudiar los componentes bióticos y abióticos para identificar cada ecosistema. En México, un gran número de investigadores nacionales y extranjeros estudian la gran diversidad de ecosistemas. Por ejemplo, Carlos y Leonardo son dos investigadores de ecología, cada uno de ellos tiene un proyecto financiado por la Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO) y por la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM), para estudiar los componentes bióticos y abióticos de dos ecosistemas totalmente diferentes: el desierto de Coahuila y la Selva Lacandona, que es un bosque tropical en Chiapas. Para lo anterior tienen que contactarse con una serie de especialistas, como: mastozoólogos, ornitólogos, meteorólogos, edafólogos y botánicos. Consideran que para su estudio se necesita de más financiamiento para poder involucrar otras áreas para estudiar, por ejemplo, la microbiota o las costumbres de la gente que habita dichas zonas o sus alrededores para involucrarlos en la conservación de los ecosistemas. Carlos y Leonardo pretenden conseguir el financiamiento de instituciones internacionales, para ello deben presentar avances de su estudio sobre los componentes bióticos y abióticos.

Consideren en su equipo que ustedes son los investigadores y realizarán dicho estudio.

2. Fase de expresión de opiniones: Contestar de manera individual los siguientes puntos.

1. Describe el clima que tiene el desierto de Coahuila.
2. Con base en el clima del desierto de Coahuila, ¿qué organismos se presentan?
3. Describe el clima que presenta la Selva Lacandona.
4. Con base en el clima de la Selva Lacandona, ¿qué organismos se presentan?

3. Fase de contraste: En equipo, contrastar las respuestas personales y generar ideas a partir de ellas, anotarlas en el siguiente espacio. Posteriormente, comentar en plenaria.

4. Fase de hipótesis. Con base en las fases anteriores, elaborar hipótesis de cuáles son los componentes bióticos y abióticos que permiten que en Coahuila exista un desierto y en Chiapas un bosque tropical.

5. Fase de reflexión teórica: Realizar una investigación en equipo sobre las ideas planteadas en la fase tres y, por lo tanto, afirmar o refutar la hipótesis.

Idea	Investigación

6. Fase de presentación: En equipo, desarrollar una presentación de la investigación realizada.

Instrumento de evaluación de la actividad de aprendizaje
Lista de punteo

Criterio	Puntaje
Todos los integrantes del equipo realizaron la fase de expresión de opiniones	20
El equipo logró concretar ideas verosímiles en la fase de contraste	20
La hipótesis planteada es acorde al caso presentado	10
Están desarrolladas todas las ideas planteadas en la fase de reflexión teórica	20
La presentación es clara y muestra imágenes correspondientes al contenido presentado	20
En la presentación se mencionan las fuentes de información con base en el APA	10
Total	

✓ **Evaluación**

Instrucción: Relacionar de forma individual las columnas siguientes.

a) El carbono, nitrógeno, agua, fósforo, azufre son:	() Compuestos orgánicos
b) Proteínas, carbohidratos y lípidos son:	() El componente biótico
c) La temperatura, luz, humedad, presión atmosférica, altitud y latitud son:	() El componente abiótico
d) Se relacionan con el ciclo geológico, los factores y procesos formadores del suelo.	() Factores climáticos
e) Los organismos de un ecosistema conforman:	() Compuestos inorgánicos
f) La materia no viva conforma:	() Factores edáficos

Propósito: 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.

Tema 4. Estructura y procesos en el ecosistema
Subtema 4.3. Relaciones intra-específicas

Aprendizaje: Identifica las relaciones intra e interespecíficas que se pueden dar en los ecosistemas.
Relaciones intraespecíficas e interespecíficas

Relaciones intraespecíficas e interespecíficas

Un ecosistema siempre involucra a más de una especie que interactúa con factores abióticos, pero también se encuentran constantemente interactuando con otras especies para conseguir alimento, cobijo u otros beneficios mientras que compiten con otras. Todas las interacciones con otras especies se clasifican como factores bióticos. Algunos factores bióticos son positivos, otros negativos y algunos son neutros. Estas interacciones entre las especies pueden ser de dos tipos: intraespecíficas e interespecíficas.

Relaciones intraespecíficas

Este tipo de relación surge entre organismos de la misma especie y puede presentarse en diversas formas: pueden ser relaciones antagónicas o relaciones de ayuda.

Antagónicas: Se producen por la falta o disminución de un elemento vital, como el agua, alimento, luz, espacio, lo que genera entre los organismos de la población una lucha o competencia entre ellos por conseguirlos, eliminándose los más débiles o los menos adaptados.

Ayuda: Los seres vivos, con la finalidad de apoyarse entre ellos, se han agrupado de forma natural en organizaciones transitorias o permanentes. Este tipo de agrupaciones pueden ser: familiares, gregarias, sociedades y de cooperación.

Relaciones familiares: Se establecen relaciones de cuidado de la descendencia o reproducción, y pueden ser de tres tipos:

Parentales monógamas: Conformada por el macho y la hembra, con sus crías, como el lobo.

Parentales polígamas: Conformada por el macho con varias hembras y sus crías.

Relaciones gregarias: Se refiere a una relación grupal. En todo momento desarrollan actividades en común y tienen comportamientos similares, lo que les permite tener mayor facilidad para procurar el alimento. Favorece la reproducción, mejora la defensa ante el ataque y contra las inclemencias del tiempo.

Relaciones de sociedad: También llamadas relaciones estatales. Esta relación se basa en formar una sociedad que se integre por un grupo de individuos que se comunican entre sí por medio de estímulos y entre los cuales existe una asignación de tareas y jerarquía social (Solomon *et al.*, 2014). El mejor ejemplo de organización social entre especies lo ofrecen las hormigas y las abejas.

Relaciones de cooperación o coloniales: Esta relación se agrupa para formar un organismo común con el objetivo de que una población de individuos tenga unidad. Dentro de este organismo común puede existir una división de trabajo o una unión defensiva, como en el caso de los corales o los pólipos.

Relaciones interespecíficas

Se puede utilizar como sinónimo de **simbiosis**. Este tipo de interacciones mantienen una relación muy estrecha entre los organismos involucrados. En cada una de las relaciones interespecíficas existe una proporción de ventaja y desventaja, y los resultados de estas relaciones pueden ser para las especies de ganar/ganar, perder/perder, ganar/perder o, de igual a igual. La simbiosis se puede dar, como: **mutualismo, comensalismo, amensalismo, depredación, parasitismo y competencia.**

Mutualismo: En esta relación ambas especies salen beneficiadas. Es una asociación entre dos especies.

Comensalismo: Una especie se aprovecha de los desperdicios de otra u otras; es decir, restos de alimentos, mudas, descamaciones, etc. Por lo que solo una de las dos especies se beneficia, la otra no obtiene beneficio, pero tampoco se perjudica. Por ejemplo, los cangrejos ermitaños usan las caracolas marinas vacías para ponerse, también junto a ellos anidan gusanos que aprovechan los desperdicios del cangrejo para alimentarse.

Amensalismo: En esta relación una especie inhibe el crecimiento y supervivencia de otra. La especie que será perjudicada recibirá el nombre de amensal. En algunos casos las especies que se inhiben son más de una, por ejemplo, el efecto negativo que producen las sustancias del hongo *Penicillium* sobre las colonias de bacterias que intentan crecer junto a él.

Depredación: En esta relación una de las especies será perjudicada, pues será el alimento para la otra. No existe una relación previa o directa entre estas especies. Se pueden identificar varios tipos de depredadores: herbívoros y carnívoros.

Parasitismo: Uno de los organismos sale beneficiado y el otro perjudicado. Una de las especies es el huésped o parásito y el otro el hospedero, el que será parasitado. La relación entre parásito y hospedero suele mantenerse en equilibrio, pues de morir el hospedero moriría también el parásito. Existen dos tipos de parásitos:

Ectoparásitos: Habitan fuera del organismo, como las pulgas, piojos, garrapatas.

Endoparásitos: Son parásitos internos, pues habitan dentro del organismo y pueden parasitar a cualquier tipo de organismos, como la tenia, también llamada solitaria.

Competencia: En esta relación suelen salir las dos especies perjudicadas. La competencia surge entre diferentes especies que se encuentran en un mismo nicho ecológico cuando las dos luchan por un mismo recurso, como alimento, territorio, cobijo, luz y humedad, que es indispensable para cualquiera de las dos.

La importancia de que existan las relaciones intra e interespecíficas reside en el control de la población, en obtener alimento y la supervivencia de los seres vivos que cohabitan en un ecosistema establecido.

✓ Actividad de Estudio de Caso por Planteamiento de Hipótesis



Instrucción: Leer el siguiente planteamiento de manera individual y en equipo de cuatro integrantes establecer lo que se pide en cada fase que requiera trabajo colaborativo.

Fase 1. Exploración del caso: Analizar el siguiente planteamiento.

Planteamiento

La película *Buscando a Nemo* da el mensaje a miles de personas, particularmente niños, de que tener peces en cautiverio no es deseable y deberían de arrojarlos al cuerpo acuífero más cercano para dejarlos en libertad. Es una idea bien intencionada, pero con consecuencias que van más allá de lo perceptible y que podrían, en casos muy extremos, acabar con especies enteras de una región. Actualmente, muchos ecologistas hablan de esto como el efecto Nemo.

Las especies exóticas invasoras pueden llegar a ecosistemas que no les corresponden, ya sea por medio de actividades humanas que van desde el comercio ilegal de plantas y animales hasta un turismo irresponsable o el transporte de materias primas de una región a otra y fenómenos naturales. Cuando se establecen representan una amenaza al ecosistema porque empiezan a depredar y reproducirse, modificando el balance y relaciones del lugar.

De origen asiático, llegaron a Estados Unidos en 2002 los llamados escarabajos ambrosiales escondidos en madera importada y más pronto que tarde se esparcieron en Florida como una plaga que mataba a sus árboles de laurel durante su proceso de simbiosis, con un hongo que invadía todo su tronco. México continuamente monitorea que este insecto no llegue al territorio; sin embargo, si esto sucediera sería de suma importancia impedir que llegara a los plantíos de aguacate y a los ecosistemas circundantes ¿Por qué?

Fase 2. Hipótesis: En equipo buscar información y proponer el tipo de relaciones intra o interespecíficas que se afectarían después de la introducción del escarabajo.

Fase 3. Explicación: En esta fase realizar una investigación en equipo en la que desarrollen las ideas planteadas en la fase dos y, por lo tanto, podrán afirmar o refutar sus hipótesis.

Fase 4. Fuentes de información en formato APA. En este espacio incluir las fuentes de información consultadas.

Fase 5. Presentación: Realizar en equipo una presentación digital o infografía de la investigación realizada.

Instrumento de evaluación
Lista de punteo

Criterio	Puntaje
Todos los integrantes del equipo aportaron ideas en la fase dos	20
El equipo propone hipótesis verosímiles	20
Las hipótesis planteadas son congruentes al caso presentado y a los planteamientos dados	10
Realizan una investigación que proporciona argumentos sólidos a sus hipótesis	20
La presentación de su investigación es didáctica, tiene adecuada estructura gramatical y muestra imágenes correspondientes al contenido presentado y del estudio de caso	20
En la presentación se mencionan las fuentes de información con base en el formato APA	10
Total	

✓ Evaluación

Instrucción: Identificar de forma individual qué tipo de relación (intra o interespecífica) corresponde a los siguientes conceptos. Dar un ejemplo de cada una. Posteriormente, encontrar en la sopa de letras las palabras que se mencionan.

- Amensalismo _____
- Competencia _____
- Ectoparásitos _____
- Gregarias _____
- Parasitismo _____
- Comensalismo _____
- Depredación _____
- Endoparásitos _____
- Mutualismo _____
- Sociedad _____

Ó	A	S	B	P	Á	L	M	M	O	S	Q	R	E
A	I	S	S	J	A	F	S	U	M	A	L	J	R
N	C	O	O	A	K	O	O	T	S	I	D	U	U
Ó	N	T	C	Ü	O	M	T	U	I	R	Í	Q	U
I	E	I	I	M	M	S	I	A	T	A	Z	Ú	F
C	T	S	E	Ú	S	I	S	L	I	G	E	U	J
A	E	Á	D	U	I	L	Á	I	S	E	E	J	P
D	P	R	A	M	L	A	R	S	A	R	Ú	C	Ñ
E	M	A	D	Y	A	S	A	M	R	G	J	O	T
R	O	P	C	É	S	N	P	O	A	F	J	Z	W
P	C	O	É	Í	N	E	O	M	P	Q	Ñ	S	F
E	N	D	P	B	E	M	T	K	Ó	W	C	Y	Z
D	V	N	X	Í	M	O	C	E	É	E	I	W	W
K	X	E	K	Í	A	C	E	Y	N	Q	Ó	I	Ñ

Propósito: 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.

Tema 4. Estructura y procesos en el ecosistema
Subtema 4.4. Niveles tróficos y flujo de energía

Aprendizaje: Describe el flujo de energía y ciclos de la materia como procesos básicos en el funcionamiento del ecosistema.

Flujo de energía y ciclos biogeográficos

Un ecosistema consiste en una comunidad biológica que cohabita un espacio geográfico y sus factores abióticos; es decir, el clima, la disponibilidad de agua, el tiempo de exposición a la luz solar, el tipo de suelo, entre otros. Dentro de la estructura del ecosistema se encuentran las relaciones que se dan entre los organismos y que el común denominador es quién depreda a quién. Dependiendo de qué se alimentan, los organismos se agrupan en grandes grupos funcionales o niveles tróficos que forman una cadena alimentaria cuya base son los productores primarios. Los **niveles tróficos** son el conjunto de especies del ecosistema que compiten por los mismos recursos alimenticios, y cada ecosistema tiene tres niveles tróficos: **productores, consumidores y descomponedores**.

Los **productores** son organismos autótrofos, como plantas, cianobacterias y algas que, mediante la fotosíntesis, elaboran su propio alimento y lo almacenan en biomoléculas energéticas. Los **consumidores primarios** son heterótrofos, en general herbívoros que se alimentan de los productores, asimilando la energía que tenían almacenada, que usan para realizar sus funciones y otra parte la almacenan en forma de lípidos. Por su parte, los **consumidores secundarios** son carnívoros y se alimentan de los consumidores primarios, de los que obtienen energía de los lípidos, mientras que los **consumidores terciarios** se alimentan de los restos de los consumidores muertos y se les conoce como carroñeros.

Los **descomponedores** son organismos heterótrofos que se alimentan de lo que dejan los consumidores terciarios, como excremento, trozos de carne o animales pequeños muertos, hojas o madera, en general materia orgánica. Es importante resaltar que el término descomponer hace referencia a la transformación de la materia orgánica en sustancias más simples, como minerales, que se reintegran al suelo y son aprovechados por los productores. Los descomponedores más importantes son bacterias y hongos, aunque también se incluyen pequeños escarabajos, cochinillas y lombrices de tierra. En los ecosistemas se establecen cadenas tróficas, pero cuando uno o más elementos de una cadena entran en otras se forman redes tróficas.

En una **red trófica** un organismo puede actuar como consumidor secundario o terciario, dependiendo del número de especies que participen en ella. Las cadenas y redes tróficas son modelos que nos muestran cómo fluye la energía de un nivel a otro. La energía a la que nos referimos es la que almacenan los productores en forma de carbohidratos que, cuando los consumidores primarios los comen, parte de esa energía entra en su cuerpo, a su vez almacenan una parte en forma de lípido, otra la utilizan en sus actividades y funciones, y otra la pierden en forma de calor; cuando los secundarios se alimentan de los primarios también consumen esa energía y se da el proceso antes descrito. Lo anterior ocurre de un nivel a otro, y entre uno y otro la cantidad de energía que fluye disminuye de tal manera que al último nivel le llega menos; sin embargo, se mantiene la primera ley de la termodinámica. Se reconoce que en un ecosistema ocurre un interminable intercambio de energía entre productores, consumidores y descomponedores. Este reciclamiento de biomoléculas y compuestos químicos que transitan entre dichos organismos y los compuestos químicos es determinante para la vida en la Tierra dado que los elementos se mueven del ambiente hacia los organismos y luego regresan a este ambiente. La energía y los elementos químicos de la materia viva circulan en la Tierra formando parte de diferentes moléculas y procesos. Estos elementos químicos se mueven desde el agua, el aire y el suelo hasta los seres vivos, y de estos al medio abiótico para formar **ciclos biogeoquímicos** que, dependiendo del elemento que esté en juego, también se conocen como ciclos de los nutrientes, y dependen de manera directa o indirecta de la energía que proviene del Sol.

Existen dos tipos de ciclos biogeoquímicos: los **gaseosos** y los **sedimentarios** (Solomon *et al.*, 2014; Oram, 2008; Souza *et al.*, 2014). Los **ciclos gaseosos** mueven nutrientes entre reservorios de la atmósfera, la hidrósfera y los seres vivos, lo hacen rápidamente, en horas o días, y entre ellos se encuentran el oxígeno, el carbono, el nitrógeno y el hidrógeno, este último como parte del agua.

En cambio, los **ciclos sedimentarios** mueven elementos o nutrientes entre reservorios de la corteza terrestre, la hidrósfera y los organismos vivos. Los elementos que involucra se mueven con más lentitud que los gaseosos

porque en muchos casos quedan atrapados en las rocas sedimentarias hasta por millones de años. El fósforo, el azufre y el hierro se reciclan de esta manera.

Ciclo del Carbono

El ciclo del carbono se inicia en la atmósfera (Figura 4.4.1), donde las plantas terrestres toman el bióxido de carbono para realizar la fotosíntesis (proceso de fijación del carbono). Los productores acuáticos lo utilizan disuelto en el agua (en forma de bicarbonato, HCO_3^-). En este proceso el CO_2 se utiliza en la síntesis de la glucosa y de esta forma pasa a los consumidores primarios, que a su vez sirven de alimento al siguiente eslabón de la cadena y así sucesivamente.

En cada nivel trófico de una red alimenticia, el carbono regresa a la atmósfera o al agua como resultado de la respiración, ya que al hacerlo liberamos CO_2 . A medida que mueren las plantas y los animales, las bacterias y los hongos se encargan de liberar el carbono de los cadáveres para dejarlo disponible como alimento para otros niveles tróficos. Por medio del metabolismo de plantas y animales se libera el CO_2 y el ciclo puede volver a comenzar.

Los combustibles fósiles constituyen una reserva importante de carbono y se forman a lo largo de millones de años a partir de la transformación de las moléculas orgánicas de las plantas y animales antiguos. Así se forman los depósitos de hulla, petróleo y gas natural que se utilizan en los procesos de combustión en fábricas y vehículos. Cuando quemamos combustibles fósiles se reintegra el CO_2 a la atmósfera.

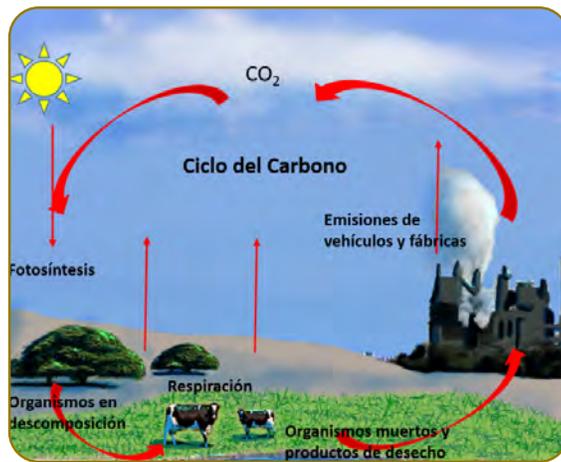


Figura 4.4.1 Ciclo del Carbono



Figura 4.4.2 Ciclo del Agua

Ciclo del Agua

Comienza cuando los rayos del Sol evaporan el agua de la superficie del suelo (Figura 4.4.2). El vapor se eleva a la atmósfera, este vapor se condensa en minúsculas gotas de agua y forma las nubes. Más tarde, las nubes descargan el agua en forma de lluvia, granizo o nieve. Así, el agua se incorpora de nuevo a la tierra, océanos, ríos y lagos. El agua que cae en los continentes desciende de las montañas a los ríos o se infiltra en el terreno para acumularse en forma de aguas subterráneas. Gran parte de las aguas continentales llegan hasta los océanos, o bien, se evaporan para volver de nuevo a la atmósfera. El hecho de que este ciclo no tenga alteraciones es trascendental para la vida de los seres vivos, ya que un cambio en él puede traer severas consecuencias: mientras ciertas regiones de nuestro planeta pueden tener grandes inundaciones, otras pueden experimentar prolongados períodos de sequía. Ambas situaciones traen muerte, reducción de poblaciones y de alimento, alteración de suelos, ríos y lagos, lo cual modifica la diversidad biológica de cada región.

Ciclo del Nitrógeno

El nitrógeno es el gas más abundante en la atmósfera. Los seres vivos lo fijan de manera biológica mediante la acción de cianobacterias, bacterias y algunas especies de líquenes, como sucede en el caso de la planta del frijol, en la cual algunas bacterias (*Rhizobium*) viven en simbiosis con las raíces de esta planta, ayudando con ello a la fijación del nitrógeno. El nitrógeno también se puede fijar de forma química al transformarse en nitratos y nitritos. Es esencial para la vida porque sin él no habría ni proteínas ni ácidos nucleicos. Es importante resaltar que, a pesar de que el nitrógeno forma parte del 80% de la atmósfera de la Tierra, limita la vida; es decir, si hay poco nitrógeno

no proliferan los organismos. La **fijación del nitrógeno** (Figura 4.4.3) se da mediante un proceso en el que se pasa del nitrógeno a las formas útiles, como el amonio para los seres vivos. La incorporación del nitrógeno a la cadena trófica por medio de la fijación constituye la única puerta natural de entrada de este elemento a la vida. Una vez que el nitrógeno se fija en forma de amonio (**amonificación**) pueden utilizarlo los productores primarios para realizar la biosíntesis de aminoácidos, ácidos nucleicos, algunas grasas y azúcares. Así los heterótrofos solo se alimentan de lo que los autótrofos ya procesaron en forma de moléculas complejas. Cuando el amonio entra en el ecosistema -el que las plantas no usan-, regresa a la atmósfera como N_2 ; sin embargo, para que esto suceda, las bacterias litótrofas oxidan el NH_3 (Amoniaco) a nitrato en el proceso que se conoce como **nitrificación**. A su vez, dicho nitrato puede ser convertido, durante el proceso de **desnitrificación**, en una serie de formas gaseosas que llevan a cabo grupos de algas, y de esta manera el nitrógeno regresa a la atmósfera. Algunas cianobacterias, arqueas y bacterias simbióticas son las que fijan N_2 atmosférico como amonio. Todos los fijadores de nitrógeno comparten la enzima nitrogenasa, cuya función es romper la molécula del N_2 y enlazarla con tres hidrógenos para formar NH_3 . No se sabe, hasta el momento, de ningún organismo eucarionte que sea capaz de fijar nitrógeno, por lo que las plantas necesitan de las bacterias para hacer fértil el suelo.

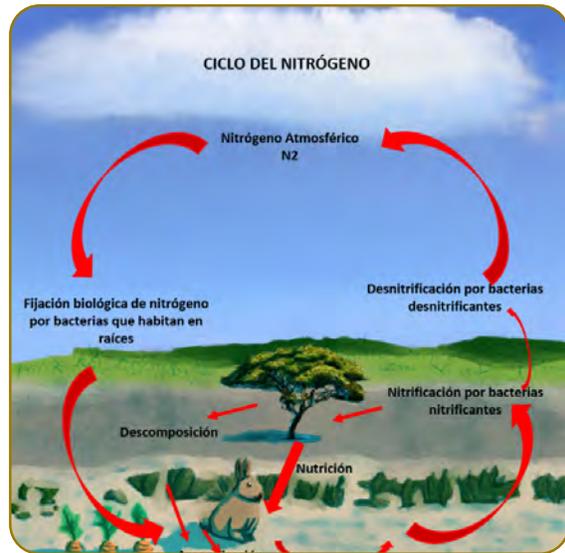


Figura 4.4.3 Ciclo del Nitrógeno

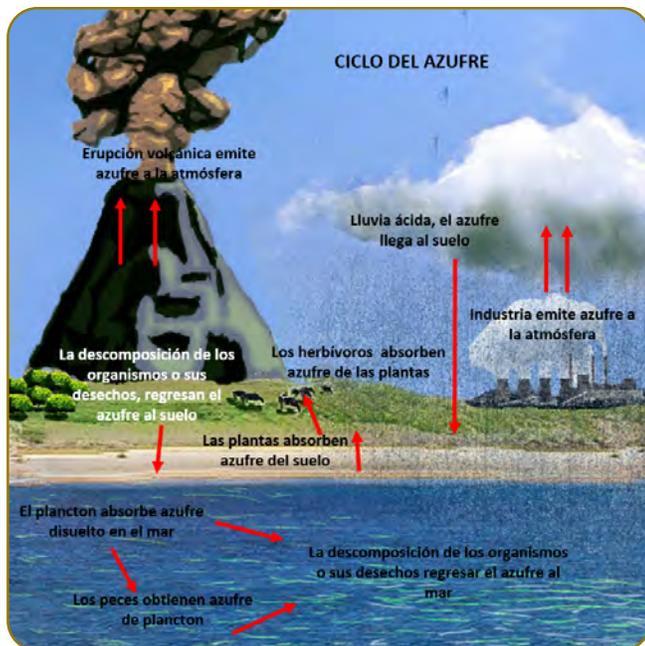


Figura 4.4.4 Ciclo del Azufre

Ciclo del Azufre

El ciclo del azufre se lleva a cabo en tres medios: **la atmósfera, el agua y el suelo**. Las bacterias desempeñan un papel crucial en el ciclo del azufre. Cuando el azufre se encuentra en el aire, la descomposición de los compuestos del azufre, incluyendo la descomposición de las proteínas, produce sulfato (SO_4^{2-}). Bajo condiciones anaeróbicas, el ácido sulfhídrico (H_2S gas de olor a huevos podridos) y el sulfuro de dimetilo (CH_3SCH_3) son los productos principales. Cuando estos dos últimos gases llegan a la atmósfera, se oxidan y se convierten en bióxido de azufre. La oxidación ulterior del bióxido de azufre y su disolución en el agua de lluvia produce ácido sulfhídrico y sulfatos, formas principales bajo las cuales regresa el azufre a los ecosistemas terrestres, dando origen a este ciclo (Figura 4.4.4). También el carbón mineral y el petróleo contienen azufre y su combustión libera bióxido de azufre en la atmósfera.

Ciclo del Fósforo

Aunque la proporción de fósforo en la materia viva es relativamente pequeña, el papel que desempeña es indispensable. Los ácidos nucleicos que almacenan la información genética son ricos en fósforo. Varias sustancias intermedias de la fotosíntesis y de la respiración celular están combinadas con fósforo, y los átomos de fósforo proporcionan la base para la formación de los enlaces de alto contenido de energía del ATP, que a su vez desempeña el papel de intercambiador de energía en la fotosíntesis y en la respiración celular. En el ambiente se encuentra en forma de fosfatos en las rocas expuestas al intemperismo. Los fosfatos se disuelven fácilmente en agua de lluvia,

donde pueden ser absorbidos por las plantas y otros productores. Los consumidores utilizamos el fosfato que obtenemos de los productores y de esta forma el fosfato va pasando a lo largo de la cadena alimenticia.

Generalmente, los seres vivos excretan el fósforo excedente y, cuando los organismos mueren, los descomponedores convierten el fósforo orgánico en fósforo inorgánico, el cual pasa al suelo, se disuelve en agua en forma de fosfato y puede ser utilizado por los productores o reincorporarse a las rocas por el proceso de sedimentación. A los océanos llega parte del fosfato que se disuelve y se incorpora a los organismos marinos. La materia orgánica que contiene fósforo se descompone y el fósforo queda disponible para ser absorbido por las raíces de las plantas en donde se unirá a compuestos orgánicos. Después de atravesar las cadenas alimenticias vuelve otra vez a los descomponedores, con lo cual se cierra el ciclo. El agua lava el fósforo no solamente de las rocas que contienen fosfato sino también del suelo. Los organismos acuáticos interceptan parte de este fósforo, pero finalmente sale hacia el mar. Una vez en el mar solo existen dos mecanismos para el reciclaje del fósforo desde el océano hacia los ecosistemas terrestres: las aves marinas que recogen el fósforo que pasa a través de las cadenas alimenticias marinas y que lo devuelven a la tierra por sus excrementos y por el levantamiento geológico lento de los sedimentos del océano para formar tierra firme (Figura 4.4.5). Es un proceso medido en millones de años.

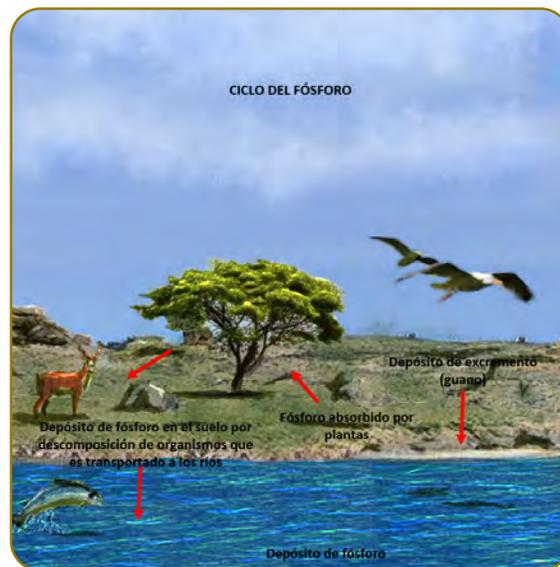


Figura 4.4.5 Ciclo del Fósforo

✓ Actividad de Estudio de Caso por Planteamiento de Hipótesis



Instrucción: Leer el siguiente planteamiento de manera individual y en equipo de cuatro integrantes establecer lo que se pide en cada fase que requiera trabajo colaborativo.

Fase 1. Exploración del caso: Analizar el siguiente planteamiento.

Planteamiento

Los estuarios son los sitios donde los ríos se encuentran con el mar. Su característica fundamental es la variación en la salinidad, que cambia con las mareas y la distancia a la costa. Ahí se encuentra una gran cantidad de ambientes con características propias (lagunas, tulares, pastos marinos, marismas, esteros), donde coexiste una gran biodiversidad. Los estuarios proporcionan importantes servicios ambientales y son también el sitio de desove y crianza de numerosas especies marinas de interés comercial. La vida en estos sitios depende, entonces, de los flujos de agua salada y dulce, y es precisamente ahí donde se manifiestan muchos de los problemas ambientales. Uno de los ambientes con mayor importancia en el estuario son los manglares, ya que son sitios de refugio, reproducción y alimentación para numerosas especies animales, tanto terrestres como anfibias y acuáticas.

En el estero Garrapatas en Altamira, Tamaulipas se realizó un diagnóstico sobre las condiciones en la que se encontraba el estero y se determinó que para su recuperación era necesario restituir su salinidad, misma que se comenzó a perder en los años 70 debido a la construcción de un gasoducto que interrumpió las mareas y cortó la llegada de las aguas marinas, provocando la desaparición del mangle. Para la recuperación de este ecosistema era necesario restituir la salinidad y así la viabilidad del ecosistema. Lo anterior se logró gracias a que se comenzó con las obras necesarias para que el agua destinada al enfriamiento de la planta de energía eléctrica, cercana al sitio, se descargara en el estuario a través de una tubería con varios distribuidores de salida que porta agua de manera más homogénea, permitiendo salinizarlo de nuevo y poder mantener en óptimas condiciones este hábitat.

Un equipo de investigación de la Universidad de Tamaulipas estudia la alteración de los ciclos biogeoquímicos en el pasado y cómo esto influyó en la pérdida de especies de fauna y flora, además de cómo se ha restituido en la actualidad la red trófica. Esto con el fin de identificar a las especies más sensibles a la alteración de este hábitat y proponer estrategias de conservación para prevenir su pérdida una vez que se termine el contrato con la planta de energía eléctrica que realiza la recarga de agua salada al estero.



Fase 2. Hipótesis: En equipo considerar las causas de la alteración de los ciclos biogeoquímicos y cómo afecta esto a la red trófica en un estero como el de Tamaulipas.

Fase 3. Explicación: En esta fase realizar una investigación en equipo en la que desarrollen las ideas planteadas en la fase dos y, por lo tanto, podrán afirmar o refutar sus hipótesis.

Fase 4. Fuentes de información en formato APA. En este espacio incluir las fuentes de información consultadas.

Fase 5. Presentación: Realizar en equipo una presentación digital o infografía de la investigación realizada.

Instrumento de evaluación
Lista de punteo

Criterio	Puntaje
Todos los integrantes del equipo aportaron ideas en la fase dos	20
El equipo propone hipótesis verosímiles	20
Las hipótesis planteadas son congruentes al caso presentado y a los planteamientos dados	10
Realizan una investigación que proporciona argumentos sólidos a sus hipótesis	20
La presentación de su investigación es didáctica, tiene adecuada estructura gramatical y muestra imágenes correspondientes al contenido presentado y del estudio de caso	20
En la presentación se mencionan las fuentes de información con base en el formato APA	10
Total	

✓ Evaluación

Instrucción: Resolver de forma individual los siguientes cuestionamientos.

En el ecosistema de manglar, ¿quiénes serían los organismos que actúan como productores?

Considerando los ciclos biogeoquímicos, ¿cuál sería el que ha sido más afectado dado el evento referido en el ejemplo expuesto? Especifica cuál de sus etapas ha tenido mayor impacto negativo.

En el estuario, ¿qué importancia tiene la salinidad para los organismos que ahí cohabitan?

Describe la importancia del proceso de desnitrificación para un ecosistema.

¿Por qué los combustibles fósiles constituyen una reserva de carbono?

Explica qué es un nivel trófico.

¿Cuál es la importancia de los organismos conocidos como carroñeros?

¿Cómo se incorpora el nitrógeno a la cadena trófica y cuál es la importancia de que esto suceda?

Explica la diferencia entre los ciclos biogeoquímicos gaseosos y sedimentarios.

¿Cuál es la diferencia entre una cadena trófica y una red trófica?

Propósito: 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.

Tema 5. Biodiversidad y conservación biológica
Subtema 5.1. Concepto de biodiversidad

Aprendizaje: Identifica el concepto de biodiversidad y su importancia para la conservación biológica.

Biodiversidad y conservación

Etimológicamente, el término **biodiversidad** proviene de la palabra *bio*, de origen griego, que significa “vida” y del término latín *diversitas*, que hace referencia a la variedad. Se usó por primera vez entre los años 1985-1986.

El concepto fue acuñado en 1985, en el Foro Nacional sobre la Diversidad Biológica de Estados Unidos, por Edward O. Wilson (1929-2021). En junio de 1992 se llevó a cabo una reunión que fue un punto de inflexión en la conservación de la biodiversidad: La Cumbre de la Tierra. Dicho encuentro tuvo lugar en Río de Janeiro donde, bajo el auspicio del Programa de Naciones Unidas para el Medio Ambiente, se negoció el Convenio de Naciones Unidas sobre la Diversidad Biológica (CDB). Dicho convenio ha servido para enfatizar que el bienestar humano depende de la conservación y manejo sustentable de la biodiversidad de la Tierra, donde conservar la biodiversidad es cuidar, valorar y preservar los hábitats, espacios naturales y el medio ambiente.

Actualmente el concepto de **biodiversidad** o **diversidad biológica** se refiere: “a la variedad de la vida. Incluye la diversidad de especies de plantas, animales, hongos y microorganismos que viven en un espacio determinado, a su variabilidad genética, a los ecosistemas de los cuales forman parte estas especies y a los paisajes o regiones en donde se ubican los ecosistemas.” (CONABIO, 2021).

En algunas ocasiones, la **biología de la conservación** se considera como sinónimo de biodiversidad. La causa de la biodiversidad en el planeta es el resultado directo de varios procesos evolutivos y ecológicos con relación a la biogeografía y la interacción de varios componentes abióticos y bióticos.

Algunas características generales de la biodiversidad son:

- Presentar tres niveles diferentes, conocidos como “niveles de biodiversidad”, que son el genético, especies y el de ecosistemas. Cada nivel presenta tres parámetros importantes que son: composición, función y estructura.
- No se considera un recurso infinito, por lo que es importante su conservación.
- Juega un papel muy importante en la conservación de los recursos del planeta, de otras formas de vida y de los ecosistemas.
- La biodiversidad en el planeta es variable y puede cambiar con el tiempo.

La **biodiversidad** se puede estudiar, proteger y conservar en tres escalas o niveles:

Genético: Número total de características genéticas dentro de cada especie. A mayor diversidad genética las especies tienen mayores probabilidades de sobrevivir a cambios en el ambiente. Las especies con poca diversidad genética tienen mayor riesgo de no sobrevivir.

Especies: Variedad de especies que conviven en un área geográfica determinada, es decir, en los ecosistemas. En ellos, el número total de especies define la “riqueza biológica”. Las especies pueden estar distribuidas en zonas amplias o bien, en áreas restringidas; a estas se les conoce como especies endémicas.

Ecosistemas: Variedad de comunidades de organismos que se encuentran en áreas determinadas e incluyen las diferentes especies que la componen, papeles ecológicos que desempeñan, hábitats que existen y cambios en la composición de especies de una zona a otra, además de las interacciones de todo tipo que se presentan.



Video de apoyo:
Conservación y
biodiversidad

✓ **Actividad de Aprendizaje Basado en Casos de Análisis**



Instrucción: Analizar en equipos de tres personas las fases que se presentan de acuerdo con el planteamiento sobre el corredor biológico Chichinautzin.

Planteamiento

Corredor Biológico Chichinautzin

El Corredor Biológico Chichinautzin cuenta con una notable diversidad de hábitats y especies debido a sus condiciones geográficas y climáticas privilegiadas. Se encuentra en la zona noroeste de Morelos y abarca 12 municipios de ese estado, uno en el Estado de México y las delegaciones políticas de Milpa Alta y Tlalpan al sur de la Ciudad de México. El Corredor Chichinautzin fue decretado Área de Protección de Flora y Fauna el 30 de noviembre de 1988.

Su superficie de 65,721 hectáreas incluye las 4,562 del Parque Nacional Lagunas de Zempoala y las 23,286.51 del Tepozteco, zonas que también forman parte de este amplio corredor biológico que sustenta a la flora y fauna locales, convirtiéndose en una zona de amortiguamiento para Cuernavaca.

En el Corredor Chichinautzin se han registrado 315 especies de hongos (más de 80 comestibles), 10 especies de anfibios, 43 especies de reptiles, 1,348 especies de insectos y arañas, 237 de aves (36 exclusivas de esta región), 5 especies de peces, 785 de plantas y 7 tipos de vegetación, además de bosques de pino, oyamel y encino.

Esta Área Nacional Protegida (ANP) también cuenta con un atractivo turístico al albergar la zona arqueológica del Tepozteco en la cima del Cerro Ehecátépetl o Cerro de la Santa Cruz. De igual forma se puede recorrer la ruta de los conventos Agustinos, Dominicanos y Franciscanos, y admirar la arquitectura de las construcciones del siglo XVI. También habitan grupos étnicos con sus costumbres tradicionales.

¿Dónde se ubica el corredor biológico Chichinautzin? Utilizar un mapa y señalar su ubicación.

¿Qué importancia tienen los corredores biológicos?

¿Qué importancia y función tiene el corredor biológico al que pertenece Chichinautzin?

Actualmente, ¿cuál es la situación ambiental del corredor biológico de Chichinautzin?

¿Qué acciones de conservación se han llevado a cabo para proteger el corredor biológico de Chichinautzin?

¿Cuál es la importancia que tienen los corredores biológicos para la conservación de la biodiversidad y para los seres humanos?

Fase 1. ¿Qué sabemos y qué no sabemos? Recabar los datos o información relevante que conocen como respuesta a las preguntas en la situación descrita.

¿Qué sabemos?	¿Qué no sabemos?

Fase 2. Planteamiento del Problema: Determinar de forma colaborativa el problema a solucionar a partir de una o varias preguntas.

Fase 3. Hipótesis: Elaborar de forma colaborativa las posibles respuestas a cada pregunta(s).

Fase 4. Explicación: Realizar una investigación de forma colaborativa para afirmar o negar la(s) hipótesis planteada(s) con base en las fuentes de información.

Fase 5. Fuentes de información: Recopilar las referencias que se utilizaron para argumentar la solución a la situación planteada en formato APA.

Instrumento de evaluación de la actividad de aprendizaje
Lista de punteo

Criterio	Puntaje
Todos los integrantes del equipo colaboraron en la actividad	20
Existió interacción entre el equipo de alumnos con el profesor(a)	20
Los hechos presentados corresponden a la situación planteada	10
Las respuestas planteadas están redactadas de manera adecuada a la situación	10
La o las hipótesis planteadas tienen correspondencia con las interrogantes planteadas	10
Las explicaciones son contundentes para dar solución al problema planteado	20
Presenta fuentes de información apegadas al formato APA	10
Total	

✓ Evaluación

Instrucción: Completar de forma individual las siguientes oraciones de acuerdo con el texto inicial que leyeron.

El concepto de biodiversidad fue acuñado por _____ en el año de _____

La biodiversidad se define como: _____

Tipo de biodiversidad que nos indica el número total de características genéticas dentro de cada especie

Se refiere a la variedad de comunidades de organismos que se encuentran en áreas determinadas _____

La biodiversidad de _____ define la “riqueza biológica”.

Conservar la biodiversidad es: _____

Propósito: 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.

Tema 5. Biodiversidad y conservación biológica
Subtema 5.2. Impacto de la actividad humana en el ambiente

Aprendizaje: Identifica el impacto de la actividad humana en el ambiente.

Impacto de la actividad humana en el ambiente

De acuerdo con el informe del 2021 del Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA), el Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (IPCC), la Plataforma Intergubernamental sobre Biodiversidad y Servicios de los Ecosistemas (IPBES) y diversos organismos científicos vinculados a Naciones Unidas, el planeta actualmente enfrenta una triple emergencia medioambiental ligada al **cambio climático, la contaminación y la pérdida de la biodiversidad**.

De acuerdo con la Organización Internacional de las Naciones Unidas (2020), el **cambio climático** se refiere a: “la modificación del clima que ha tenido lugar respecto de su historial a escala regional y global. En general, se trata de cambios de orden natural, pero actualmente, se los encuentra asociados con el impacto humano sobre el planeta. Se trata de un fenómeno complejo con numerosas variables.”

Por otro lado, se llama **contaminación ambiental** a: “La presencia de componentes nocivos (ya sean químicos, físicos o biológicos) en el medio ambiente (entorno natural y artificial), que supongan un perjuicio para los seres vivos que lo habitan, incluyendo a los seres humanos. La contaminación ambiental está originada principalmente por causas derivadas de la actividad humana, como la emisión a la atmósfera de gases de efecto invernadero o la explotación desmedida de los recursos naturales.” (Línea verde, 2021).

Finalmente, llamamos **pérdida de la biodiversidad** a: “La disminución o desaparición de la diversidad biológica, entendida esta última como la variedad de organismos que habitan el planeta, sus distintos niveles de organización biológica y su respectiva variabilidad genética, así como los patrones naturales presentes en los ecosistemas.” (Iberdrola, 2021).

Dentro de las principales conclusiones del PNUMA, se advierte que: “La Tierra se encamina hacia un incremento de la temperatura de al menos tres grados respecto a los niveles preindustriales; más de un millón de especies de animales y vegetales del mundo están en peligro de extinción, además de las enfermedades vinculadas a la contaminación que causan cada año más de nueve millones de muertes prematuras, aunadas a los incrementos de pobreza y hambre para la humanidad”. Ninguno de los objetivos y acuerdos mundiales para la protección de la vida en el planeta y para detener la degradación de la tierra y los océanos se ha cumplido plenamente. Los índices de deforestación y la sobrepesca continúan y las emisiones de gases de efecto invernadero para mitigar el **cambio climático global** no se han cumplido con base en el Acuerdo de París, que busca limitar el incremento de la temperatura media a entre 1.5 y 2 grados centígrados.

México tiene una larga lista de retos ambientales que atender. Entre los más urgentes están el detener la deforestación y conservar zonas prioritarias para la biodiversidad. El Banco Mundial ubica a México como uno de los países más vulnerables al cambio climático.

En el siglo XXI, México ha perdido 2.5 millones de hectáreas de bosque, provocando la pérdida de la biodiversidad y la desertificación que hoy afecta a 51 millones de hectáreas del país. Se suman a la degradación ambiental los crecientes niveles de contaminación y la generación y manejo inadecuado de residuos sólidos urbanos y peligrosos. El aprovechamiento de recursos naturales en nuestro país se realiza de manera insustentable, rebasando la tasa de renovabilidad de bosques, agua y recursos pesqueros.

Para poder conocer la situación ambiental de cada país, uno de los indicadores más empleados para medir la presión de la sociedad global, los países o los individuos sobre el ambiente es la llamada **huella ecológica**. Puede ser interpretada como la demanda humana, en términos de superficie, que se necesita para generar tanto los recursos que consume (fundamentalmente productos agropecuarios, forestales y pesqueros), como la necesaria para albergar los asentamientos humanos y la infraestructura, y la requerida para absorber el bióxido de carbono liberado por la quema de combustibles fósiles (WWF, 2014).

La mejor manera de reducir el **impacto ambiental** es ser conscientes, pensar en las consecuencias de lo que pueda ocasionar una acción y buscar cómo hacerlo lo mejor posible para que no afecte el ambiente y no nos afecte como personas. El ahorro energético, la construcción sostenible, usar menos agua, el consumo responsable, reducir la basura reciclando y usar bici como medio de transporte son algunas de nuestras recomendaciones para reducir el impacto ambiental.

✓ Actividad de Aprendizaje Basado en Estudio de Casos

Instrucción: Analizar en equipos de tres personas la información relacionada al Parque Estatal de Tepetzotlán. Posteriormente, responder lo que se solicita.

Presentación del caso

El 26 de mayo de 1977 se crea el Área Natural Protegida Parque Estatal Sierra de Tepetzotlán (PEST), con 13,175 hectáreas originales que, por diversos motivos, en 1999 redujo la superficie del Parque a 9,782 hectáreas. El PEST está ubicado en los municipios de Tepetzotlán y Huehuetoca en el Estado de México. Los objetivos principales de su creación fueron: La reforestación, recreación, mejoramiento del ambiente, control de escurrimientos pluviales, incremento de la absorción de agua, prevención de inundaciones, erosiones del suelo y de asentamientos humanos, conservación de flora y fauna. Es probablemente el Parque Estatal con la flora silvestre más representativa de la Cuenca de México.

La Sierra de Tepetzotlán es un nicho ecológico con gran biodiversidad, aún se pueden observar coyotes, zorritas grises, mapaches, cacomixtles, tlacuaches, armadillos, ardillas y tuzas, por citar algunas especies. Hay gran variedad de reptiles, cascabeles, lagartijas, ranas y más de 50 especies de aves, dentro de ellas, algunas son migratorias y llegan a la presa de La Concepción, que está cercana a la zona.

A lo largo de las últimas décadas el Parque Estatal ha sufrido de muchas presiones, principalmente por el aumento significativo de la población. La agricultura continúa siendo la principal actividad económica de la región, aun cuando se manifiesta una transición hacia el ramo de servicios, comercio, transporte y turismo. Respecto al sector secundario, en el municipio se han establecido 92 factorías dedicadas a la transformación metalúrgica, embutidos, autopartes, textiles y tintorerías.

Fase 1. Preguntas

Según el proyecto de conservación del PEST, ¿qué causas hicieron que las autoridades hayan decidido disminuir las hectáreas para su conservación?

Si el PEST es un Área Natural Protegida, ¿qué niveles de diversidad biológica están presentes en el sitio? y ¿cuál es la importancia ecológica-ambiental, económica y cultural del sitio? Argumenta tu respuesta.

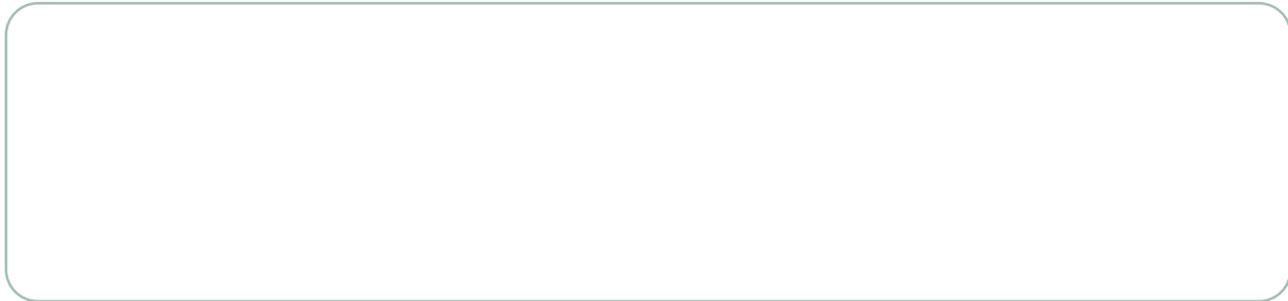
El PEST es considerada un área de conservación desde 1977. Investiga cuál ha sido el impacto de la actividad humana en el Parque hasta este momento en aspectos como: contaminación, erosión, cambio climático y pérdida de especies.

Considerando la importancia que tiene el conservar los espacios naturales y su biodiversidad, mencionen, ¿cómo consideran que les afectaría la desaparición de este lugar?

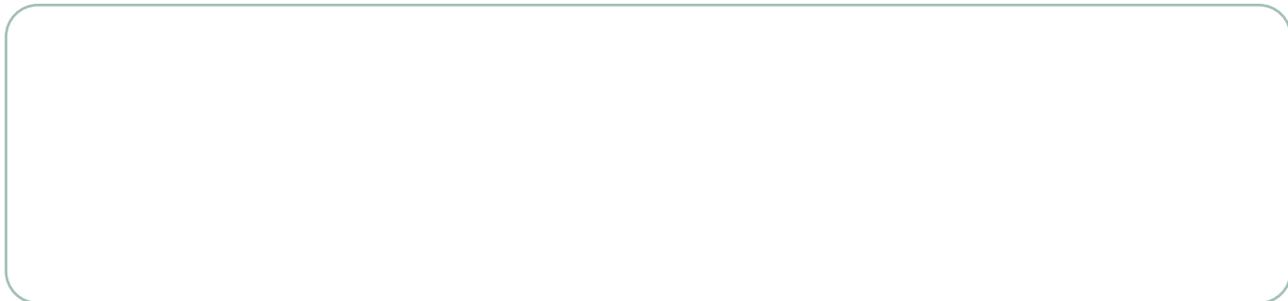
¿Qué beneficios consideran que les puede aportar el PEST, aunque no sean habitantes de la zona?

¿Qué pueden hacer para que no se pierda la biodiversidad de este lugar y de otros ecosistemas?

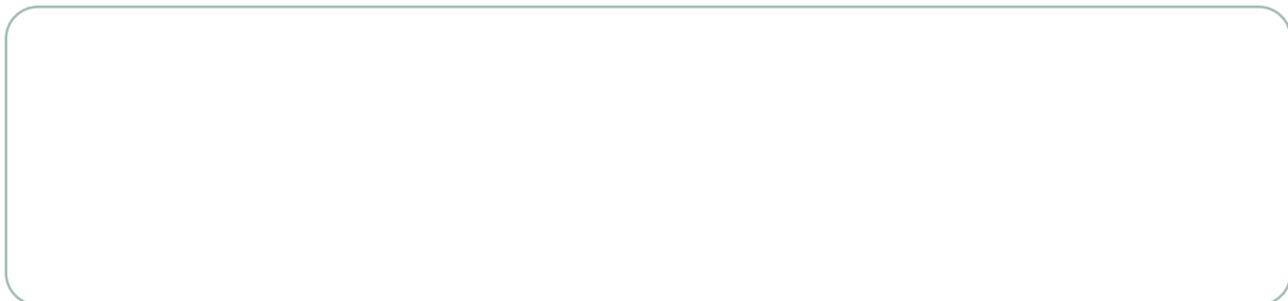
Fase 2. Búsqueda de información y plantear problema a solucionar.



Fase 3. Analizar e interpretar la información obtenida.



Fase 4. Elaborar un informe y conclusiones que detallen todos y cada uno de los datos del estudio de caso.



Fase 5. Fuentes de información: Recopilar las referencias que se utilizaron para argumentar la solución a la situación planteada en formato APA.

Instrumento de evaluación de la actividad de aprendizaje
Lista de punteo

Criterio	Puntaje
Todos los integrantes del equipo colaboraron en la actividad	20
Existió interacción entre el equipo de alumnos con el profesor(a)	20
La información presentada corresponde a la situación planteada	10
El análisis presentado está redactado de manera adecuada al caso	10
Las respuestas de las interrogantes del caso tienen correspondencia con el caso planteado	10
Las conclusiones son contundentes para dar solución al caso planteado	20
Presenta fuentes de información apegadas al formato APA	10
Total	

✓ **Evaluación**

Instrucción: Completar de forma individual la siguiente tabla.

Impacto ambiental	Descripción	Causas	Efectos
Contaminación			
Erosión			
Cambio climático global			
Pérdida de la biodiversidad			

Propósito: 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.

Tema 5. Biodiversidad y conservación biológica
Subtema 5.3. Desarrollo sustentable

Aprendizaje: Reconoce las dimensiones del desarrollo sustentable y su importancia para el uso, manejo y conservación de la biodiversidad.

Desarrollo sustentable

En los años 70 surge el término “Desarrollo Sustentable” en las reuniones preparatorias a la Conferencia de Naciones Unidas sobre el Medio Humano, realizada en Estocolmo, Suecia, en 1972, a consecuencia de la necesidad de un desarrollo humano, ya que existía un crecimiento económico; es decir, grandes cantidades de productos y altas tasas de consumo y, por lo tanto, una sobreexplotación de recursos naturales sin garantizar una distribución justa de la riqueza generada (Naciones Unidas, 1973).

En 1980 la Estrategia Mundial para la Conservación, elaborada por la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza y los Recursos Naturales (UICN, 1980), puntualiza al desarrollo sustentable en el ámbito ecológico y deja a un lado el económico. Los objetivos de la estrategia fueron: Mantener los procesos ecológicos esenciales y los sistemas vitales, preservar la diversidad genética y asegurar el aprovechamiento de las especies y ecosistemas.

En 1983 las Naciones Unidas establecieron la Comisión Mundial sobre el Medio Ambiente y el Desarrollo, liderada por Gro Brundtland, primera ministra de Noruega. Esta comisión realizó estudios, debates y audiencias públicas en los cinco continentes, que culminaron en 1987 con la publicación del documento llamado *Nuestro Futuro Común o Informe Brundtland*, que define al desarrollo sustentable como: “Aquel desarrollo que satisface las necesidades presentes sin comprometer las opciones de las necesidades futuras”; es decir, no agotar ni desperdiciar los recursos naturales, tampoco lesionar el medio ambiente ni a los seres humanos. Como se desprende de dicho concepto, no se pretende la no utilización de recursos, sino un uso coherente de los mismos. Esta coherencia consiste en compatibilizar el progreso económico con las necesidades sociales y medioambientales que configuran el bienestar de los ciudadanos.

En el 2002 se organizó la Cumbre Mundial sobre Desarrollo Sustentable en Johannesburgo. Los acuerdos que se deberían alcanzar para el 2015 fueron:

- Agua: Disminuir a la mitad la proporción de gente sin acceso a agua segura para beber y saneamiento básico, reducir en 20% el número de habitantes urbanos que no tienen acceso al drenaje.
- Pesca: Promover la aplicación de enfoques ecosistémicos para el desarrollo sustentable de los océanos, prevenir y eliminar la pesca ilegal, evaluación de los ecosistemas marinos y eliminar los subsidios que contribuyan a rebasar la capacidad pesquera.
- Biodiversidad: Alcanzar para el año 2010 una reducción significativa en las tasas de pérdida de la biodiversidad.
- Bosques: Acelerar la puesta en marcha de las propuestas de acción del Panel Intergubernamental de Bosques por parte de los países y de la Sociedad de Colaboración de los Bosques.

En el 2015 se realizó la Tercera Cumbre de la Tierra en Etiopía y se implementaron los siguientes acuerdos para la erradicación de la pobreza, protección del planeta y asegurar la prosperidad para todos:

- Marco Sendai: Énfasis en las personas a partir de la disminución en el riesgo de desastres.
- Agenda Addis Abeba: Instrumento financiero para el cambio climático con la intención de revitalizar el sector agrícola, desarrollo rural y seguridad alimentaria.
- Acuerdo de París: Pretende descarbonizar la economía, eliminando el uso de carbono y hacer uso de energías renovables, como la energía eólica, térmica y solar.
- Agenda 2030: Se proponen 17 objetivos con metas específicas (Tabla 5.3.1).

1. Fin de la pobreza	6. Agua limpia y saneamiento	11. Ciudades y comunidades sostenibles	16. Paz, justicia e instituciones sólidas
2. Hambre cero	7. Energía asequible y no contaminante	12. Producción y consumo responsable	17. Alianzas para lograr los objetivos
3. Salud y bienestar	8. Trabajo decente y crecimiento económico	13. Acción por el clima	
4. Educación de calidad	9. Industria, innovación e infraestructura	14. Vida submarina	
5. Igualdad de género	10. Reducción de las desigualdades	15. Vida de ecosistemas terrestres	

Tabla 5.3.1 Objetivos de la Tercera Cumbre de la Tierra en Etiopía.

Dimensiones del Desarrollo Sustentable

Dimensión Ecológica/Ambiental

Un objetivo del desarrollo sustentable es: “Producir sin destruir la base productiva”; es decir, los recursos naturales. Para ello, se tienen que realizar iniciativas de uso y manejo de las comunidades ecológicas para mantener su estructura y función con base en procesos energéticos y bioquímicos autónomos.

En términos ecológicos, el desarrollo sustentable supone que la economía sea circular, que se produzca un cierre de los ciclos tratando de imitar a la naturaleza, diseñando sistemas productivos que sean capaces de utilizar únicamente recursos de interés económico y energías renovables, y no producir residuos, ya que estos vuelven a la naturaleza y contaminan los hábitats.

Dimensión Económica

La dimensión económica se debe concebir como una forma responsable; es decir, que sea rentable para el productor como para los involucrados en el proceso productivo (por ejemplo, salarios adecuados y cuidados en el ambiente). De este modo también puede hablarse de una producción en menor cuantía, con mejor calidad y durabilidad, proporcionando bajos impactos ambientales y sociales. Esta dimensión debe tener como objetivo centrarse en la manufactura de menos bienes y productos desechables y más productos de buena calidad, los cuales se utilizarán más tiempo y ocasionarán menos desechos.

La acción de producir suele considerarse destructiva, por tanto, solo se justifica cuando el valor de los bienes y servicios producidos tengan mayor significado que el valor de lo que fue destruido. Por otra parte, en cuanto al consumo se requiere que, tanto a nivel individual como a nivel de empresa, se asuma una responsabilidad compartida, las poblaciones de los países industrializados tienen que reconocer que más consumo no significa mayor felicidad y que mayores niveles de consumo en los países del Norte agudizan el estado de pobreza de los países del Sur por el efecto de la globalización.

Dimensión Social

En esta dimensión se busca que las poblaciones humanas cubran necesidades como alimento, vivienda, vestido, salud, educación, cultura y recreación. Si bien las poblaciones, cuando tienden a aglomerarse de manera desmedida, por ejemplo, en la urbanización, causan implicaciones severas al ambiente, como la concentración de desperdicios y contaminantes, que también son dañinos para su salud. Por lo tanto, una propuesta es implementar un desarrollo sustentable en poblaciones rurales para ayudar a disminuir la migración a las ciudades y adoptar medidas políticas y tecnológicas a fin de reducir al mínimo las consecuencias ambientales de la urbanización.

Acciones del desarrollo sustentable para el uso, manejo y conservación de la biodiversidad.

Protección y conservación de los ecosistemas naturales y su biodiversidad en Áreas Naturales Protegidas.

Las Áreas Naturales Protegidas son hasta ahora una buena opción para conservar la biodiversidad y se definen como las porciones de país, tanto marítimas como terrestres, destinadas a la protección de la diversidad biológica y de sus recursos naturales y culturales. En estas áreas se busca garantizar la provisión de bienes y servicios ambientales indispensables para la sociedad.

Cerca de 10% de la superficie de la Tierra se encuentra bajo un régimen de protección. Estas áreas tienen diversas características, por lo que se les ubica en distintas categorías: parques nacionales, reservas de la biosfera, áreas de protección de flora y fauna, monumentos naturales y paisajes protegidos.

Turismo Sustentable

La Organización Mundial de Turismo definió el concepto de turismo sustentable como: “El que satisface las necesidades de los turistas y regiones anfitrionas al tiempo que protege y mejora las oportunidades turísticas del futuro mediante una adecuada gestión de los recursos que cubren las necesidades económicas, sociales y estéticas”.

En este tipo de turismo es importante la consideración de la llamada capacidad de carga del destino turístico, que se entiende como la cantidad máxima de personas que pueden frecuentar el lugar turístico sin que altere el atractivo natural, así como manifestaciones culturales, procurando la conservación y el beneficio socioeconómico de la población local, reducir el consumo y la generación de residuos y promover la investigación.

Educación Ambiental

La vida en comunidad se basa en integrar los mejores rasgos de los individuos que la componen. Es necesario que la educación, como instrumento de socialización y de actitud crítica, adopte respuestas válidas para los retos que tiene planteados el desarrollo sustentable a partir de reorientar nuestras formas de vida hacia la moderación para romper con el círculo vicioso de la acumulación económica de unos pocos a costa de la pobreza del resto de la humanidad y de la destrucción del medio ambiente.

El énfasis de la educación ambiental es introducir en la consciencia del acto educativo los problemas de la sociedad, desde la escala local hasta la global, fomentando la responsabilidad colectiva y potenciando así el carácter transformador y liberador que puede tener la educación.

El verdadero avance hacia un desarrollo sustentable vendrá por la aceptación y la puesta en práctica de valores, la austeridad en el uso de los recursos, la valoración de los intangibles que proporcionan auténtica calidad de vida (el disfrute de la naturaleza y la compañía) y que, generalmente, son gratuitos. Todo ello resulta fundamental para el desarrollo sustentable global.



✓ Actividad de Aprendizaje: Aprendizaje Basado en Problemas

Instrucción: Analizar el siguiente planteamiento y realizar lo que se pide en cada fase.

Planteamiento

Las actividades turísticas están estrechamente relacionadas con el ambiente, ya que requieren de diversos recursos naturales para la prestación de sus servicios con el sector económico y con la sociedad. Dentro de las actividades turísticas, la industria hotelera es potencial para brindar un excelente servicio; sin embargo, si no se cuenta con un buen desarrollo sustentable se generan una serie de contaminantes que dañan al ambiente, por ejemplo, los sistemas de enfriamiento en las habitaciones emiten a la atmósfera gases de efectos invernadero, la contaminación al subsuelo provocado por aguas residuales, el daño a los ecosistemas por el uso del suelo y extracción de grandes volúmenes de agua. Las repercusiones en el ambiente es la pérdida de biodiversidad y perjudican a la sociedad.

En un caso hipotético, existe una zona llamada Los Azules en el Golfo de las Américas, con una extensión de 1,000 ha. En la zona hay manglares y una playa que es visitada por las familias locales. Cuenta con 1 millón de habitantes, con ingresos bajos. El área incluye 100 ha de tierra que se alquila a un ingenio azucarero para la elaboración de diversos productos. El dinero que se recauda se utiliza para apoyar un centro de salud. Unas 100 familias de pescadores viven una vida difícil al borde de la playa y cerca de 200 familias se dedican a cultivos.

El gobierno está planeando un programa de recuperación económica que incluye la firma de un contrato para un complejo turístico. Con ello, Los Azules sería un destino turístico a nivel internacional, convirtiéndose en una actividad fundamental en la economía por la generación de empleo. El complejo incluiría un hotel resort con 1,000 habitaciones, campos de golf y un puerto deportivo que requiere de rellenar los manglares, instalar una planta de tratamiento de aguas residuales y una nueva línea eléctrica.

El consumo diario de agua será de aproximadamente 5,000 m³ para prestar servicios domésticos, riego de jardines, campo de golf y piscinas. Se ha sugerido que las necesidades de uso no doméstico del agua se cubran con agua reciclada.

Se estima que habrá unos 800 trabajadores y técnicos en la fase de construcción, mientras que la operación del complejo proporcionará 200 trabajadores permanentes.

El gobierno municipal, antes de firmar el contrato con los encargados del complejo turístico, realizará una consulta con un grupo de especialistas que, con base en una investigación, le ofrezcan un informe para tomar una decisión que beneficie a las tres dimensiones del desarrollo sustentable.

Fase 1. Lluvia de ideas: Escribir de manera individual todos los datos o información relevante que se describen y las que tú aportes de manera independiente en el planteamiento y que sean de utilidad.

Fase 2. Problema(s): Determinar de forma colaborativa el problema a solucionar a partir de una o varias preguntas.

Fase 3. Hipótesis: Elaborar de forma colaborativa las posibles respuestas a cada pregunta(s).

Fase 4. Explicación: Realizar una investigación de forma colaborativa para afirmar o negar la(s) hipótesis planteada(s) con base en las fuentes de información.

Fase 5. Fuentes de información: Recopilarás las referencias que se utilizaron para argumentar la solución a la situación planteada en formato APA.

**Instrumento de evaluación de la actividad de aprendizaje
Lista de punteo**

Criterio	Puntaje
Todos los integrantes del equipo colaboraron en la actividad	20
Existió interacción entre el equipo de alumnos con el profesor(a)	20
La lluvia de ideas corresponde a la situación planteada	10
El o los problemas propuestos son planteados de manera adecuada con la situación	10
La o las hipótesis planteadas tienen correspondencia con el problema planteado	10
Las explicaciones o experimento son contundentes para dar solución al problema planteado	20
Presenta fuentes de información apegadas al formato APA	10
Total	

✓ **Evaluación**

Instrucción: Seleccionar de forma individual las opciones correctas para cada reactivo.

1. Contexto en el que surge el término de desarrollo sustentable.

- A) Existencia de una distribución justa de la riqueza generada por el crecimiento económico.
- B) Existencia de un crecimiento económico que ocasionó una sobreexplotación de recursos naturales.
- C) Existencia de un desarrollo humano, en el sentido de crecimiento económico, por la gran cantidad de productos y altas tasas de consumo.
- D) Crecimiento económico debido a la sobreexplotación de recursos naturales sin una distribución a la población de la riqueza generada.

2. La Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza y los Recursos Naturales en 1980 puntualiza el desarrollo sustentable en el ámbito:

- A) Social
- B) Cultural
- C) Ecológico
- D) Económico

3. Es una premisa del desarrollo sustentable:

- A) Educación para las presentes y futuras generaciones.
- B) Atender necesidades básicas en las presentes generaciones.
- C) Satisfacer necesidades de las presentes y futuras generaciones.
- D) Cubrir necesidades básicas para presentes y futuras generaciones.

4. Fueron líneas a cubrir de la Cumbre Mundial sobre Desarrollo Sustentable en Johannesburgo, celebrada en 2002:

- A) Agua, pesca, biodiversidad, bosque
- B) Salud, agua, género, biodiversidad
- C) Clima, biodiversidad, salud, agua
- D) Agua, suelo, biodiversidad, salud

5. Algunos de los objetivos de _____ son: Fin de la pobreza, hambre cero, salud y educación.

- A) Conferencia de Naciones Unidas sobre el Medio Humano realizada en Estocolmo
- B) Cumbre Mundial sobre Desarrollo Sustentable de Johannesburgo
- C) Estrategia Mundial para la Conservación
- D) Cumbre de la Tierra en Etiopía

6. El manejo de las comunidades ecológicas para su conservación de estructura y función es un objetivo de la dimensión _____ del desarrollo sustentable.

- A) Económica
- B) Ambiental
- C) Cultural
- D) Social

7. En el desarrollo sustentable debe procurarse una menor productividad material, pero con mayor calidad y durabilidad y con bajo impacto ambiental. Lo anterior es un objetivo de la dimensión:

- A) Social
- B) Cultural
- C) Ambiental
- D) Económica

8. En esta dimensión del desarrollo sustentable se busca que las poblaciones humanas cubran necesidades, como alimento, vivienda y vestido.

- A) Social
- B) Cultural
- C) Ambiental
- D) Económica

9. En esta acción para la conservación de la biodiversidad se integran las mejores actitudes de los individuos de una población humana que la componen:

- A) Socializar ideas
- B) Crear turismo sustentable
- C) Fomentar la educación ambiental
- D) Creación de Áreas Naturales Protegidas

Fuentes Consultadas

- Audersik, T. (2013). *Biología: La vida en la tierra*. 6ª. ed. México: Prentice Hall.
- Boada, M. y Toledo, V. (2003). *El planeta, nuestro cuerpo*. Colección "La ciencia para todos / 194". México: SEP / CFE / CONACYT.
- BUNAM. CUAIEED. (2019). *Endosimbiosis*. Recuperado el 1 de junio de 2021, de: <http://uapas1.bunam.unam.mx/ciencias/endosimbiosis/>
- Carabias, J., Meave, J., Valverde, T., Cano-Santana, Z. (2009). *Ecología y medio ambiente en el siglo XXI*. México: Pearson Educación.
- Colegio de Ciencias y Humanidades. (2020). Portal académico del CCH. Disponible en: <https://e1.portalacademico.cch.unam.mx/>
- Colegio de Bachilleres. (2004). *¿Cómo se originó la vida, cuáles son las características de los seres vivos y cómo se estudian?* Fascículo 1. Recuperado el 14 de mayo de 2021, de: https://repositorio.cbachilleres.edu.mx/wpcontent/material/compendios/cuarto/biol_1.pdf
- Colegio de Ciencias y Humanidades. (2017). *Programa de estudios, Área de Ciencias Experimentales, Biología I y II*. México: CCH.
- CONABIO. (s. f.). *Biodiversidad: Bosque Tropical Caducifolio*. México. Recuperado el 28 de julio de 2021, de: <https://www.biodiversidad.gob.mx/publicaciones/librosDig/pdf/VegetacionMxC12.pdf>
- Díaz-Barriga, F. (2006). *Enseñanza situada: Vínculo entre la escuela y la vida*. México: McGraw Hill.
- Eichom, S., Evenrt, R. y Hamilton, P. (1992). *Biología de las plantas*. Barcelona: Ediciones Reverté.
- Ernest, M. (2005). *Así es la vida*. Barcelona: Debate.
- Escribano, A. y del Valle, A. (2015). *El aprendizaje basado en problemas, una propuesta metodológica en la educación superior*. 3ª edición. España: Narcea, S. A. de Ediciones.
- Estrella, V. y González, A. (2017). *Desarrollo sustentable: un nuevo mañana*. México: Editorial Patria.
- ESTUARIO. (2020). *Los ecosistemas estuarinos*. Recuperado el 10 de julio de 2021, de: <https://estuario.org/que-es-un-estuario/>
- Flores, J. (2017). *Especies invasoras*. Periódico La Jornada; sección Ciencia. Recuperado el 31 de julio de 2021, de: <https://ciencias.jornada.com.mx/2017/05/25/especies-invasoras-el-problema-invisible-2733.html>
- Frola, P. (2008). *Competencias docentes para la evaluación: Diseño de reactivos para evaluar el Aprendizaje*. México: Trillas
- Frola, P. (2011). *Manual Operativo Para El Diseño De Situaciones Didácticas Por Competencias*. México: Fovel Educación.
- Fundación Iberdrola. (2021). *Categoría Biodiversidad*. Recuperado el 10 de julio de 2021, de: <https://www.fundacioniberdrolamexico.org/biodiversidad/iberdrola-descarga-vida-en-un-manglar-mexicano/>
- Iberdrola. (2021). *La pérdida de biodiversidad, un riesgo para el medio ambiente y para la humanidad*. Recuperado el 31 de julio de 2021, de: <https://www.iberdrola.com/sostenibilidad/perdida-de-biodiversidad>
- Jiménez, F. y A. Fierro. (2006). *Rescate Ecológico del Estuario del Arroyo Garrapatas*. Recuperado el 12 de julio de 2021, de: <https://biblioteca.semarnat.gob.mx/janium/Documentos/Ciga/Libros2011/RESCATE.pdf>
- Lawrence, E. (2014). *Diccionario de Biología*. México: Trillas.
- Lazcano, A. (2007). *La chispa de la vida. Alexander I. Oparin*. 2ª edición México: PANGEA.
- Lazcano, A. (2016). *El origen de la vida*. México: Trillas.
- Lazcano, A. (2016). *Tres ensayos darwinistas*. México: El Colegio Nacional.
- Lazcano, A. y Becerra, A. (2003). *La Biología molecular y la evolución celular temprana*. Capítulo 26. En: Jiménez, L.F. y Horacio Merchant. *Biología celular y molecular*. México: Prentice Hall.
- Ledesma, M. (2000). *Historia de la biología*. México: Agt Editor.
- Línea verde. (2021). *Contaminantes*. Recuperado el 31 de julio de 2021, de: <http://lineaverdehuelva.com/lv/consejos-ambientales/contaminantes>
- Margulis, L. (2008). *Origen de la célula*. México: Reverté.

- Meave, J., Romero-Romero, M., Salas-Morales, S., Pérez-García, E. y Gallardo-Cruz, J. (2012). *Diversidad, amenazas y oportunidades para la conservación del bosque tropical caducifolio en el estado de Oaxaca, México*. *Ecosistemas*, 21(1-2). Recuperado el 13 de julio de 2021, de: <https://www.revistaecosistemas.net/index.php/ecosistemas/article/view/29>
- Naciones Unidas. (1973). *Informe de la Conferencia de las Naciones Unidas sobre el Medio Humano*. Nueva York. Naciones Unidas. Recuperado el 17 de mayo de 2021, de: <https://www.dipublico.org/conferencias/mediohumano/A-CONF.48-14-REV.1.pdf>
- Naciones Unidas. (1987). *Informe de la Comisión Mundial sobre el Medio Ambiente y el Desarrollo*. Recuperado el 17 de mayo de 2021, de: http://www.ecominga.uqam.ca/PDF/BIBLIOGRAPHIE/GUIDE_LECTURE_1/CMMAD-Informe-Comision-Brundtland-sobre-Medio-Ambiente-Desarrollo.pdf
- Naciones Unidas. (2002). *Informe de la Cumbre Mundial Sobre el Desarrollo Sostenible*. Nueva York. Recuperado el 19 de mayo de 2021, de: https://unctad.org/es/Docs/laconf199d20_sp.pdf
- Novo, M. (2009). *La educación ambiental, una genuina educación para el desarrollo sostenible*. Revista de Educación, número extraordinario, pp. 195-217.
- Ondarza, R. (2012). *Ecología, el hombre y su ambiente*. 3ª ed. México: Trillas.
- Oram, R. (2008). *Biología: Sistemas Vivos*. México: McGraw-Hill.
- Organización Internacional Manos Unidas. (2020) *¿Qué es el cambio climático?* Recuperado el 20 de julio de 2021, de: <https://www.manosunidas.org/>
- Parker, S. (2016). *Evolución: toda la historia*. México: BLUME.
- PNUMA y UNEP. (2021). *Informe: Hacer las paces con la naturaleza*. Recuperado el 1 de agosto de 2021, de: <https://www.unep.org/es/events/evento-de-onu-medio-ambiente/lanzamiento-del-informe-hacer-las-paces-con-la-naturaleza>
- Ramírez, A., Sánchez, J.M. y García, A. (2003). *El Desarrollo Sustentable: Interpretación y Análisis*. *Rev. Centro Inv.* (Méx.), Vol. 6, Núm. 21.
- Rodríguez, M. (2008). *Ecología y Medio ambiente. Enfoque Constructivista*. México: Global Educational Solutions (GES).
- Rodríguez, J.F. (2020). *Estromatolitos*. Recuperado el 09 de julio de 2021, de: <https://www.iagua.es/blogs/jorge-f-rodriguez-c>
- Solomon, E. y Berg, L. Martin, D. (2013). *Biología*. México: CENEGAGE.
- Solomon, E. y Berg, L. Martin, D. (2014). *Biología*. 9ª ed. México: MacGraw Hill.
- Solomon, E., Berg, L., Martin, D. (2021). *Conceptos fundamentales de Biología*. México: CENEGAGE.
- Souza V., Eguarte, L., Equihua, C. y Espinosa, L. (2014). *Biología*. México: MacMillan profesional.
- Stephen, G. (2004). *La estructura de la teoría de la evolución*. España: Tusquets.
- Strickberger, M. (1993). *Evolución*. España: Omega.
- UICN. (1980). *Estrategia Mundial para la Conservación: La conservación de los recursos vivos para el logro de un desarrollo sostenido*. Recuperado el 19 de mayo de 2021, de: <https://portals.iucn.org/library/sites/library/files/documents/WCS-004-Es.pdf>
- Valencia, S. y Rojas, O. (2015). *Concepto de especie*. En: Becerra, A., Castañeda, A. y Piñero, D. (Coords). *Evolución orgánica* (146-158 pp.) México: UNAM-Facultad de Ciencias.
- Vázquez, G. (2020). *Escala de tiempo geológico*. Instituto de Geofísica, UNAM. Recuperado el 20 de julio de 2021, de: <http://usuarios.geofisica.unam.mx/gvazquez/yacimientosELIA/zonadesplegar/Clases/Clase%208%20Tiempo%20Geologico.pdf>
- Vidal, M. (2018). *Especies invasoras*. Recuperado el 12 de junio de 2021, de: <https://ciencias.jornada.com.mx/2017/05/25/especies-invasoras-el-problema-invisible-2733.html>
- WWF. (2014). *Resumen. Informe Planeta Vivo*. Recuperado el 10 de agosto de 2021, de: https://wwf.es/assets/panda.org/downloads/ipv_resumen_2014__1.pdf



