GOBIERNO DE
EL SALVADOR



Ciencia y Tecnología

Libro de Texto

GOBIERNO DE
EL SALVADOR



Ciencia y Tecnología

Libro de Texto

Este libro pertenece a: _____

Karla Edith Trigueros
Capitán y Doctora
Ministra de Educación, Ciencia y Tecnología

Edgar Eliseo Alvarenga F.
Viceministro de Educación y de Ciencia y Tecnología, *ad honorem*

Edgard Ernesto Ábrego Cruz
Director General de Educación

Wilfredo Alexander Granados Paz
Director de Currículo y Materiales Educativos

Gilberto Alexander Motto García
Director de Educación Secundaria

Tonatiuh Eddie M. Orantes Ramos
Jefe del Departamento de Ciencia y Tecnología

Edición
Nathalie Carmelina Galicia Shul
Tonatiuh Eddie M. Orantes Ramos
Martha Alicia Artiga Hernández
Adela Melissa Martínez de Guirola
Orlando Leonel Castillo Henríquez
Vilma Guadalupe Mártir Ramírez

Autoría
Huilhuinic Ángel Orantes Ramos
Xochilt María Pocasangre Orellana
Carolina Ruiz de Escobar
Cesiah Rebeca Quintanilla García
Dennis Ulises Lemus Flores
Néstor Josué Ramírez Martínez

Diseño editorial y diagramación
Diego Esaú Hernández Molina
Judith Samanta Romero de Ciudad Real

Jefe del Departamento de Materiales Educativos
Julio Adolfo Castellanos

Corrección de textos
Osvaldo Efraín Hernández Alas

Ilustraciones
Ernesto Escobar

Imágenes
Shutterstock; Dpto. de Ciencias Naturales; Dirección General de Observatorio de Amenazas y Recursos Naturales, MARN; Hanay; Ryan McMinds; Granja-Fernández R. doi: 10.3897/zookeys.406.6306; David J. Stang; Naturalis Biodiversity Center/Wikimedia Commons; Emőke Dénes; Kerry Matz; Vladlen Henríquez; Cayambe; Devra; Karen; Filo gèn', Gracia María Castillo; Jenniffer Hércules; Comisión Ejecutiva Hidroeléctrica del Río Lempa (CEL); Xochilt Gutiérrez

Primera edición, Ministerio de Educación, Ciencia y Tecnología, San Salvador, El Salvador, 2024.
Primera reimpresión 2025.

Derechos reservados. Prohibida su venta y su reproducción con fines comerciales por cualquier medio, sin previa autorización del MINEDUCYT.

ISBN en trámite

Estimado estudiante:

Inicias un nuevo año escolar, una oportunidad para consolidar lo aprendido y alcanzar nuevas metas.

Este libro ha sido preparado para acompañarte en ese camino y refleja nuestro compromiso de transformar el sistema educativo mediante la reforma Mi Nueva Escuela, para que recibas aprendizajes de calidad en escuelas dignas y seguras.

En sus páginas encontrarás la oportunidad de aprender sobre ciencia y tecnología, enfatizando en cómo se construye el conocimiento científico, sus técnicas, limitantes e impactos en nuestra sociedad a través del desarrollo tecnológico. Para ello, transitarás por múltiples temáticas fundamentales y de vanguardia, tales como física clásica y moderna, química orgánica e inorgánica, biología celular y biotecnología, así como geología, astronomía y ciencias planetarias. Cada apartado ha sido diseñado para ayudarte a descubrir nuevos conocimientos, aplicarlos en situaciones reales y desarrollar competencias que te preparen para enfrentar con éxito los retos de la vida escolar y personal.

Estos materiales no solo te ofrecen contenidos, también te invitan a reflexionar, a participar activamente y a crecer como estudiante y como salvadoreño comprometido con el futuro. También recuerda que la disciplina, el orden, la cortesía y el respeto hacia tus compañeros y docentes son pilares para que tengas una formación integral.

El camino del aprendizaje está lleno de alegrías, desafíos y satisfacciones. Te animo a recorrerlo con entusiasmo, constancia y compromiso, por ti, por tu familia y por el nuevo El Salvador que estamos construyendo, paso a paso.

Confío en que tu dedicación dará resultados cada día, acercándote más a tus sueños.

Karla Edith Trigueros
Capitán y Doctora
Ministra de Educación, Ciencia y Tecnología

Conoce tu Libro de Texto

En tu Libro de Texto encontrarás experimentos, recorridos de campo, instrucciones para la construcción de objetos, curiosidades, problemas, juegos y una gran diversidad de actividades que potenciarán tus habilidades científicas y tecnológicas.

A Entradas de unidad

Presentan la siguiente información:

Nombre y número de la unidad.

Perspectiva de las temáticas.

Aprendizajes que alcanzarás al estudiar la unidad.

Imagen alusiva al contenido.

Tiempo estimado que dedicarás a la unidad.

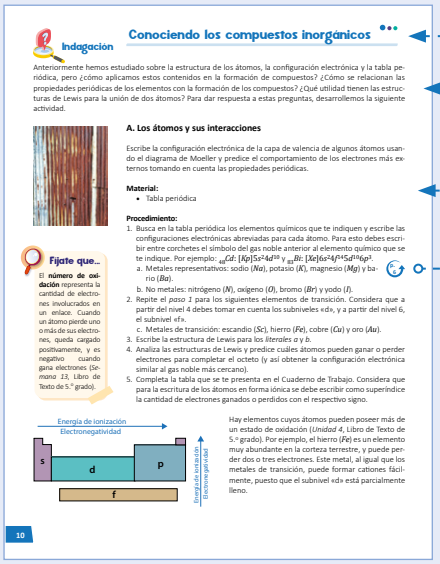


B Secuencia de la semana

Cada unidad se divide en semanas y en cada una transitarás por las siguientes etapas:

1. Indagación

En esta fase aprenderás a cuestionar, recolectar información y explorar tu entorno desde una perspectiva científica. Veamos sus componentes.



Temática principal de la semana.

Introducción.

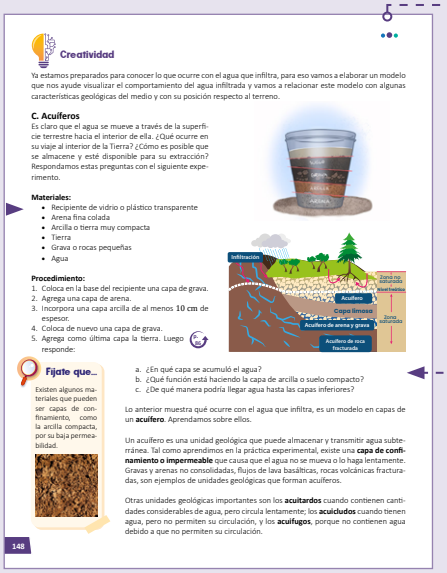
Actividades para desarrollar.

Además, tu Libro de Texto está enlazado con tu Cuaderno de Trabajo. Las flechas circulares te indican la página exacta para efectuar anotaciones.

p. 6

2. Creatividad

En esta etapa pondrás a punto tus habilidades científicas y tecnológicas, efectuando prácticas de todo tipo.


Creatividad

Ya estamos preparados para conocer lo que ocurre con el agua que infiltra, para eso vamos a elaborar un modelo que nos ayude visualizar el comportamiento del agua infiltrada y vamos a relacionar este modelo con algunas características geológicas del medio y con su posición respecto al terreno.

C. Acuíferos

Es claro que el agua se mueve a través de la superficie terrestre hacia el interior de ella. ¿Qué ocurre en su viaje al interior de la Tierra? ¿Cómo es posible que se almacene y esté disponible para su extracción? Respondamos estas preguntas con el siguiente experimento.

Materiales:
- Recipiente de vidrio o plástico transparente
- Arena fina colada
- Arcilla o tierra muy compacta
- Tierra
- Grava o rocas pequeñas
- Agua

Procedimiento:
1. Coloca en la base del recipiente una capa de grava.
2. Agrega una capa de arena.
3. Incorpora una capa arcilla de al menos 10 cm de espesor.
4. Coloca de nuevo una capa de grava.
5. Agrega como última capa la tierra. Luego responde:

a. ¿En qué capa se acumuló el agua?
b. ¿Qué función está haciendo la capa de arcilla o suelo compacto?
c. ¿De qué manera podría llegar agua hasta las capas inferiores?

Fíjate que...

Existen algunos materiales que pueden ser capas de confinamiento, como la arcilla compacta, por su baja permeabilidad.

Lo anterior muestra qué ocurre con el agua que infiltra, es un modelo en capas de un **acuífero**. Aprendamos sobre ellos.

Un acuífero es una unidad geológica que puede almacenar y transmitir agua subterránea. Tal como aprendimos en la práctica experimental, existe una **capa de confinamiento o impermeable** que causa que el agua no se mueva o lo haga lentamente. Gravas y arenas no consolidadas, flujos de lava basálticas, rocas volcánicas fracturadas, son ejemplos de unidades geológicas que forman acuíferos.

Otras unidades geológicas importantes son los **acuitardos** cuando contienen cantidades considerables de agua, pero circula lentamente; los **acuicludos** cuando tienen agua, pero no permiten su circulación, y los **acuífugos**, porque no contienen agua debido a que no permiten su circulación.

148

Los círculos de colores te indican en qué clase o momento de la semana te encuentras.

Secciones especiales.

Procedimientos ilustrados. Te ayudarán a seguir los pasos por tu propia cuenta o con tus compañeros.

3. Comunicación

Al finalizar cada semana, investigarás y compartirás tus resultados y dificultades con tus compañeros.


Comunicación

Es momento de conocer la distribución de aguas superficiales, cuencas o regiones hidrográficas en el país. Será necesario hacer una revisión a los cuerpos superficiales de agua del país (ríos y lagos).

E. Regiones hidrográficas y principales cuerpos de agua en El Salvador

En El Salvador se han establecido regiones hidrográficas para la gestión e investigación del recurso hídrico.

Procedimiento:
1. Forma grupos de trabajo.
2. Realicen una exposición sobre las regiones hidrográficas y los cuerpos de agua superficiales de El Salvador usando los mapas y la información proporcionada.

Regiones hidrográficas
Bahía de Jiquilisco
Cara Sucia-San Pedro
Goascorán
Grande de San Miguel
Grande de Sonsonate-Banderas
Jiboa-Estero de Jaltepeque
Lempa
Mandinga-Comalapa
Paz
Sirama
Ríos principales
Cuerpos de agua superficiales

Unidad 5

Hay 10 regiones hidrográficas en El Salvador, la más grande es la del Lempa. Todas estas tienen una conexión directa al océano. Estas regiones están relacionadas en su mayoría con ríos principales o con regiones montañosas importantes (como la cordillera de El Bálsamo). Las principales cuencas de El Salvador son: río Paz, río Lempa, río Grande de San Miguel y río Jiboa. El 56 % de la superficie de la cuenca del Lempa pertenece al territorio salvadoreño y el resto a Guatemala y Honduras. Estas cuencas se clasifican como exorreicas, según la clasificación que aprendimos al principio. También hay cuencas endorreicas, como la de la zona del lago de Coatepeque, que no tiene drenaje al exterior.

Vista el sitio web para observar los ríos de El Salvador, podrás ver los nombres al acercarte: https://qrs.ly/8zfrtck

Sin embargo, las cuencas hidrográficas en El Salvador se enfrentan a una dura realidad: el cambio climático y las acciones humanas, como el crecimiento demográfico, la urbanización, la deforestación, entre otros factores.

De forma general podemos decir que existe una buena disponibilidad de agua en el país. Lamentablemente, la forma en que se ha gestionado está teniendo consecuencias negativas, a lo que podemos agregar aspectos como el impacto de las sequías en algunas zonas del país como consecuencia del **corredor seco** de Centroamérica, una franja de territorio clasificada como bosque seco tropical, vulnerable a eventos climáticos extremos que combinan periodos largos de sequía con periodos más cortos de lluvias intensas.

Semana 20 145

En esta etapa encontrarás información y fuentes relevantes para contrastar tus resultados y conclusiones.

El color del pie de página indica la etapa y la semana en la que te encuentras.

C Secciones especiales

Te proporcionarán un paso a paso de cómo desarrollar por cuenta propia distintos procedimientos de naturaleza científica.

1. Así se hace...


Así se hace...

Técnicas de muestreo

El estudio de una comunidad es complejo, ya que los datos pueden ser muchos y, por tanto, se buscan esquemas de la estratificación de la comunidad, es decir, de la disposición de las especies tanto de forma horizontal como vertical. Las capas vegetales permiten el establecimiento y desarrollo de las comunidades animales en los ecosistemas terrestres; por ejemplo, aves y murciélagos se establecen en las capas superiores de los bosques; mamíferos y reptiles, en las capas intermedias, y artrópodos, insectos y microorganismos, en la hojarasca y las raíces. En un área grande, como un bosque, sería muy difícil observar a cada uno de los miembros de la comunidad, por lo que se toman **muestras** de ella y se hacen estimaciones aproximadas. Para este fin conoceremos dos métodos: la captura y recaptura y el de cuadrantes.

El método de captura y recaptura es utilizado generalmente para organismos que se mueven, y consiste en capturar una muestra de animales y marcarlos con etiquetas, bandas, pintura u otras marcas corporales (A); luego se liberan en su entorno para que se mezclen con el resto de la población (B) y después se hace otro muestreo, que incluirá algunos de los individuos marcados (recapturas) y otros sin marcar (C). Mediante el cálculo de la relación entre individuos marcados y sin marcar se puede estimar cuántos individuos de cada población hay en una comunidad utilizando la siguiente ecuación:

$$N = \frac{aM}{x}$$

Donde: N= Población total
a=Total de individuos segunda captura
M= Número de marcados primera captura
x=Número de marcados segunda captura

El método de cuadrantes es más utilizado en el caso de organismos inmóviles, como plantas y animales muy pequeños y lentos. Consiste en marcar un área cuadrada dentro del hábitat mediante palos, cuerdas o un marco de madera, de plástico o de metal colocado en el suelo (A y B) y contar el número de individuos de cada especie que hay dentro del área delimitada (C). Al final, los datos se pueden usar para calcular la densidad y el tamaño de cada población de la comunidad, además de la diversidad y riqueza de la comunidad.

La densidad se calculará como:

$$N = \frac{\Sigma n/p}{A}$$

Donde: D = Densidad poblacional
Σn =Sumatoria del número de individuos por parcela
p =Número de cuadrantes
A = Área de las parcelas

El tamaño de la población total se calculará como:

$$N = D * A$$

Donde: N = Población total
D = Densidad poblacional
A= Área total

El tamaño del cuadrante depende de la talla de los organismos a muestrear.

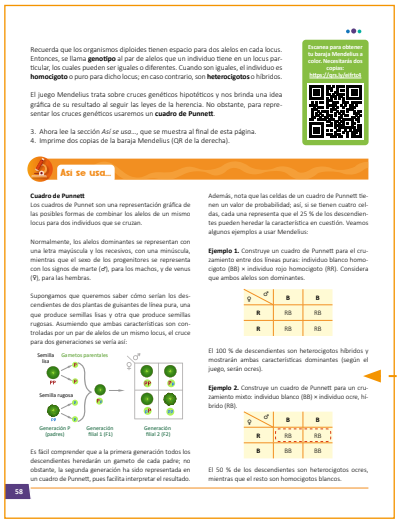
Tamaño	Área	Organismos
10 × 10 cm	0.01 m²	Muy pequeños, como líquenes en árboles y troncos, musgos o algas.
0.5 × 0.5 m	0.25 m²	Pequeñas plantas: hierba, pequeños arbustos. Animales sésiles o de lento movimiento.
1.0 × 1.0 m	1 m²	Plantas de talla media: grandes arbustos.
5.0 × 5.0 m	25 m²	Árboles maduros.

Semana 17 119

Unidad 4

Encontrarás técnicas y estrategias para afrontar situaciones recurrentes que suceden durante las prácticas experimentales.

2. Así se usa...


Recuerda que los organismos diploides tienen espacio para dos alelos en cada locus. Entonces, se llama **genotipo** al par de alelos que un individuo tiene en un locus particular, los cuales pueden ser iguales o diferentes. Cuando son iguales, el individuo es **homocigoto** o puro para dicho locus; en caso contrario, son **heterocigotos** o híbridos.

El juego Mendelius trata sobre cruces genéticos hipotéticos y nos brinda una idea gráfica de su resultado al seguir las leyes de la herencia. No obstante, para representar los cruces genéticos usaremos un **cuadro de Punnett**.

3. Ahora lee la sección *Así se usa...*, que se muestra al final de esta página.
4. Imprime dos copias de la baraja Mendelius (QR de la derecha).

Escanea para obtener tu baraja Mendelius a color. Necesitarás dos copias: https://qrs.ly/b4rbtad

Así se usa...

Cuadro de Punnett

Los cuadros de Punnett son una representación gráfica de las posibles formas de combinar los alelos de un mismo locus para dos individuos que se cruzan.

Normalmente, los alelos dominantes se representan con una letra mayúscula y los recesivos, con una minúscula, mientras que el sexo de los progenitores se representa con los signos de marte (♂), para los machos, y de venus (♀), para las hembras.

Supongamos que queremos saber cómo serían los descendientes de dos plantas de guisantes de línea pura, una que produce semillas lisas y otra que produce semillas rugosas. Asumiendo que ambas características son controladas por un par de alelos de un mismo locus, el cruce para dos generaciones se vería así:

Semilla lisa
Gametos parentales
Semilla rugosa
Generación P (padres)
Generación filial 1 (F1)
Generación filial 2 (F2)

Es fácil comprender que a la primera generación todos los descendientes heredarán un gameto de cada padre; no obstante, la segunda generación ha sido representada en un cuadro de Punnett, pues facilita interpretar el resultado.

Además, nota que las celdas de un cuadro de Punnett tienen un valor de probabilidad; así, si se tienen cuatro celdas, cada una representa que el 25 % de los descendientes pueden heredar la característica en cuestión. Veamos algunos ejemplos a usar Mendelius:

Ejemplo 1. Construye un cuadro de Punnett para el cruzamiento entre dos líneas puras: individuo blanco homocigoto (BB) × individuo rojo homocigoto (RR). Considera que ambos alelos son dominantes.

♀ \ ♂	B	B
R	RB	RB
R	RB	RB

El 100 % de descendientes son heterocigotos híbridos y mostrarán ambas características dominantes (según el juego, serán ocres).

Ejemplo 2. Construye un cuadro de Punnett para un cruzamiento mixto: individuo blanco (BB) × individuo ocre, híbrido (RB).

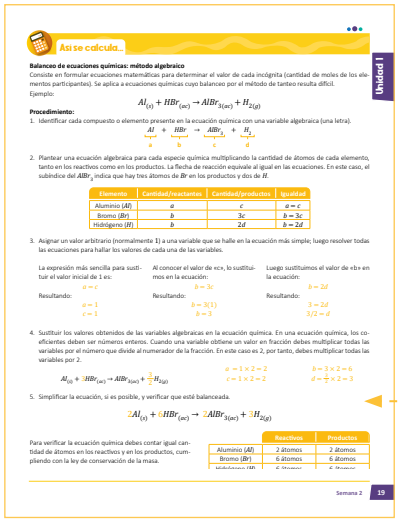
♀ \ ♂	B	B
R	RB	RB
B	BB	BB

El 50 % de los descendientes son heterocigotos ocres, mientras que el resto son homocigotos blancos.

58

Explica cómo emplear apropiadamente los dispositivos o ciertas herramientas necesarias para desarrollar una práctica o resolver un problema.

3. Así se calcula...


Así se calcula...

Balanceo de ecuaciones químicas: método algebraico

Consiste en formular ecuaciones matemáticas para determinar el valor de cada incógnita (cantidad de moles de los elementos participantes). Se aplica a ecuaciones químicas cuyo balanceo por el método de tanteo resulta difícil.

Ejemplo:

$$Al_{(s)} + HBr_{(ac)} \rightarrow AlBr_{3(ac)} + H_{2(g)}$$

Procedimiento:

1. Identificar cada compuesto o elemento presente en la ecuación química con una variable algebraica (una letra).

$$\underset{a}{Al} + \underset{b}{HBr} \rightarrow \underset{c}{AlBr_3} + \underset{d}{H_2}$$

2. Plantear una ecuación algebraica para cada especie química multiplicando la cantidad de átomos de cada elemento, tanto en los reactivos como en los productos. La flecha de reacción equivale al igual en las ecuaciones. En este caso, el subíndice del $AlBr_3$ indica que hay tres átomos de *Br* en los productos y dos de *H*.

Elemento	Cantidad/reactantes	Cantidad/productos	Igualdad
Aluminio (*Al*)	a	c	$a = c$
Bromo (*Br*)	b	$3c$	$b = 3c$
Hidrógeno (*H*)	b	$2d$	$b = 2d$

3. Asignar un valor arbitrario (normalmente 1) a una variable que se halle en la ecuación más simple; luego resolver todas las ecuaciones para hallar los valores de cada una de las variables.

La expresión más sencilla para sustituir el valor inicial de 1 es:
$a = c$
Resultando:
$c = 1$
$a = 1$

Al conocer el valor de «c», lo sustituimos en la ecuación:
$b = 3c$
Resultando:
$b = 3(1)$
$b = 3$

Luego sustituimos el valor de «b» en la ecuación:
$b = 2d$
Resultando:
$3 = 2d$
$3/2 = d$

4. Sustituir los valores obtenidos de las variables algebraicas en la ecuación química. En una ecuación química, los coeficientes deben ser números enteros. Cuando una variable obtiene un valor en fracción debes multiplicar todas las variables por el número que divide al numerador de la fracción. En este caso es 2, por tanto, debes multiplicar todas las variables por 2.

$a = 1 \times 2 = 2$
$c = 1 \times 2 = 2$
$b = 3 \times 2 = 6$
$d = \frac{3}{2} \times 2 = 3$

$$Al_{(s)} + 3HBr_{(ac)} \rightarrow AlBr_{3(ac)} + \frac{3}{2}H_{2(g)}$$

5. Simplificar la ecuación, si es posible, y verificar que esté balanceada.

$$2Al_{(s)} + 6HBr_{(ac)} \rightarrow 2AlBr_{3(ac)} + 3H_{2(g)}$$

Para verificar la ecuación química debes contar igual cantidad de átomos en los reactivos y en los productos, cumpliendo con la ley de conservación de la masa.

	Reactivos	Productos
Aluminio (*Al*)	2 átomos	2 átomos
Bromo (*Br*)	6 átomos	6 átomos
Hidrógeno (*H*)	6 átomos	6 átomos

Semana 2 19

Unidad 1

Presenta distintas estrategias para obtener valores numéricos, emplear herramientas matemáticas o resolver ejercicios y problemas que involucren cálculos.

4. Llamados

Te proporcionarán información relevante sobre las características de los fenómenos naturales estudiados, términos, cifras, notación y dónde compartir tus logros.







D Recursos tecnológicos

A lo largo del libro encontrarás elementos interactivos que puedes explorar utilizando dispositivos móviles. Estos te brindan acceso a recursos adicionales que pueden ayudarte a comprender mejor las temáticas presentadas.

1. Códigos QR



Están en blanco y negro. Tienen forma rectangular y tres cuadrados en las esquinas.

Para acceder a su información, es necesario escanearlos con un dispositivo móvil.

Puedes encontrar contenido en diversos formatos, como audio, video, *software* de aplicación o sitios web.



2. Realidad Aumentada (RA)

Recurso que combina elementos virtuales con el mundo físico. Te permitirá interactuar con los fenómenos y objetos estudiados para mejorar tu experiencia.

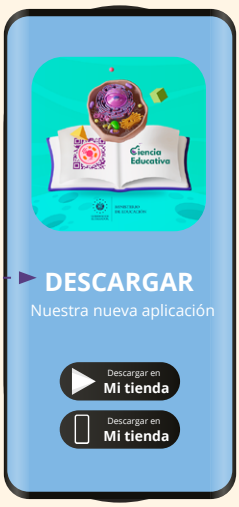


Son tarjetas a color, con un código QR de fondo y un ícono al centro.

Nombre del elemento.

Descripción del elemento.

Para comenzar a usar la RA, primero necesitas descargar e instalar la aplicación «Ciencia Educativa» desde la tienda de tu dispositivo.



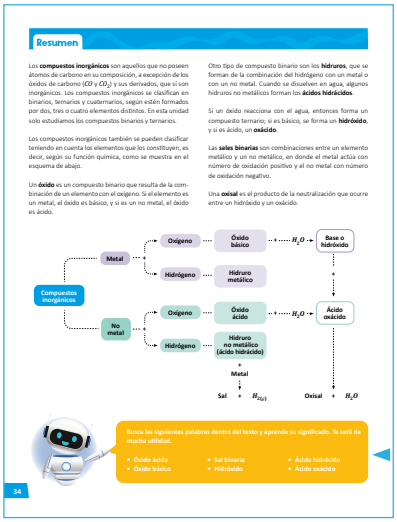


Luego, debes acceder a la aplicación, escanear la tarjeta ¡y listo!

Toma en cuenta que si retiras el dispositivo dejarás de ver el elemento.

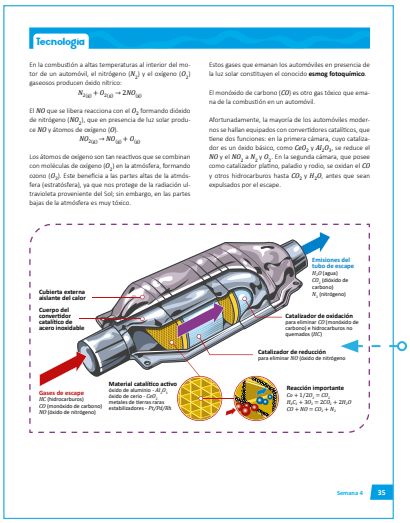
E Cierre de unidad

Consolida tus aprendizajes y conoce las aplicaciones del contenido científico de cada unidad.



1. Resumen

Repasarás los conceptos, leyes y teorías más relevantes que se abordaron durante la unidad. Además, tendrás la oportunidad de fortalecer tu vocabulario científico junto a Nico.



2. Tecnología

Encontrarás los avances y ámbitos de aplicación del conocimiento científico estudiado en cada unidad. Además, conocerás casos de salvadoreños destacados en estos ámbitos.



3. Quiero ser...

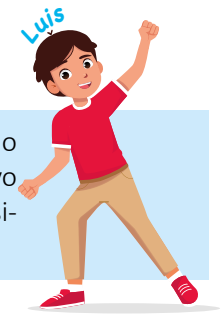
Si estás interesado en adentrarte en el quehacer científico o tecnológico, en esta sección encontrarás opciones de estudio para que puedas convertirte en todo un profesional en la materia.

F Nuevos amigos

Toda aventura requiere de grandes compañeros.



Le encanta explorar el campo y realizar experimentos científicos. Además, es buena deportista. Te dará consejos de seguridad y te ayudará a preparar tus actividades.



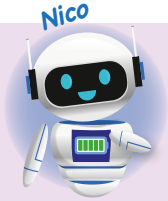
Acostumbra a preguntar acerca de todo lo que le parece interesante. Es muy creativo y dinámico. Te ayudará a construir dispositivos y adaptar experimentos.



Sus pasatiempos son la lectura y las películas de ciencia ficción. Le va genial en informática. Te ayudará a llevar tus registros y notaciones y a manejar los posibles errores.



Le fascinan los *gadgets* y los postres. Está a la vanguardia del desarrollo tecnológico. Te ayudará a reconocer formas para aplicar tu nuevo conocimiento.



Robot autónomo programable para distintas tareas. Tiene acceso inalámbrico a las bibliotecas y museos de todo el mundo. Te ayudará con diversos datos de interés.



Una araña saltadora, con increíbles habilidades. Te acompañará a conocer la vida silvestre. Además, ¿no es adorable?

Índice

Unidad 1. Compuestos inorgánicos		9
Semana 1:	Conociendo los compuestos inorgánicos	10
Semana 2:	Compuestos inorgánicos binarios	16
Semana 3:	Compuestos ternarios: hidróxidos y oxácidos	22
Semana 4:	Compuestos ternarios: oxisales	28
Cierre de unidad		34

Unidad 2. Genética y evolución		37
Semana 5:	Material genético	38
Semana 6:	Replicación del ADN	44
Semana 7:	Polimorfismo y alelos	50
Semana 8:	Genética clásica	56
Semana 9:	Mecanismos de evolución	62
Semana 10:	Evolución y mejoramiento genético	68
Cierre de unidad		74

Unidad 3. Biodiversidad		77
Semana 11:	Importancia y niveles de la biodiversidad	78
Semana 12:	Agrupamiento de especies	84
Semana 13:	Taxonomía	90
Semana 14:	Sistemática y cladística	96
Cierre de unidad		102

Unidad 4. Ecología		105
Semana 15:	Interacciones ecológicas	106
Semana 16:	Ecología de poblaciones	112
Semana 17:	Comunidades biológicas	118
Semana 18:	Ecosistemas	124
Semana 19:	Biogeografía	130
Cierre de unidad		136

Unidad 5. Recurso hídrico		139
Semana 20:	Hidrósfera	140
Semana 21:	Agua subterránea	146
Semana 22:	Calidad de agua	152
Semana 23:	Conozcamos la atmósfera	158
Semana 24:	Observaciones meteorológicas	164
Semana 25:	Fenómenos meteorológicos	170
Cierre de unidad		176

Unidad 6. Ambiente y energía		179
Semana 26:	Recursos y energía	180
Semana 27:	Energías no renovables	186
Semana 28:	Energías renovables	192
Semana 29:	Impacto ambiental	198
Semana 30:	Cambio climático	204
Semana 31:	Seguridad alimentaria y nutricional	210
Semana 32:	Introducción al desarrollo sostenible	216
Cierre de unidad		222



Unidad 1

Compuestos inorgánicos

Eje integrador: organización

En esta unidad aprenderemos a:

- Identificar compuestos inorgánicos binarios como los óxidos, hidruros, hidrácidos y sales binarias.
- Identificar compuestos inorgánicos ternarios como los hidróxidos, oxácidos y oxisales.
- Conocer las diferentes aplicaciones y usos cotidianos de los compuestos inorgánicos binarios y ternarios.
- Formular y balancear compuestos inorgánicos binarios y ternarios.
- Aplicar diferentes nomenclaturas químicas para nombrar los compuestos inorgánicos binarios y ternarios.



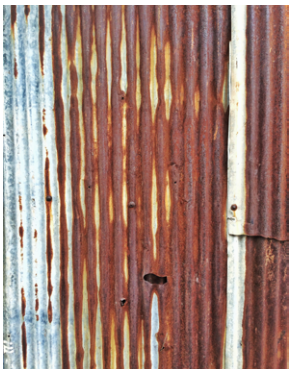
Roca volcánica con material de óxidos de hierro.

Duración: 4 semanas

Conociendo los compuestos inorgánicos

Indagación

Anteriormente hemos estudiado sobre la estructura de los átomos, la configuración electrónica y la tabla periódica, pero ¿cómo aplicamos estos contenidos en la formación de compuestos? ¿Cómo se relacionan las propiedades periódicas de los elementos con la formación de los compuestos? ¿Qué utilidad tienen las estructuras de Lewis para la unión de dos átomos? Para dar respuesta a estas preguntas, desarrollemos la siguiente actividad.



A. Los átomos y sus interacciones

Escribe la configuración electrónica de la capa de valencia de algunos átomos usando el diagrama de Moeller y predice el comportamiento de los electrones más externos tomando en cuenta las propiedades periódicas.

Material:

- Tabla periódica

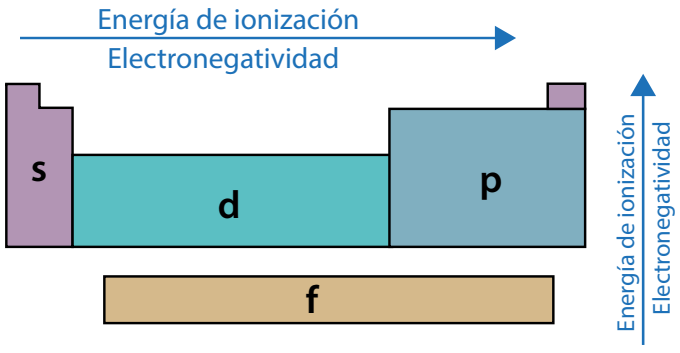
Procedimiento:

1. Busca en la tabla periódica los elementos químicos que te indiquen y escribe las configuraciones electrónicas abreviadas para cada átomo. Para esto debes escribir entre corchetes el símbolo del gas noble anterior al elemento químico que se te indique. Por ejemplo: ${}_{48}Cd$: $[Kp]5s^2 4d^{10}$ y ${}_{83}Bi$: $[Xe]6s^2 4f^{14} 5d^{10} 6p^3$.
   a. Metales representativos: sodio (Na), potasio (K), magnesio (Mg) y bario (Ba).
   b. No metales: nitrógeno (N), oxígeno (O), bromo (Br) y yodo (I).
2. Repite el *paso 1* para los siguientes elementos de transición. Considera que a partir del nivel 4 debes tomar en cuenta los subniveles «d», y a partir del nivel 6, el subnivel «f».
   c. Metales de transición: escandio (Sc), hierro (Fe), cobre (Cu) y oro (Au).
3. Escribe la estructura de Lewis para los *literales a* y *b*.
4. Analiza las estructuras de Lewis y predice cuáles átomos pueden ganar o perder electrones para completar el octeto (y así obtener la configuración electrónica similar al gas noble más cercano).
5. Completa la tabla que se te presenta en el Cuaderno de Trabajo. Considera que para la escritura de los átomos en forma iónica se debe escribir como superíndice la cantidad de electrones ganados o perdidos con el respectivo signo.

p. 6

Fíjate que...

El **número de oxidación** representa la cantidad de electrones involucrados en un enlace. Cuando un átomo pierde uno o más de sus electrones, queda cargado positivamente, y es negativo cuando gana electrones (*Semana 13*, Libro de Texto de 5.º grado).

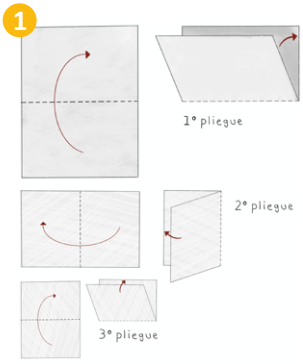


Hay elementos cuyos átomos pueden poseer más de un estado de oxidación (*Unidad 4*, Libro de Texto de 5.º grado). Por ejemplo, el hierro (Fe) es un elemento muy abundante en la corteza terrestre, y puede perder dos o tres electrones. Este metal, al igual que los metales de transición, puede formar cationes fácilmente, puesto que el subnivel «d» está parcialmente lleno.

En la cotidianidad podemos encontrar compuestos de hierro y oxígeno en estructuras metálicas. Pero, ¿por qué unas estructuras se corroen más rápido que otras o por qué cerca del mar la duración de las estructuras metálicas es menor? Así como el hierro, hay varios elementos que se pueden unir a átomos de oxígeno. ¿Qué elementos consideras que se pueden unir al oxígeno? Por medio de la siguiente actividad, conozcamos más sobre los compuestos que contienen oxígeno.

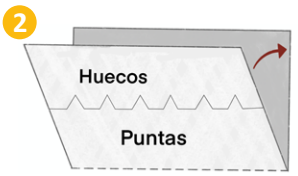
B. Conociendo los óxidos

Los compuestos formados por dos elementos se conocen como **compuestos binarios**; no obstante, estos pueden contener más de dos átomos, pero de dos diferentes tipos de elementos. Por ejemplo, el gas que expiramos, el dióxido de carbono (CO_2), posee tres átomos: un átomo de carbono y dos átomos de oxígeno. Los compuestos binarios que contienen oxígeno se nombran **óxidos**. Organicemos piezas de rompecabezas para formar compuestos binarios que posean oxígeno en su fórmula química con algunos átomos de la *actividad A*.



Materiales:

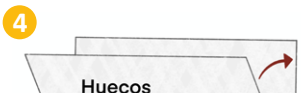
- Tijera
- Lápices de colores
- Hoja de papel bond
- Regla y lápiz



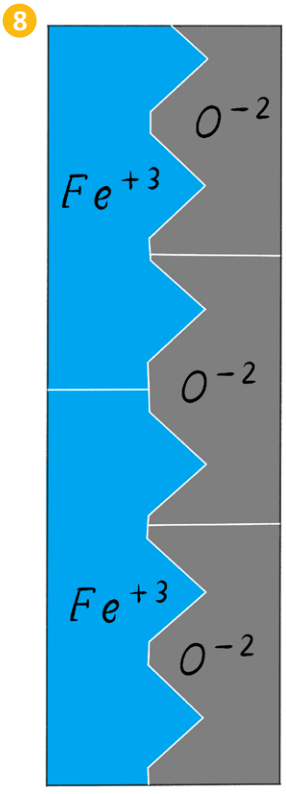
Procedimiento:

1. Dobla la hoja de papel por la mitad. Repite dos veces más este doblez.
2. Toma el papel doblado y dibuja una línea en zigzag, con huecos y puntas, a lo ancho del papel.
3. Recorta el papel siguiendo la línea que dibujaste (en zigzag). Luego, recorta los extremos que doblaste para obtener piezas que encajen unas con otras (como rompecabezas).
4. Toma una de las tiras en zigzag y corta después de cada dos **huecos**. Estas representarán el oxígeno con estado de oxidación de -2. Con un lápiz de color, escribe en ellas el símbolo O^{-2}.
5. Toma las otras dos tiras y recorta considerando las **puntas**: dos piezas de una punta, dos piezas de dos puntas, dos piezas de tres puntas y una pieza de cuatro puntas. Estas representarán diversos elementos (metálicos y no metálicos).
6. Escribe con lápices de diferentes colores en los recortes de las puntas los siguientes símbolos: en las piezas de una punta, el símbolo Na^{+}, en las de dos puntas, Mg^{+2}, en las de tres puntas, Fe^{+3}, y en la de cuatro puntas, C^{+4}.
7. Toma como base las piezas de estado de oxidación positivo y haz que cada una de las otras piezas del O^{-2} encaje hasta que no queden salientes ni huecos vacíos, como armar un rompecabezas. Cada uno de estos representa la formación de un compuesto binario (dos tipos de elemento).
8. Escribe en tu Cuaderno de Trabajo la fórmula de los compuestos.

p. 6







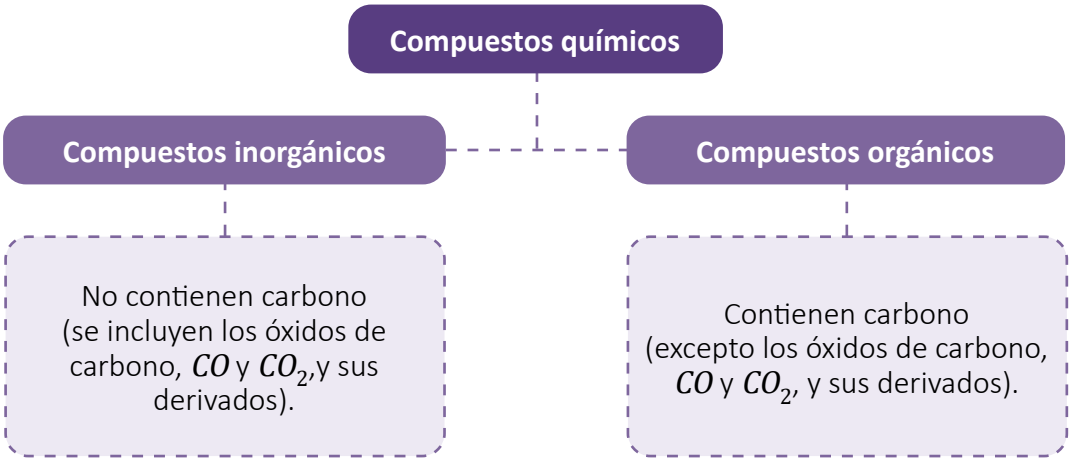
La creación de piezas en forma de rompecabezas con símbolos específicos para cada elemento nos permitió visualizar la combinación de diferentes elementos en la formación de compuestos químicos, ofreciendo una experiencia práctica y visualmente instructiva sobre la composición de estas sustancias.

Creatividad

Los compuestos químicos se pueden clasificar en dos tipos principales: **compuestos orgánicos** y **compuestos inorgánicos**. El gran grupo de compuestos químicos que tienen **átomos de carbono**, como los productos derivados del petróleo, los plásticos, las fibras naturales y sintéticas, entre otros, son sustancias orgánicas, exceptuando a los óxidos de carbono (CO y CO_2) y sus derivados. Todas las demás sustancias químicas que no tienen átomos de carbono son inorgánicas; estas serán nuestro objeto de estudio en esta unidad.

Los organismos vivos estamos formados principalmente de moléculas orgánicas que contienen átomos de carbono.





C. ¿Qué le pasa al hierro cuando se corroe?

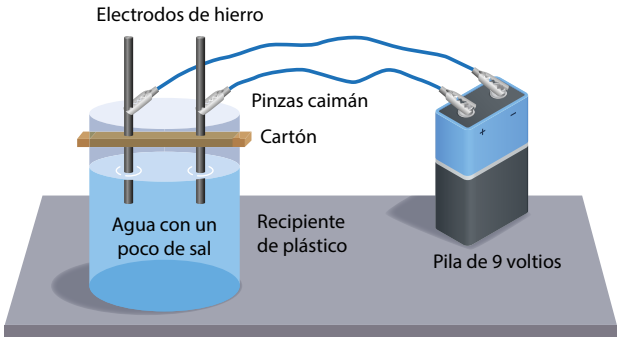
Un **óxido** es un compuesto binario formado por oxígeno y otro elemento de la tabla periódica, ya sea metal o no metal. Posiblemente has observado cómo, luego de ser expuestas a la intemperie, las estructuras de hierro quedan corroídas con el paso del tiempo.

Materiales:

- 1 pieza rectangular de cartón 10×7 cm
- 2 alambres de cobre con pinza caimán
- 2 clavos de hierro de 4 pulgadas
- 1 vaso plástico transparente
- 1 pila de 9 V
- 1 cuchara
- Sal
- Agua

Procedimiento:

1. Vierte agua hasta $3/4$ partes del vaso, aproximadamente.
2. Añade una cucharada de sal y disuélvela.
3. Coloca sobre el vaso la pieza de cartón, que servirá de soporte para los clavos.



4. Introduce los clavos en el cartón, dejando una separación de 3 cm, de forma que una parte de ambos quede sumergida en el agua con sal.
5. Conecta en cada clavo de hierro una pinza de caimán. Luego conecta los otros extremos a cada uno de los polos de una pila de 9 V.
6. Observa lo que sucede después de unos pocos minutos en cada uno de los clavos que actúan como electrodos.
7. Desconecta ambos extremos de los cables con pinzas, saca los clavos del vaso con agua y observa lo ocurrido a ambos clavos.
8. Anota las observaciones y responde las preguntas del Cuaderno de Trabajo.

p. 7

Los óxidos se forman cuando el oxígeno reacciona con un metal o con un no metal. Se clasifican en:

Óxidos básicos. Son aquellos formados por la combinación del oxígeno (O) con un metal (M); se conocen también como óxidos metálicos (MO).

$$\begin{array}{ccccc} Metal & + & Oxígeno & \rightarrow & Óxido\ Metálico \\ M & + & O & \rightarrow & MO \end{array}$$

Óxidos ácidos. Se forman por la combinación del oxígeno (O) con un no metal (N). Se los conoce como óxidos no metálicos (NMO) y también como anhídridos (reaccionan al agregarles agua).

$$\begin{array}{ccccc} No\ Metal & + & Oxígeno & \rightarrow & Óxido\ No\ Metálico \\ NM & + & O & \rightarrow & NMO \end{array}$$

D. Aprendamos a balancear ecuaciones químicas

Una ecuación química indica de forma simbólica los cambios que tienen lugar en una reacción química (*Semana 19*, Libro de Texto de 6.º grado). Estas deben cumplir la ley de la conservación de la masa, de tal forma que el mismo número de átomos de cada elemento aparezca tanto en los reactivos como en los productos. Para cumplir esta ley, toda ecuación debe estar **balanceada** escribiendo **coeficientes estequiométricos** junto a los reactivos y productos, según se necesiten. Veamos de qué manera podemos balancear una ecuación química partiendo de la reacción ocurrida en la actividad anterior.

Procedimiento:

1. Identificamos los productos y los reactivos. Escribimos la ecuación de obtención del óxido, considerando que el hierro tiene número de oxidación +2, y contamos la cantidad de átomos en ambos lados de la ecuación.

$$\underset{\text{Reactivos}}{Fe + O_2} \rightarrow \underset{\text{Productos}}{FeO}$$

Átomos	Reactivos	Productos
Fe	1 átomo	1 átomo
O	2 átomos	1 átomo

2. Comprobamos los diferentes coeficientes estequiométricos en ambos lados de la ecuación. Si la cantidad de átomos de hierro y de oxígeno es la misma tanto del lado de los reactivos como de los productos, la ecuación está balanceada; pero si no es así, es necesario que ajustemos las cantidades probando con distintos números. Dado que en los reactivos hay dos átomos de oxígeno, es necesario que escribamos ese número como coeficiente de la fórmula del óxido que aparece en los productos. Con ello balancearemos los oxígenos, pero el hierro se desajusta, por lo que es necesario colocar el coeficiente 2 en el hierro que está en los reactivos.

$$2Fe + O_2 \rightarrow 2FeO$$

3. Verificamos que la ecuación esté balanceada con los nuevos coeficientes. Pero recuerda que el **coeficiente 1 no se escribe**. p. 7
4. Repite los pasos anteriores para la obtención del óxido Fe_2O_3.
5. Balancea las ecuaciones que aparecen en tu Cuaderno de Trabajo. p. 8

El proceso de ajuste de coeficientes para equilibrar la ecuación brinda una visión práctica de la ley de conservación de la masa en las reacciones químicas.

Notación...

Fórmula general de los óxidos:

$$\overset{+v}{E}\ \overset{-2}{O} = E_2O_v$$

Donde v es el número de oxidación del elemento E (M o NM), -2 es el número de oxidación del oxígeno.

Si los subíndices son pares, se simplifican. El subíndice 1 no se escribe.

La naturaleza del enlace que une al oxígeno con el elemento (M o NM) dependerá de la diferencia de electronegatividad.



Practica el balanceo de ecuaciones por medio de un simulador.
https://qrs.ly/12frtbn

Comunicación

Ya conocemos los óxidos binarios y sabemos distinguirlos entre básicos y ácidos; ahora es importante saber cómo se nombran. La asignación de nombres a los compuestos se denomina **nomenclatura química**. Las reglas para asignar los nombres sistemáticos han sido propuestas por la Unión Internacional de Química Pura y Aplicada (IUPAC, por su nombre en inglés) con el objetivo de elaborar una nomenclatura oficial.



ÓXIDO NÍTRICO

El cobre de una moneda reacciona con ácido nítrico concentrado para formar nitrato cúprico y óxido nítrico, un gas color marrón que es tóxico.

E. Identificando óxidos

Clasifica los óxidos binarios en básicos o ácidos según la naturaleza del elemento y nómbralos aplicando las reglas de los siguientes sistemas: **nomenclatura tradicional** (clásica o antigua), **nomenclatura Stock** y **nomenclatura sistemática o estequiométrica**, que es la avalada por la IUPAC.

Procedimiento:

p. 9

1. Completa la tabla formulando los óxidos de los elementos que se presentan y clasifícalos como óxidos básicos o ácidos (anhídridos).
2. Lee la sección *Así se usa…* para conocer las reglas de los tres sistemas de nomenclatura química.
3. Aplica las reglas de los sistemas de nomenclatura y nombra los óxidos clasificados en el *paso 1*.
4. Identifica el sistema de nomenclatura utilizado en los nombres de los óxidos y escribe la fórmula química a partir de estos.
5. Compara con otros equipos de trabajo los nombres y las fórmulas químicas de los óxidos de esta actividad.

El estudio de los óxidos es muy importante porque se descubren nuevas aplicaciones; por ejemplo, se conocía que el óxido nitrógeno (II) era un gas perjudicial para la atmósfera, pero actualmente se conoce que, al ser producido en una célula humana determinada, actúa como vasodilatador y presenta diversos beneficios.

Así se usa…

Nomenclatura química

Es un sistema de reglas que permite dar nombre a los diferentes compuestos químicos, según el tipo y el número de elementos que los componen. La nomenclatura permite identificar, clasificar y organizar los compuestos y cumple el objetivo de proporcionar una metodología para asignar nombres y fórmulas que no generen ambigüedad.

Para aplicar la nomenclatura química es necesario identificar el tipo de compuestos. En este caso, para un óxido básico donde el metal actúa con un solo número de oxidación, se nombra primero la palabra «óxido», seguida de la preposición «de», y finalmente el «nombre del metal» correspondiente.

$$MO \rightarrow \acute{O}xido\ de\ M$$

Donde M es el metal correspondiente.

MO	Óxido de metal correspondiente
K_2O	Óxido de potasio
CaO	Óxido de calcio

Si es un óxido ácido o básico y el elemento poseen varios números de oxidación, se hace uso de los sistemas de nomenclatura. Considera que en los óxidos el número de oxidación del oxígeno es -2, por tanto, el subíndice que acompaña al oxígeno en la fórmula química corresponde al número de oxidación del elemento acompañante.

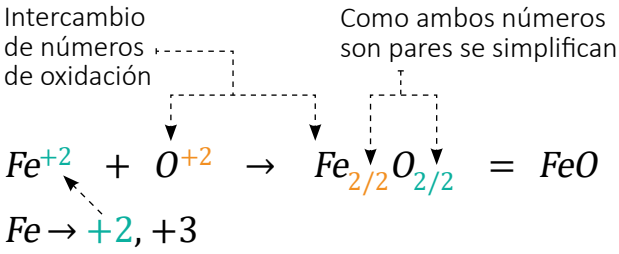
Nomenclatura tradicional. En los óxidos básicos se usa la palabra «óxido», y para los óxidos ácidos se emplea «anhídridos». Se utilizan prefijos y sufijos con el nombre del elemento, según su estado de oxidación.

Nº de estados de oxidación	Estado de oxidación	Prefijo	Sufijo
2	Menor	No aplica	**-oso**
	Mayor	No aplica	**-ico**
3	Menor	**Hipo-**	**-oso**
	Intermedio	No aplica	**-oso**
	Mayor	No aplica	**-ico**
4	Menor	**Hipo-**	**-oso**
	Intermedio menor	No aplica	**-oso**
	Intermedio mayor	No aplica	**-ico**
	Mayor	**Per-**	**-ico**

MO o *NMO*	Óxido o anhídrido + prefijo-elemento-sufijo
FeO	Óxido ferroso
Fe_2O_3	Óxido férrico

Cl_2O	Anhídrido hipocloroso
Cl_2O_3	Anhídrido cloroso
Cl_2O_5	Anhídrido clórico
Cl_2O_7	Anhídrido perclórico

Nomenclatura stock. Se escribe la palabra «óxido», seguida de la preposición «de», luego el «nombre del elemento» y finalmente el número de oxidación con la que actúa, escrita en números romanos y entre paréntesis. Normalmente, los subíndices indican el número de oxidación, a menos que se haya simplificado la fórmula.



Fórmula química	Óxido de + nombre del elemento + (número de oxidación)
FeO	Óxido de hierro (II)
Fe_2O_3	Óxido de hierro (III)
CO	Óxido de carbono (II)
CO_2	Óxido de carbono (IV)

Nomenclatura sistemática. Tanto para la palabra «óxido» como para el nombre del elemento se emplean prefijos griegos multiplicadores, excepto cuando el elemento que acompaña al oxígeno en la fórmula química solo aparece una vez y cuando tiene solo un estado de oxidación.

Número	Prefijo	Número	Prefijo
1	Mono-	6	Hexa-
2	Di-	7	Hepta-
3	Tri-	8	Octa-
4	Tetra-	9	Nona-
5	Penta-	10	Deca-

Fórmula química	Prefijo-óxido de + prefijo-nombre del elemento
FeO	Monóxido de hierro
Fe_2O_3	Trióxido de dihierro
CO	Monóxido de carbono
CO_2	Dióxido de carbono

Además de saber cómo se nombran los óxidos, es necesario aprender a hacer lo inverso, es decir, a escribir la fórmula del óxido a partir de su nombre. Para ello debes identificar la nomenclatura empleada, luego escribir el símbolo del elemento con su respectivo número de oxidación, y a continuación, el símbolo del oxígeno, con número oxidación 2; luego se intercambian estos números y se escriben como subíndices. Si es posible, se simplifican los subíndices. Recuerda que el subíndice 1 no se escribe.

Óxido de bario. El bario (Ba) actúa con un solo número de oxidación, por lo que escribimos $Ba^{+2}O^{-2}$. Al intercambiarlas, resulta Ba_2O_2. Los subíndices son múltiplos de 2 y se simplifican, por lo que la fórmula queda BaO.

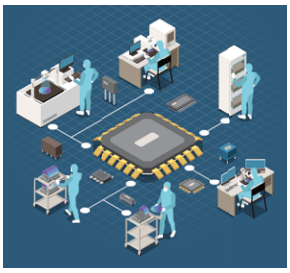
Anhídrido carbónico. El carbono actúa con estados de oxidación 2 y 4; en el sistema tradicional, el sufijo –ico nos indica que está actuando con la mayor valencia, es decir, 4, por lo que escribimos $C^{+4}O^{-2}$. Al intercambiarlas nos queda C_2O_4. Luego se simplifican, con lo cual se obtiene la fórmula CO_2.

Compuestos inorgánicos binarios

Indagación

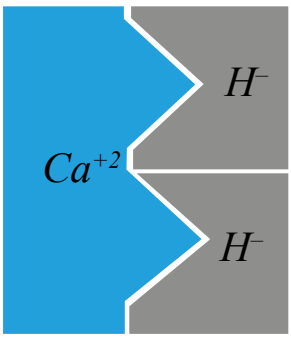
En la lección anterior estudiamos cómo el oxígeno puede combinarse con metales y no metales para formar óxidos. ¿Conoces otros compuestos binarios? En algún momento has utilizado o ingerido algunos de estos compuestos; por ejemplo, cuando agregas un poco de sal común a una fruta o cuando los constructores limpian los azulejos con ácido muriático. ¿Sabes qué elementos conforman esos productos? Hagamos una actividad para identificar compuestos binarios en nuestra vida cotidiana. ¡Comencemos!











A. Identificando compuestos binarios a nuestro alrededor

Organizaremos piezas de rompecabezas para conformar compuestos binarios, específicamente hidruros y sales binarias, e investigaremos para determinar su presencia en distintas sustancias tomando en cuenta la información de las etiquetas de diferentes productos comerciales.

Materiales:

- Lápiz
- Regla
- Lápices de colores
- Tabla periódica
- Tijera
- Hoja de papel bond
- Depósitos o bolsas de productos con viñeta informativa

Procedimiento:

1. Recorta tiras de papel con líneas en zigzag, siguiendo el procedimiento dado en los pasos *1*, *2* y *3* de la *actividad B* de la lección anterior.
2. Toma una de las tiras en zigzag y corta cada hueco. Identifica 11 piezas de un hueco con el símbolo H^-, que representarán el hidrógeno con estado de oxidación de -1.
3. Corta piezas con huecos y escribe el símbolo con lápices de diferentes colores, así: una pieza de un hueco con F^- y otra con Cl^-, una pieza de dos huecos con S^{-2} y una pieza de tres huecos con N^{-3}.
4. Ahora toma las tiras con puntas y escribe el símbolo con lápices de colores de los elementos con los estados de oxidación positivos según el siguiente detalle: cuatro piezas de 1 punta con H^+, una con Na^+ y otra K^+; una de dos puntas Mg^{+2}, otra Ca^{+2} y otra con Zn^{+2}, y una de tres puntas Fe^{+3}.
5. Toma las piezas con puntas, acóplalas con las piezas con hueco que representan al H^- y formula compuestos binarios (dos elementos).
6. Luego toma las piezas con una punta que tienen el símbolo H^+ y únelas con las piezas con hueco que representan a F^-, Cl^-, S^{-2} y N^{-3}.
7. Verifica que cada compuesto binario formulado contenga como mínimo un hidrógeno y que las piezas encajen como un rompecabezas.
8. Escribe la fórmula de los compuestos binarios obtenidos (hidrógeno + metal o hidrógeno + no metal). p. 10
9. Utiliza los elementos mencionados en los *pasos 4* y *6* (a excepción del H) y escribe la fórmula química de compuestos binarios formados por $M + NM$.
10. Identifica la presencia de compuestos binarios en diversos productos de consumo. Escribe una lista del tipo de compuestos que identifiques.

Creatividad

Los compuestos binarios que contienen hidrógeno se clasifican según el tipo de elemento que se combine con el hidrógeno, igual que los óxidos tienen una determinada formulación y clasificación.

Compuestos binarios hidrogenados	$Hidrógeno + Metal$ $M + H \rightarrow MH$ $M^{+v}H^{-1} = MH_v$	Estado de oxidación del hidrógeno es -1. Compuestos iónicos (enlace iónico).	**Hidruros metálicos**
	$Hidrógeno + No\ Metal$ $NM + H \rightarrow HNM$ $H^{+1}NM^{-v} = H_vNM$	Estado de oxidación del hidrógeno es $+1$. Compuestos moleculares (enlace covalente).	**Hidruros no metálicos** **Hidrácidos** (no metales de los grupos 16 y 17, excepto el oxígeno).

Los hidrácidos son compuestos moleculares que en presencia de agua son capaces de donar un protón, es decir, que el hidrógeno deja el electrón y sale sin electrones, generando iones hidrógenos, y el halógeno se queda con el electrón, que forma iones con carga negativa, llamados **ácidos hidrácidos**. Por ejemplo:

$$HCl_{(g)} + H_2O_{(l)} \rightarrow H_3O^+_{(ac)} + Cl^-_{(ac)}$$

Los halógenos que forman ácidos hidrácidos presentan número de oxidación –1, mientras que los elementos del grupo 16 (S, Se y Te), –2. Otros compuestos binarios son las **sales binarias**, que se obtienen al combinar un metal con un no metal, en los que el primero actúa siempre con su estado de oxidación positivo y el segundo con su estado de oxidación negativo. Para formularlas, primero se escribe el símbolo del metal, seguido del símbolo del no metal, y se intercambian los estados de oxidación, así:

$$M^{+v}NM^{-n} = M_nNM_v$$

Donde v es el número de oxidación del metal y n es el número del no metal.
Cuando una sal proviene de un hidrácido (halógeno) recibe el nombre de **halogenuro** o **haluro**.

B. Sinteticemos sales binarias

Obtengamos sales binarias desarrollando reacciones químicas del tipo de desplazamiento (*Semana 20*, Libro de Texto de 6.° grado), donde el hidrógeno del HCl es desplazado por un metal que es más activo que el hidrógeno.

Al manipular los reactivos, guarda las medidas de precaución necesarias.



Materiales:

- Gradilla para tubos de ensayo
- Cinta adhesiva blanca
- 2 tubos de ensayo
- 1 gotero
- 1 clavo pequeño de hierro
- $6\ mL$ de ácido clorhídrico (ácido muriático)
- 2 granallas de zinc (o clavos de zinc)

Procedimiento:

1. Utiliza la cinta adhesiva para rotular los dos tubos de ensayo, uno con el símbolo del zinc (Zn) y el otro con el símbolo del hierro (Fe).
2. Agrega entre 2 y $3\ mL$ de ácido clorhídrico (HCl) en cada tubo de ensayo.

3. Añade dos granallas de zinc al tubo rotulado como Zn. Cuando las añadas, inclina un poco el tubo de ensayo para evitar salpicaduras del ácido.
4. Agrega con el mismo cuidado un clavo de hierro al tubo rotulado como Fe.
5. Observa la reacción en ambos tubos. Debes estar atento a las evidencias de reacción, como burbujeo, cambios de temperatura, color, entre otras. Es probable que la reacción tarde unos minutos.
6. Anota tus observaciones y las evidencias de las reacciones.
7. Lee las siguientes consideraciones: cuando a un metal se le agrega un hidrácido, este reacciona desplazando al hidrógeno (por la diferencia de electronegatividad) y produciéndose una sal binaria; el hidrógeno desplazado se libera como gas molecular, es decir, H_2. La ecuación que representa la reacción de desplazamiento es $A + BC \rightarrow AC + B$.
8. Escribe las ecuaciones que representan las reacciones químicas desarrolladas.

p. 11

El jugo gástrico que produce tu estómago contiene HCl, que ayuda a digerir los alimentos que consumes y destruye bacterias dañinas que pudieras haber ingerido.



Escanea el código QR y observa el desarrollo del método algebraico con una explicación práctica y comprensible.
https://qrs.ly/3lfrtbo

En la *actividad B* se propusieron las ecuaciones químicas que representan las reacciones de dos metales con el HCl, produciendo en ambas hidrógeno molecular (H_2); por tanto, es necesario balancear esas ecuaciones. En la semana anterior conocimos un método que consistió en realizar una inspección en los reactivos y productos; luego, a prueba y error, se determinan las cantidades de átomos de los elementos participantes mediante el **método de tanteo**. Ahora conozcamos otra forma de balancear ecuaciones químicas.

C. Balanceando ecuaciones químicas

Utiliza los métodos de balanceo de ecuaciones químicas para obtener la cantidad correcta de moles de átomos que están involucrados en una reacción química, analiza las ecuaciones químicas que se te presentan y aplica el método de balanceo más conveniente.

Procedimiento:

1. Balancea la ecuación química que representa la reacción del Zn con HCl por el método de tanteo.
2. Lee la sección *Así se calcula…* para conocer el método algebraico de balaceo de ecuaciones químicas.
3. Balancea la ecuación química que representa la reacción del Fe con HCl por el método algebraico. Considera que el número de oxidación del Fe es $+3$.
4. Utiliza el método de balanceo que consideres más conveniente para balancear las ecuaciones químicas del Cuaderno de Trabajo y deja evidencia del procedimiento.

p. 11

p. 12

Es muy importante escribir y balancear correctamente una ecuación química que representa una reacción química. Por ejemplo, el cloruro férrico ($FeCl_3$) es una sal binaria compuesta por hierro y cloro que se emplea en el tratamiento de aguas. Para conocer las cantidades necesarias para el tratamiento de un gran volumen de agua se parte de la relación de productos y reactivos de la ecuación química y luego se proyecta a macroprocesos.

Así se calcula...

Balanceo de ecuaciones químicas: método algebraico

Consiste en formular ecuaciones matemáticas para determinar el valor de cada incógnita (cantidad de moles de los elementos participantes). Se aplica a ecuaciones químicas cuyo balanceo por el método de tanteo resulta difícil.

Ejemplo:

$$Al_{(s)} + HBr_{(ac)} \rightarrow AlBr_{3(ac)} + H_{2(g)}$$

Procedimiento:

1. Identificar cada compuesto o elemento presente en la ecuación química con una variable algebraica (una letra).

$$\underbrace{Al}_{a} + \underbrace{HBr}_{b} \rightarrow \underbrace{AlBr_3}_{c} + \underbrace{H_2}_{d}$$

2. Plantear una ecuación algebraica para cada especie química multiplicando la cantidad de átomos de cada elemento, tanto en los reactivos como en los productos. La flecha de reacción equivale al igual en las ecuaciones. En este caso, el subíndice del $AlBr_3$ indica que hay tres átomos de Br en los productos y dos de H.

Elemento	Cantidad/reactantes	Cantidad/productos	Igualdad
Aluminio (Al)	a	c	$a = c$
Bromo (Br)	b	$3c$	$b = 3c$
Hidrógeno (H)	b	$2d$	$b = 2d$

3. Asignar un valor arbitrario (normalmente 1) a una variable que se halle en la ecuación más simple; luego resolver todas las ecuaciones para hallar los valores de cada una de las variables.

La expresión más sencilla para sustituir el valor inicial de 1 es:

$$a = c$$

Resultando:

$$a = 1$$
$$c = 1$$

Al conocer el valor de «c», lo sustituimos en la ecuación:

$$b = 3c$$

Resultando:

$$b = 3(1)$$
$$b = 3$$

Luego sustituimos el valor de «b» en la ecuación:

$$b = 2d$$

Resultando:

$$3 = 2d$$
$$3/2 = d$$

4. Sustituir los valores obtenidos de las variables algebraicas en la ecuación química. En una ecuación química, los coeficientes deben ser números enteros. Cuando una variable obtiene un valor en fracción debes multiplicar todas las variables por el número que divide al numerador de la fracción. En este caso es 2, por tanto, debes multiplicar todas las variables por 2.

$$Al_{(s)} + 3HBr_{(ac)} \rightarrow AlBr_{3(ac)} + \frac{3}{2}H_{2(g)}$$

$$a = 1 \times 2 = 2 \qquad b = 3 \times 2 = 6$$
$$c = 1 \times 2 = 2 \qquad d = \frac{3}{2} \times 2 = 3$$

5. Simplificar la ecuación, si es posible, y verificar que esté balanceada.

$$2Al_{(s)} + 6HBr_{(ac)} \rightarrow 2AlBr_{3(ac)} + 3H_{2(g)}$$

Para verificar la ecuación química debes contar igual cantidad de átomos en los reactivos y en los productos, cumpliendo con la ley de conservación de la masa.

	Reactivos	Productos
Aluminio (Al)	2 átomos	2 átomos
Bromo (Br)	6 átomos	6 átomos
Hidrógeno (H)	6 átomos	6 átomos

Comunicación

En las etapas anteriores conocimos las fórmulas generales de los hidruros y las sales binarias y experimentamos con la síntesis de una sal. Ahora es momento de aplicar las nomenclaturas aprendidas en la lección anterior y conocer unas reglas adicionales.



CLORURO DE SODIO

El cloruro de sodio (sal de mesa) es la sal binaria que ocupamos para sazonar los alimentos. Observa su cristalización al evaporarse el agua.

D. Identificando compuestos con hidrógeno y sales binarias

Nombra y formula compuestos binarios que se te presentan en el Cuaderno de Trabajo.

Procedimiento:

1. Lee cuidadosamente la sección *Así se usa…* y conoce las reglas para nombrar hidruros, hidrácidos y halogenuros.
2. Utiliza las tres nomenclaturas y nombra los compuestos que se te presentan en el Cuaderno de Trabajo. p. 13
3. Identifica la nomenclatura utilizada en los nombres de los compuestos binarios y descifra y escribe la fórmula química de los representa.
4. Compara los nombres y las fórmulas con tus compañeros de clase.

Los compuestos binarios son muy importantes y sus aplicaciones varían desde la industria energética hasta el uso cotidiano. Por ejemplo, en la década de 1990, la Organización Mundial de la Salud recomendó la yodación universal de la sal de mesa para erradicar y prevenir la deficiencia de yodo (problema de salud pública importante), que tenía una alta relación con el daño cerebral.

Así se usa…

Nomenclatura de hidruros y sales binarias

Para nombrar estos compuestos se utilizan, con algunas variantes, los sistemas de nomenclaturas vistos anteriormente. Para los metales que poseen un número de oxidación fijo se considera:

Hidruros metálicos. Se escribe la palabra «hidruro», luego la preposición «de» y finalmente el «nombre del metal».

Ejemplo	Nombre
LiH	Hidruro de litio
NaH	Hidruro de sodio
CaH_2	Hidruro de calcio
BaH_2	Hidruro de bario

Sales binarias. Se escribe el «nombre del no metal con la terminación -uro» (para el azufre se usa sulfuro), luego la preposición «de» y finalmente el «nombre del metal».

Ejemplo	Nombre
$LiCl$	Cloruro de litio
$NaBr$	Bromuro de sodio
CaS	Sulfuro de calcio
BaI_2	Yoduro de bario

Para nombrar estos compuestos se utilizan, con algunas variantes, los sistemas de nomenclaturas vistos anteriormente. Para los metales que poseen un número de oxidación fijo se considera:

Ejemplo	Nombre común	Ejemplo	Nombre común	Ejemplo	Nombre común
BH_3	Borano	SbH_3	Estibina	NH_3	Amoníaco
SiH_4	Silano	GeH_4	Germano	CH_4	Metano
AsH_3	Arsina	PH_3	Fosfina		

Hidrácidos. El nombre de estos compuestos dependerá de si están disueltos en agua (ac) o en estado puro (g). Si están puros, se escribe primero «el nombre del no metal con la terminación-uro» y luego, se escribe «de hidrógeno»; si están en disolución acuosa, se escribe ácido y seguido el nombre del no metal terminado en-hídrico.

En estado gaseoso		En disolución acuosa	
Ejemplo	**Nombre**	**Ejemplo**	**Nombre**
$HF_{(g)}$	Fluoruro de hidrógeno	$HF_{(ac)}$	Ácido fluorhídrico
$HCl_{(g)}$	Cloruro de hidrógeno	$HCl_{(ac)}$	Ácido clorhídrico
$HBr_{(g)}$	Bromuro de hidrógeno	$HBr_{(ac)}$	Ácido bromhídrico
$H_2S_{(g)}$	Sulfuro de hidrógeno	$H_2S_{(ac)}$	Ácido sulfhídrico

Los metales que actúan con varios números de oxidación se nombran siempre con la palabra «hidruro», y a continuación se hace uso de cualquiera de los tres sistemas de nomenclatura. Como el hidrógeno actúa con número de oxidación –1, y en las fórmulas se han intercambiado los números de oxidación, el subíndice del hidrógeno corresponde a la valencia del metal.

Ejemplo	Nomenclatura tradicional	Nomenclatura stock	Nomenclatura sistemática
FeH_2	Hidruro ferroso	Hidruro de hierro (II)	Dihidruro de hierro
FeH_3	Hidruro férrico	Hidruro de hierro (III)	Trihidruro de hierro
NiH_2	Hidruro niqueloso	Hidruro de níquel (II)	Dihidruro de níquel
NiH_3	Hidruro niquélico	Hidruro de níquel (III)	Trihidruro de níquel

En las sales binarias, donde el metal actúa con varios números de oxidación, se escribe siempre el nombre del no metal con la terminación «-uro» y se hace uso de cualquiera de los tres sistemas de nomenclatura.

Ejemplo	Nomenclatura tradicional	Nomenclatura stock	Nomenclatura sistemática
$FeCl_2$	Cloruro ferroso	Cloruro de hierro (II)	Dicloruro de hierro
$FeCl_3$	Cloruro férrico	Cloruro de hierro (III)	Tricloruro de hierro
NiS	Sulfuro niqueloso	Sulfuro de níquel (II)	Sulfuro de níquel
$NiBr_3$	Bromuro niquélico	Bromuro de níquel (III)	Tribromuro de níquel

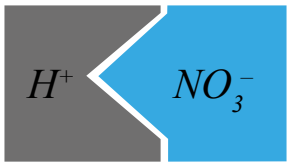
Para deducir una fórmula química a partir del nombre debes identificar la nomenclatura y determinar si el elemento posee uno o varios estados de oxidación (puedes utilizar la tabla periódica). Para identificar las nomenclaturas debes recordar que en la tradicional utilizas sufijos, en la stock se usan números romanos y en la sistemática, prefijos. Ejemplos:

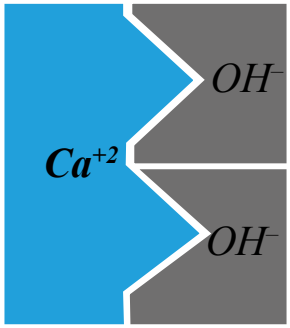
- **Hidruro de zinc.** El zinc es un metal que solo actúa con el estado de oxidación $+2$ y el hidrógeno en los hidruros metálicos con -1, por tanto, escribimos $Zn^{+2}H^{-1}$. Al intercambiar los números de oxidación, se obtiene: ZnH_2.
- **Hidruro mercurioso.** El mercurio actúa con estados de oxidación de $+1$ y $+2$; por la terminación «–oso» (nomenclatura tradicional) deducimos que se trata de $+1$ y escribimos $Hg^{+1}H^{-1}$. Al intercambiarlas se obtiene HgH, porque el subíndice 1 no se escribe.
- **Hidruro de cobre (II).** Al observar el número romano deducimos el estado de oxidación y la nomenclatura, por lo que escribimos $Cu^{+2}H^{-1}$. Al intercambiar los números de oxidación, se obtiene CuH_2.
- **Ácido yodhídrico.** Se trata de un hidrácido de un halógeno en disolución acuosa, por tanto, escribimos $H^{+1}I^{-1}$. Al intercambiarlos, obtenemos HI.
- **Cloruro de sodio.** Se trata de una sal binaria en la que el metal tiene un solo número de oxidación y el cloro actúa con el número de oxidación -1, obteniendo la fórmula $NaCl$.
- **Trisulfuro de dicobalto.** El nombre está en la nomenclatura sistemática, así que se puede deducir directamente por los prefijos que el compuesto tiene tres átomos de azufre y dos de cobalto, de lo cual obtenemos Co_2S_3.

Compuestos ternarios: hidróxidos y oxácidos

Indagación

En lo que va de esta unidad hemos estudiado los compuestos binarios, como los anhídridos, que reaccionan al agregarles agua. Pero ¿qué tipo de compuestos forman? ¿Siguen siendo compuestos binarios o no? ¿Cómo se clasifica un compuesto si está formado por tres elementos diferentes? Continuemos conociendo más datos de los compuestos inorgánicos.











A. Identifiquemos compuestos de tres elementos

Continúa armando piezas de rompecabezas para formar compuestos con tres elementos diferentes e investiga la presencia de ellos en diversas sustancias de tu entorno tomando en cuenta la información de las etiquetas de diferentes productos.

Materiales:

- Lápiz
- Regla
- Lápices de colores
- Tijera
- Hoja de papel bond
- Envases de productos con viñeta informativa

Procedimiento:

1. Recorta tiras de papel con líneas en zigzag siguiendo el procedimiento de la *actividad A* de la *Semana 1*.
2. Toma las tiras en zigzag, corta 11 piezas de un hueco y escribe con lápices de colores, según detalle: nueve piezas con el símbolo H^+, que representan el ion hidrógeno con carga $+1$, una con el ion Na^+ y otra con el ion K^+.
3. Continúa recortando piezas con huecos (considera que la carga del ion equivale a la cantidad de huecos de cada pieza) e identifica cada pieza según el siguiente detalle: en una pieza Mg^{+2}, otra con Ca^{+2} y, finalmente, Fe^{+3}.
4. Luego toma las tiras que tienen puntas y utilízalas para representar iones poliatómicos (que poseen más de un átomo) con carga negativa.
5. Recorta nueve piezas e identifícalas con el símbolo del ion hidróxido (OH^-).
6. Ahora toma las tiras con puntas, escribe con lápices de colores y corta según el siguiente detalle: una pieza para el ion NO_3^-, otra para ClO^-, una punta para CO_3^{-2}, otra para SO_4^{-2} y finalizamos con la pieza para el PO_4^{-3}.
7. Forma compuestos uniendo piezas con huecos con piezas con puntas, como armar un rompecabezas. Haz que cada una de las piezas de los iones positivos encajen con las piezas del ion OH^- y que las piezas de los iones negativos encajen con las piezas del ion H^+, hasta que no queden salientes ni huecos vacíos.
8. Escribe la fórmula de los compuestos formados; debes escribir primero la especie positiva (catión), luego la negativa (anión), intercambiar los subíndices. Para los iones poliatómicos debes escribirlos entre paréntesis cuando haya más de uno y deja afuera del paréntesis el subíndice.
9. Observa las etiquetas de los empaques de productos e identifica compuestos que posean tres elementos diferentes.

p. 14

Creatividad

En lo que va de esta unidad hemos estudiado los compuestos binarios y en la actividad anterior notaste que los compuestos poseen tres elementos diferentes; a estos se les conoce como **compuestos ternarios**. No obstante, estos pueden contener más de tres átomos; por ejemplo, el ácido carbónico (H_2CO_3) posee en total seis átomos, pero de tres elementos distintos: 2 átomos de hidrógeno, 1 átomo de carbono y 3 átomos de oxígeno.

B. Conozcamos los compuestos ternarios

Como ya sabemos qué son los compuestos ternarios, ahora veamos qué son los compuestos precursores, cómo obtenerlos y cómo se escribe su fórmula química por medio de la siguiente actividad.

Procedimiento:

1. Lee el siguiente texto.

Al agregarles agua, los óxidos básicos (MO) reaccionan y dan paso a la formación de compuestos ternarios llamados **hidróxidos**, también conocidos como bases porque son sustancias jabonosas al tacto, de sabor áspero, entre otras características. Los hidróxidos se forman por la unión del ion **hidróxido (OH^-)** con un catión (generalmente metálico). Se formulan escribiendo primero el símbolo del catión (metal) y a continuación el grupo hidróxido entre paréntesis; y fuera del paréntesis, como subíndice, el número de oxidación del catión. Si el número de oxidación es de 1, no se necesita escribirlo ni poner los paréntesis.

$$M^{+m}OH^- \rightarrow M(OH)_m$$

Donde M es metal correspondiente y m es el estado de oxidación del metal.

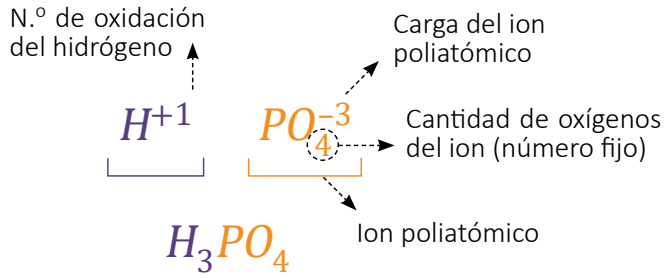
Ejemplos: $K_2O_{(s)} + H_2O_{(l)} \rightarrow 2KOH_{(ac)}$

$FeO_{(s)} + H_2O_{(l)} \rightarrow Fe(OH)_{2(ac)}$

Los óxidos ácidos (NMO) reaccionan con agua y producen compuestos llamados **ácidos oxácidos**, que son compuestos ternarios formados por tres elementos distintos: hidrógeno, que actúa con número de oxidación $+1$; oxígeno, que siempre actúa con número de oxidación -2, y un tercer elemento no metálico, que actúa con un número de oxidación positivo. Para formularlos se escribe primero el símbolo del hidrógeno y luego el ion poliatómico, formado por el símbolo del no metal unido al símbolo del oxígeno.

$$H^+NMO^v \rightarrow H_vNMO$$

Donde NM es no metal correspondiente y v es la carga del ion poliatómico.



Ejemplos: $SO_{3(g)} + H_2O_{(l)} \rightarrow H_2SO_{4(ac)}$

$CO_{2(g)} + H_2O_{(l)} \rightarrow H_2CO_{3(ac)}$

El ion poliatómico posee una carga negativa que resulta de la diferencia del valor del número de oxidación del no metal menos el valor de la multiplicación del número de oxidación del oxígeno por la cantidad de átomos. La única incógnita es el número de oxidación del no metal. Por ejemplo: H_3PO_4

N.º de oxidación	$+1$	X	-2	
Elementos	H_3	P	O_4	
Cargas	$+3$	$+5$	-8	$=0$

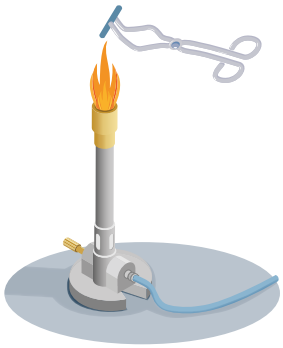
El número de oxidación del fósforo (P) es +5.

2. Determina el número de oxidación de los ácidos oxácidos que se te presentan.

p. 15

Puedes sustituir la fenolftaleína o papel indicador por el indicador de agua de repollo morado o de flor de clavel.







C. Fabriquemos hidróxidos y oxácidos

Pongamos en práctica los conocimientos de los compuestos inorgánicos por medio de una serie de reacciones químicas. Para esta actividad obtendremos un hidróxido a partir de un óxido básico y un ácido oxácido a partir de un óxido ácido. En ambas reacciones tendrás en común el agua como reactivo.

Materiales:

- 1 pinza
- Fósforos
- 1 pajilla
- 1 agitador
- 1 mechero o una vela
- 1 vaso transparente
- 1 tubo de ensayo
- Agua desmineralizada
- Indicador ácido-base
- 1 trozo de cinta de magnesio

Procedimiento:

1. Enciende con los fósforos el mechero o la vela, pero hazlo con precaución.
2. Con la pinza, sostén un trozo pequeño de cinta de magnesio y ponlo en contacto con la llama hasta que inicie la combustión. Cuando esto ocurra, ¡no veas directamente la llama! Anota tus observaciones.
3. Cuando termine la combustión, deposita el residuo obtenido dentro del tubo de ensayo. Este producto es el resultado de la reacción química ocurrida entre el magnesio y el oxígeno.
4. Escribe en tu Cuaderno de Trabajo la reacción química balanceada y el nombre el óxido obtenido y clasifícalo como ácido o básico.
5. Añade 2 o $3\ \mathrm{mL}$ de agua al tubo de ensayo con el residuo y agítalo hasta disolver buena parte del residuo.
6. Agrega dentro del tubo un indicador ácido-base. Anota las observaciones.
7. Plantea la reacción ocurrida dentro del tubo de ensayo y responde.
8. En el vaso, agrega agua destilada, aproximadamente hasta la mitad.
9. Agrega de 3 a 4 gotas del indicador y agita para que se mezcle.
10. Introduce la pajilla en el vaso y con tu aliento agrega CO_2 al agua; observa si hay algún cambio con el indicador.
11. Anota las observaciones y clasifica el producto obtenido.
12. Plantea la reacción química, balancéala si es necesario y responde.

p. 15

Como lo estudiamos al inicio de esta unidad, lo que nos permite clasificar a un compuesto como óxido es la presencia de oxígeno en su composición. Así que seguramente habrás notado que tanto los ácidos hidrácidos como los ácidos oxácidos tienen en común la presencia de hidrógeno en su composición.

Esta característica común en una serie de compuestos se conoce como **grupo funcional**, que es un átomo o grupo de átomos que definen la estructura de una familia de compuestos, además de sus propiedades. Una **función química** es un grupo o familia de compuestos que tienen propiedades semejantes debido a que poseen un mismo grupo funcional.

Función química	Grupo funcional	Ejemplos
Óxido	O^{-2}	FeO
Ácido	H^{+}	HNO_3
Base o hidróxido	OH^{-}	$Fe(OH)_2$

Comunicación

Hemos estudiado la formulación de compuestos ternarios y cómo se obtienen a partir de la reacción de un óxido con el agua; además, es importante tener presente que según del tipo de óxido así será el resultado. Los óxidos metálicos reaccionan para formar bases o hidróxidos y los óxidos no metálicos producen ácidos oxácidos. Ahora es necesario conocer las reglas para determinar sus nombres, siempre utilizando los sistemas de nomenclatura ya estudiados en la *Semana 1.*

D. Identificando nomenclaturas

Conozcamos las reglas de nomenclatura para nombrar hidróxidos y oxácidos y pongámoslas en práctica al identificar los compuestos que contienen oxígeno.

Procedimiento:

1. Lee la sección *Así se usa…*
2. Identifica el tipo de nomenclatura utilizada en los compuestos del cuadro del Cuaderno de Trabajo.
3. Escribe las fórmulas químicas que corresponden a los nombres de los compuestos que se te presentan. Puedes apoyarte de los siguientes iones poliatómicos para la escritura de las fórmulas: CO_3^{-2}, SO_4^{-2}, NO_2^-, BrO^-.

p. 16

Así se usa…

Para nombrar los hidróxidos, si el metal actúa con un solo número de oxidación se escribe «hidróxido», seguido de la preposición «de», y finalmente el «nombre del metal». Ejemplos:

Ejemplo	Nombre
KOH	Hidróxido de potasio
$Ca(OH)_2$	Hidróxido de calcio
$Zn(OH)_2$	Hidróxido de zinc

Si el metal actúa con varios estados de oxidación, se escribe siempre la palabra «hidróxido», y después se hace uso de cualquiera de los tres sistemas de nomenclatura.

Ejemplo	Nomenclatura tradicional	Nomenclatura stock	Nomenclatura sistemática
$Fe(OH)_2$	Hidróxido ferroso	Hidróxido de hierro (II)	Dihidróxido de hierro
$Fe(OH)_3$	Hidróxido férrico	Hidróxido de hierro (III)	Trihidróxido de hierro
$Ni(OH)_3$	Hidróxido niquélico	Hidróxido de níquel (III)	Trihidróxido de níquel

Cuando tienes el nombre del compuesto y necesitas escribir su fórmula química debes identificar primero el tipo de nomenclatura y la función química, luego escribir el símbolo del metal y a continuación el grupo funcional (en este caso, OH^-). Si el estado de oxidación es mayor a uno, debes colocar el hidroxilo entre paréntesis y como subíndice el número de oxidación del metal fuera del paréntesis. Ejemplos:

- **Hidróxido mercurioso.** El sufijo -oso indica la nomenclatura tradicional y el menor estado de oxidación, que para el mercurio es uno; así que escribimos el símbolo del mercurio (Hg) y luego el grupo hidroxilo: $HgOH$.
- **Hidróxido de cobre (II).** El número romano nos indica el número de oxidación y la nomenclatura stock; por tanto, escribimos el símbolo del cobre, seguido el grupo OH^- entre paréntesis, y finalmente el subíndice 2: $Cu(OH)_2$.
- **Trihidróxido de cobalto.** Por los prefijos griegos deducimos que se trata de la nomenclatura sistemática y que el compuesto tiene tres grupos OH^- y un átomo de cobalto: $Co(OH)_3$.

Para nombrar oxácidos se hace uso de cualquiera de los tres sistemas, aunque la IUPAC admite el uso de la nomenclatura tradicional para los oxácidos.

Nomenclatura tradicional. Se nombran «ácidos», y se utilizan prefijos y sufijos con el nombre del no metal, según sea el número de oxidación que esté actuando.

Estado de oxidación	Prefijo	Sufijo
1 o 2	hipo-	-oso
3 o 4	—	-oso
5 o 6	—	-ico
7 o 8	per-	-ico

Ejemplos:

Fórmula	Nomenclatura tradicional
$HClO$	Ácido hipocloroso
$HClO_2$	Ácido cloroso
$HClO_3$	Ácido clórico
$HClO_4$	Ácido perclórico

Nomenclatura stock. Se escribe «ácido», luego el prefijo griego que indica el número de oxígenos (di-, tri-, tetra-, etc.), después «oxo», seguido del nombre del elemento no metálico terminado en «-ico», y el número de oxidación del no metal entre paréntesis y en romanos.

Ejemplo	Nomenclatura stock
$HClO$	Ácido oxoclórico (I)
$HClO_2$	Ácido dioxoclórico (III)
$HClO_3$	Ácido trioxoclórico (V)
$HClO_4$	Ácido tetraoxoclórico (VII)

Nomenclatura sistemática. Empieza por el prefijo griego que indica el número de oxígenos, luego «oxo», seguido de la raíz del nombre del elemento con la terminación «-ato», más el número de oxidación del no metal en romanos entre paréntesis, y finalmente el término «de hidrógeno».

Ejemplo	Nomenclatura sistemática
$HClO$	Monoxoclorato (I) de hidrógeno
$HClO_2$	Dioxoclorato (III) de hidrógeno
$HClO_3$	Trioxoclorato (V) de hidrógeno
$HClO_4$	Tetraoxoclorato (VII) de hidrógeno

Para escribir la fórmula química de un oxácido se escribe primero el símbolo del hidrógeno, luego el no metal, que es el átomo central, y finalmente el símbolo del oxígeno, con sus respectivos subíndices. Recuerda que los oxácidos provienen de la reacción del óxido ácido con una molécula de agua.

Para conocer cuál es el número de oxidación del no metal tienes que fijarte en el sistema de nomenclatura en el que esté el nombre. En la nomenclatura tradicional te lo indicarán los prefijos y los sufijos empleados; en la nomenclatura stock y en la sistemática, el número romano entre paréntesis. Se debe tener cuidado al interpretar estas nomenclaturas, puesto que el prefijo griego indica el número de oxígenos en el ácido. Veamos algunos ejemplos:

- **Ácido yódico.** La palabra ácido indica la presencia de hidrógeno; por el sufijo -ico (nomenclatura tradicional) que acompaña el nombre del no metal deducimos que es un oxianión (no metal + oxígeno). El yodo utiliza los números de oxidación 1, 3 y 5, y por la terminación -ico determinamos que es el número de oxidación mayor.

  Por tanto, nuestro compuesto está formado por hidrogeno (+1), yodo (+5) y oxígeno (–2). Para saber la cantidad de átomos de oxígeno podemos igualar la fórmula a cero y buscar un número que multiplicado por –2 nos de –6.

N.º de oxidación	$+1$	$+5$	-2	
Elementos	H	I	O_x	
Cargas	$+1$	$+5$	-6	$=0$

  Resultado: HIO_3

- **Ácido trioxoclórico (V).** Cuando lleva la palabra ácido y números romanos se está utilizando la nomenclatura stock de un oxiácido. El prefijo indica la cantidad de oxígenos; por tanto, la fórmula es $HClO_3$.
- **Dioxoclorato (III) de hidrógeno.** Cuando se escribe el oxianión seguido de «de hidrógeno», se está utilizando la nomenclatura sistemática. El prefijo de cantidad indica los números de átomos de oxígeno; por tanto, la fórmula es $HClO_2$.

E. Juguemos dominó inorgánico

Ahora que ya conoces las reglas de nomenclatura y formulación de hidróxidos y oxácidos, procede a ejercitarte de una manera divertida con tus compañeros al identificar de forma correcta este tipo de compuestos ternarios.

Materiales:

- Fichas del Cuaderno de Trabajo
- Tijera
- Cartulina o cartoncillo (opcional)
- Pegamento (opcional)

Procedimiento:

1. Forma un equipo de trabajo de cuatro integrantes.
2. Recorta las fichas de dominó inorgánico que aparecen en tu Cuaderno de Trabajo. Para tu equipo solo se necesitará un juego de fichas (28), pues cada ficha se divide en dos partes. Encontrarán diferentes combinaciones de nombres y fórmulas de compuestos ternarios. Si consideras necesario, pueden pegar las fichas sobre cartulina para que sean más resistentes.
3. Coloca las fichas de dominó sobre la mesa, con la cara impresa hacia abajo, y mézclalas sin darles vuelta.
4. Cada integrante del equipo deberá tomar siete fichas. ¡Mantén tus fichas ocultas para que no descubran tu juego!
5. Para jugar dominó, el primer jugador en salir será el que tenga la ficha con el mayor doble, que en este caso corresponderá a la fórmula «$HClO_4$» y el nombre «ácido perclórico». Ese jugador debe colocar la ficha en el centro de la mesa para empezar el juego.
   El compañero de la izquierda deberá buscar entre sus fichas una que tenga una parte común con la ficha inicial, ya sea el nombre o la fórmula química. Si no tiene ninguna ficha de ese compuesto, pierde su turno, y el siguiente compañero a la izquierda tendrá su oportunidad de jugar. El juego sigue en ese sentido (sentido horario).
   A medida que avanza el juego, se podrán colocar fichas en los extremos de la secuencia de fichas que se vaya armando; cada vez que alguien coloque una ficha doble (que tenga el mismo compuesto tanto en nombre como en fórmula) podrá seguirse una nueva línea de secuencia de fichas.
6. Gana el primer jugador que consiga colocar todas sus fichas.
7. Ahora asocia el nombre y las fórmulas de los compuestos que están en las fichas de dominó y completa.

p. 16

La producción de los ácidos oxácidos es muy frecuente en la naturaleza porque parte de los óxidos de la atmósfera reaccionan con el agua del ambiente, además de ser utilizados como materia prima en abonos, bebidas carbonatadas, agentes de limpieza, entre otros productos. Los hidróxidos tienen diversos usos industriales, como la producción de jabones, el tratamiento del agua, la fabricación de antiácidos y el procesamiento de alimentos.



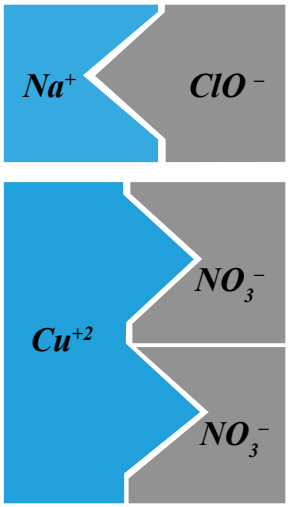
Los óxidos de azufre y carbono de la quema de combustibles reaccionan con el agua en la atmósfera, produciendo oxácidos y originando la lluvia ácida.

Escanea el código QR para practicar con ejercicios de formulación y nomenclatura de hidróxidos.
https://qrs.ly/h6frtbr

Compuestos ternarios: oxisales

Indagación

En la lección anterior comenzamos con el estudio de los compuestos ternarios, particularmente de hidróxidos y ácidos oxácidos. Pero ¿qué ocurre cuando mezclamos estos dos tipos de compuestos? ¿Es una reacción de neutralización que produce una sal y agua, como se vio en la *Semana 20,* Libro de Texto de 6.º grado? Indaguemos con la siguiente actividad el resultado de mezclar estos compuestos ternarios.



A. Mezclando hidróxidos con ácidos oxácidos

Organiza piezas de rompecabezas para formar compuestos ternarios de iones metálicos con aniones poliatómicos que provienen de hidróxidos y de ácidos oxácidos e investiga la aplicabilidad de estos en distintas sustancias tomando en cuenta la información de las etiquetas.

Materiales:

- Lápiz
- Regla
- Lápices de colores
- Tijera
- Hoja de papel bond
- Envases de productos con viñeta informativa



Procedimiento:

1. Recorta tiras de papel con líneas en zigzag siguiendo el procedimiento de la *actividad A* de la *Semana 1*.
2. Toma las tiras en zigzag, corta tres piezas de un hueco y escribe con lápices de colores, según detalle: una pieza con el catión Na^+, otra con el Cu^+ y la última con Ag^+.
3. Continúa recortando piezas con huecos. Considera que la carga del ion equivale a la cantidad de huecos de cada pieza; identifica cada pieza según el siguiente detalle: en una pieza Mg^{+2}, otra con Cu^{+2}, otra con Al^{+3} y una con Fe^{+3}.
4. Ahora toma las tiras con puntas, corta y escribe con lápices de colores, según el siguiente detalle: tres piezas de una punta, una para el NO_3^-, otra para el ClO^-, otra para el ClO_3^-; dos piezas de dos puntas, una para el CO_3^{-2} y otra para el SO_4^{-2}, y finalizamos con dos piezas para el PO_4^{-3}.
5. Conforma diversos compuestos encajando piezas de huecos con piezas de puntas y cuidando que no queden salientes ni huecos vacíos, como al armar un rompecabezas. ¡No debes encajar iones negativos con otros iones negativos, ni positivos con positivos: recuerda que su carga se repele!
6. Anota en tu Cuaderno de Trabajo las fórmulas de los compuestos formados; para ello, escribe primero el símbolo del catión y después el símbolo del anión enlazado.
   a. ¿Cuáles son los compuestos ternarios de donde provienen los iones utilizados en los numerales anteriores?
7. Lee las viñetas de los envases de productos de uso cotidiano (como alimentos, productos de limpieza, medicamentos, etc.) e identifica la presencia de este tipo de compuestos ternarios.

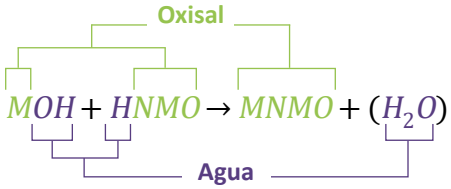
p. 19





Creatividad

En la actividad anterior formaste compuestos ternarios que provenían de hidróxidos y ácidos oxácidos. Cuando estos dos tipos de compuestos reaccionan entre sí producen sales llamadas **oxisales**, es decir, que se produce una reacción de neutralización porque se contrarrestan las propiedades de ambos compuestos. Para formular las oxisales se escribe primero el metal, luego el anión poliatómico (no metal + oxígeno) y se intercambian los números de oxidación y las cargas, respectivamente. Por ejemplo:



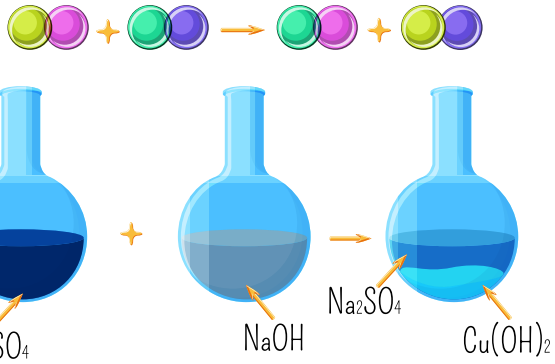
$$HClO + NaOH \rightarrow NaClO + H_2O$$

$$2Fe(OH)_3 + 3H_2SO_4 \rightarrow Fe_2(SO_4)_3 + 6H_2O$$

$$Al(OH)_3 + H_3PO_4 \rightarrow AlPO_4 + 3H_2O$$

Otro nombre que recibe este tipo de reacción es de doble desplazamiento, porque dos especies intercambian posición y forman dos nuevos compuestos.

Reacción de doble desplazamiento



Las oxisales pueden reaccionar y formar nuevos compuestos, dependiendo de la reactividad del metal (*Semana 20,* Libro de Texto de 6.º grado); por ejemplo, el sodio es más reactivo que el cobre, por tanto, el sulfato de cobre (II) reacciona con el hidróxido de sodio produciendo sulfato de sodio e hidróxido de cobre (II).

B. ¿Cómo reaccionan las oxisales?

Organízate en equipos de trabajo y comprueba las reacciones de formación de las oxisales practicando el balanceo de ecuaciones químicas. Recuerda guardar las medidas de precaución durante el desarrollo de la actividad.

Puedes encontrar el $CuSO_4$ como alguicida o en farmacias como fungicida. El $NaOH$ puedes encontrarlo como soda cáustica, el HCl como ácido muriático y el $CaCO_3$ en los cascarones de huevo.

Materiales:

- Goteros
- Fósforos
- 4 tubos de ensayo
- Indicador ácido-base
- 1 trozo de papel aluminio
- 1 gradilla para tubo de ensayo
- 6 mL de solución de $CuSO_4$
- 2 mL de solución de $NaOH$
- 3 mL de solución de HCl
- 0.1 g de $CaCO_3$

Procedimiento:

1. Con un gotero, agrega en un tubo de ensayo 3 mL de solución de sulfato de cobre (II) y colócalo en la gradilla.
2. Luego añade poco a poco 2 mL de solución de $NaOH$ y anota tus observaciones.
3. Agita el tubo, dando pequeños golpes contra la palma de tu mano, y luego déjalo en reposo para que aprecies la evidencia de reacción.

p. 20



Fíjate que...

Las oxisales tienen diversas aplicaciones. Por ejemplo, el $CuSO_4$ se usa como alguicida en las piscinas y como fertilizante en agricultura, mientras que el $CaCO_3$ se usa como antiácido para aliviar la acidez estomacal y como suplemento dietético de calcio, pero también es la base para la fabricación de cemento.

4. Plantea la ecuación balanceada que representa la reacción del $CuSO_4$ y el $NaOH$. Considera que la reacción es de doble desplazamiento.
5. En otro tubo, coloca el trozo de papel aluminio y agrega $3\ \text{mL}$ de solución de sulfato de cobre (II).
6. Observa, y si la reacción es muy lenta, puedes acelerarla agregando unos granos de $NaCl$ (sal común). p. 20
7. Plantea la ecuación balanceada que representa la reacción del $CuSO_4$ y el aluminio. Considera que la reacción es de desplazamiento o sustitución.
8. El hidróxido de magnesio ($Mg(OH)_2$), conocido en el área farmacéutica como leche de magnesia, y el carbonato de calcio ($CaCO_3$) son antiácidos muy utilizados para contrarrestar la acidez gástrica provocada por el exceso de jugo gástrico (HCl). Replica esas reacciones y observa lo que ocurre.
9. Agrega $1\ \text{mL}$ de $Mg(OH)_2$. Diluir en el tercer tubo de ensayo.
10. En el cuarto tubo de ensayo agrega $0.1\ \text{g}$ de $CaCO_3$ y luego añade $2\ \text{mL}$ de agua para disolver.
11. Adiciona 5 gotas de indicador ácido base a cada tubo de los *pasos 9* y *10* y anota el color.
12. Luego vierte $3\ \text{mL}$ de solución de HCl en ambos tubos.
13. Con cuidado, acerca un fósforo encendido a la boquilla del tubo con bicarbonato de sodio.
14. Plantea las ecuaciones balanceadas que representan ambas reacciones. Considera que los carbonatos y los bicarbonatos pueden presentar reacciones de descomposición en presencia de ácidos y producir CO_2.

Ya comprobamos algunas de las reacciones de las oxisales y observamos que hubo desprendimiento de gas cuando se simuló la reacción del antiácido en el estómago. Cuando una oxisal contiene carbonato o bicarbonato reacciona y desprende dióxido de carbono porque ocurre una reacción de descomposición.

Otro dato interesante es que las oxisales, como los halogenuros, son eléctricamente neutras porque las cargas eléctricas negativas provenientes de la disociación de los ácidos son balanceadas por las cargas positivas de los cationes metálicos. Cuando los ácidos poseen solo un hidrógeno en su fórmula son llamados **monopróticos** y los que poseen más de uno, **polipróticos**.

Los ácidos oxácidos polipróticos pueden formar **sales neutras** (compuestos inorgánicos terciarios) y **sales ácidas** (compuestos inorgánicos cuaternarios), que surgen cuando se reemplaza la totalidad de los hidrógenos.

$$H_2SO_4 \rightarrow 2H^+ + [SO_4]^{-2}$$

Cargas negativas

$$2NaOH \rightarrow 2Na^+ + 2[OH]^-$$

Cargas positivas

$$2Na^+ + [SO_4]^{-2} \rightarrow Na_2SO_4$$

Adición de producto

Sal neutra

Comunicación

Ahora ya conoces cómo se formulan las oxisales y puedes identificarlas por medio de la fórmula química ya que poseen: un catión proveniente de hidróxidos metálicos y un anión poliatómico que se deriva de los ácidos oxácidos. Muchas de estas sales son utilizadas cotidianamente, pero las conocemos por su nombre común, que no brinda información de su composición. Por ejemplo, la lejía es la sal de la neutralización del hidróxido de sodio ($NaOH$) y el ácido hipocloroso ($HClO$), donde la oxisal es $NaClO$.

Los nombres más utilizados para las oxisales son los que se derivan de la nomenclatura tradicional. Por ejemplo, Na_2CO_3 (carbonato de sodio), que proviene del H_2CO_3 (ácido carbónico), mientras que las otras nomenclaturas se utilizan con menor frecuencia en este tipo de compuestos. Pero siempre es necesario conocer las reglas de las diferentes nomenclaturas, que tienen variaciones dependiendo de la función química.



FUEGOS ARTIFICIALES

Los fuegos artificiales se utilizan en celebraciones en muchas partes del mundo. Observa qué tipo de compuestos inorgánicos se usan en su elaboración.

C. Identificando oxisales

Conoce las reglas de los diferentes sistemas de nomenclatura para nombrar las sales provenientes de los hidróxidos y oxácidos y ponlas en práctica.

Procedimiento:

1. Lee acerca de las oxisales en la sección *Así se usa...*
2. Organiza equipos de trabajo.
3. Analiza la lectura con el equipo.
4. Uno de los integrantes del equipo debe iniciar la ronda de los nombres y poner en práctica las reglas de nomenclatura para las oxisales leyendo en voz alta el nombre de una sal en los diferentes sistemas de nomenclatura.
5. Luego, continúa el integrante de la derecha, hasta que todos hayan nombrado una oxisal.

Así se usa...

Reglas para nombrar oxianiones provenientes de los oxiácidos:

1. Cuando el nombre del ácido termina en «-oso» el nombre del anión termina en «-ito». Por ejemplo, el ácido hipocloroso $HClO$ produce el anión llamado hipoclorito.
2. Cuando el nombre del ácido termina en «-ico» el nombre del anión termina en «-ato». Por ejemplo, el ácido sulfúrico H_2SO_4 produce el anión llamado «sulfato», con fórmula SO_4^{-2}.

Las oxisales se pueden nombrar por los tres sistemas de nomenclatura.

- **Nomenclatura tradicional.** Se escribe primero el «nombre del oxianión» y a continuación, el nombre del metal; si este tiene más de un estado de oxidación, se usan los sufijos-oso para el menor e-ico para el mayor número de oxidación. Cuando el metal tiene solo un número de oxidación, el nombre termina en «-ico».

- **Nomenclatura stock.** Se nombran de manera similar a la nomenclatura tradicional, pero cuando el metal tiene varios estados de oxidación, se escribe en números romanos y entre paréntesis. Cuando solo tiene un estado de oxidación, no se escribe.

- **Nomenclatura sistemática.** Primero se indica con un prefijo griego el número de oxígenos, seguido de «oxo», luego el nombre del no metal con la terminación «-ato» y con su número de oxidación en romanos y entre paréntesis, después la preposición «de», y finalmente el «nombre del metal» con su número de oxidación en romanos y entre paréntesis para los metales que actúan con varios estados de oxidación.

Ejemplo	Nomenclatura tradicional	Nomenclatura stock	Nomenclatura sistemática
Li_2CO_3	Carbonato lítico	Carbonato de litio	Trioxocarbonato (IV) de litio
$CuNO_2$	Nitrito cuproso	Nitrito de cobre (I)	Dioxonitrato (III) de cobre (I)
$FeSO_4$	Sulfato ferroso	Sulfato de hierro (II)	Tetraoxosulfato (VI) de hierro (II)
$Fe_2(SO_4)_3$	Sulfato férrico	Sulfato de hierro (III)	Tetraoxosulfato (VI) de hierro (III)
$Ni(NO_3)_3$	Nitrato niquélico	Nitrato de níquel (III)	Trioxonitrato (V) de níquel (III)
$Ca(ClO)_2$	Hipoclorito cálcico	Hipoclorito de calcio	Oxoclorato (I) de calcio
$Cr_2(CO_3)_3$	Carbonato crómico	Carbonato de cromo (III)	Trioxocarbonato (IV) de cromo (III)
$Ba_3(PO_4)_2$	Fosfato bárico	Fosfato de bario	Tetraoxofosfato (V) de bario
$Ni_3(PO_4)_2$	Fosfato niqueloso	Fosfato de níquel (II)	Tetraoxofosfato (V) de níquel (II)

Ahora que ya conoces las reglas para nombrar oxisales es necesario aprender a escribir su fórmula a partir de sus nombres.

Para escribir la fórmula de una oxisal a partir de su nombre se escribe primero el «símbolo del metal» con su respectivo número de oxidación y a continuación el «anión poliatómico», con su respectiva carga; luego se intercambian los valores y se escriben como subíndices, y, si es posible, se simplifican. Recuerda que si el subíndice del anión poliatómico es diferente de 1, todo el anión poliatómico se debe colocar entre paréntesis; si el subíndice es 1, no se escribe, ni se debe escribir al anión entre paréntesis. Ejemplos:

- **Nitrato de zinc.** El zinc solo actúa con número de oxidación 2, y el ion nitrato tiene carga -1, así que escribimos $Zn^{+2}+NO_3^{-1}$. Al intercambiar los valores de las cargas, resulta la fórmula $Zn(NO_3)_2$.

- **Hipoclorito de sodio.** El sodio solo actúa con estado de oxidación 1, y el ion hipoclorito tiene carga -1, por lo tanto, escribimos $Na^{+1}ClO^{-1}$. Al intercambiar las valencias, obtenemos la fórmula $NaClO$.

- **Carbonato ferroso.** El hierro actúa con dos estados de oxidación: 2 y 3. A partir de su nombre deducimos que se trata del menor estado de oxidación (2) por la terminación –oso, que se utiliza en la nomenclatura tradicional; el ion carbonato actúa con carga -2. Escribimos $Fe^{+2}CO_3^{-2}$. Al intercambiar las cargas, estas se simplifican, quedando la fórmula $FeCO_3$.

- **Sulfato de cobre (II).** El cobre actúa con dos estados de oxidación: 1 y 2. El nombre del compuesto está en el sistema stock, en el cual el estado de oxidación del metal está escrito al final en números romanos, por lo que deducimos que el cobre está actuando con 2; el ion sulfato actúa con carga -2, por lo cual escribimos $Cu^{+2}SO_4^{-2}$. Al intercambiar las cargas, estas se simplifican, quedando la fórmula $CuSO_4$.

- **Tris[trioxonitrato (V)] de cobalto.** El nombre del compuesto se encuentra en la nomenclatura sistemática. Se puede deducir directamente que el compuesto solo tiene un átomo de cobalto; el ion trioxonitrato (V) nos indica que en su estructura hay tres átomos de oxígeno y un átomo de nitrógeno (con estado de oxidación 5), siendo su fórmula NO_3^-, mientras que el prefijo tris– indica que hay tres de estos iones. Al enlazar esta información nos queda la fórmula así: $Co(NO_3)_3$.

D. Formando oxisales

Conociendo las reglas de nomenclatura y la formulación de oxisales, procede a ejercitarte de una forma divertida con tus compañeros al escribir tanto la fórmula como el nombre de este tipo de compuestos ternarios.

Materiales:

- 2 hojas de papel bond
- 2 plumones de diferente color
- Tijera
- Pegamento
- Regla

Procedimiento:

1. Forma equipos de trabajo.
2. Dibuja la plantilla de un dado en cada hoja de papel.
3. En una plantilla escribe con plumón en cada lado, como se muestra en el Cuaderno de Trabajo, los siguientes aniones: SO_3^{-2}, ClO_3^{-}, PO_4^{-3}, ClO_4^{-}, NO_3^{-} y CO_3^{-2}.
4. Con el otro plumón escribe en la otra plantilla los siguientes cationes: Ni^{+2}, K^{+}, Fe^{+3}, Ca^{+2}, Pb^{+3}, Al^{+3}.
5. Recorta la plantilla, pega las pestañas hasta formar los dos dados y deja que seque el pegamento.
6. Una vez que los dados estén listos, comienza el juego. El primer jugador debe tirar ambos dados y escribir en el Cuaderno de Trabajo la fórmula química del compuesto que se forma con los dados y el nombre.
7. El resto del equipo revisa que los datos sean correctos y luego procede a escribirlos en el Cuaderno de Trabajo. p. 21
8. El jugador de la izquierda continúa el juego y escribe el nombre del nuevo compuesto y su fórmula. Si cae la misma combinación, debe tirar los dados de nuevo.
9. Completa la cantidad de rondas que sea necesaria para obtener la máxima combinación de cationes y aniones. Si surgen dudas, pueden consultar a su docente.

Con la formación de oxisales concluimos la unidad de compuestos inorgánicos, donde conociste los diferentes tipos de compuestos químicos y sus aplicaciones en la vida cotidiana.

Los usos y aplicaciones de los compuestos inorgánicos derivan de sus propiedades físicas y químicas, entre las que tenemos altos puntos de ebullición, por lo que son sólidos a temperatura ambiente. Una gran cantidad de compuestos poseen enlaces iónicos, por lo que son buenos conductores de electricidad, son solubles en agua y solventes polares, entre otras cualidades.

Para armar la plantilla del dado puedes trazar cuadrados de 4 × 4 cm, formar una cruz y agregar las pestañas donde sea necesario.



Pon en práctica la formulación y nomenclatura de compuestos inorgánicos escaneando el código QR.
https://qrs.ly/64frtbs

Resumen

Los **compuestos inorgánicos** son aquellos que no poseen átomos de carbono en su composición, a excepción de los óxidos de carbono (CO y CO_2) y sus derivados, que sí son inorgánicos. Los compuestos inorgánicos se clasifican en binarios, ternarios y cuaternarios, según estén formados por dos, tres o cuatro elementos distintos. En esta unidad solo estudiamos los compuestos binarios y ternarios.

Los compuestos inorgánicos también se pueden clasificar teniendo en cuenta los elementos que los constituyen, es decir, según su función química, como se muestra en el esquema de abajo.

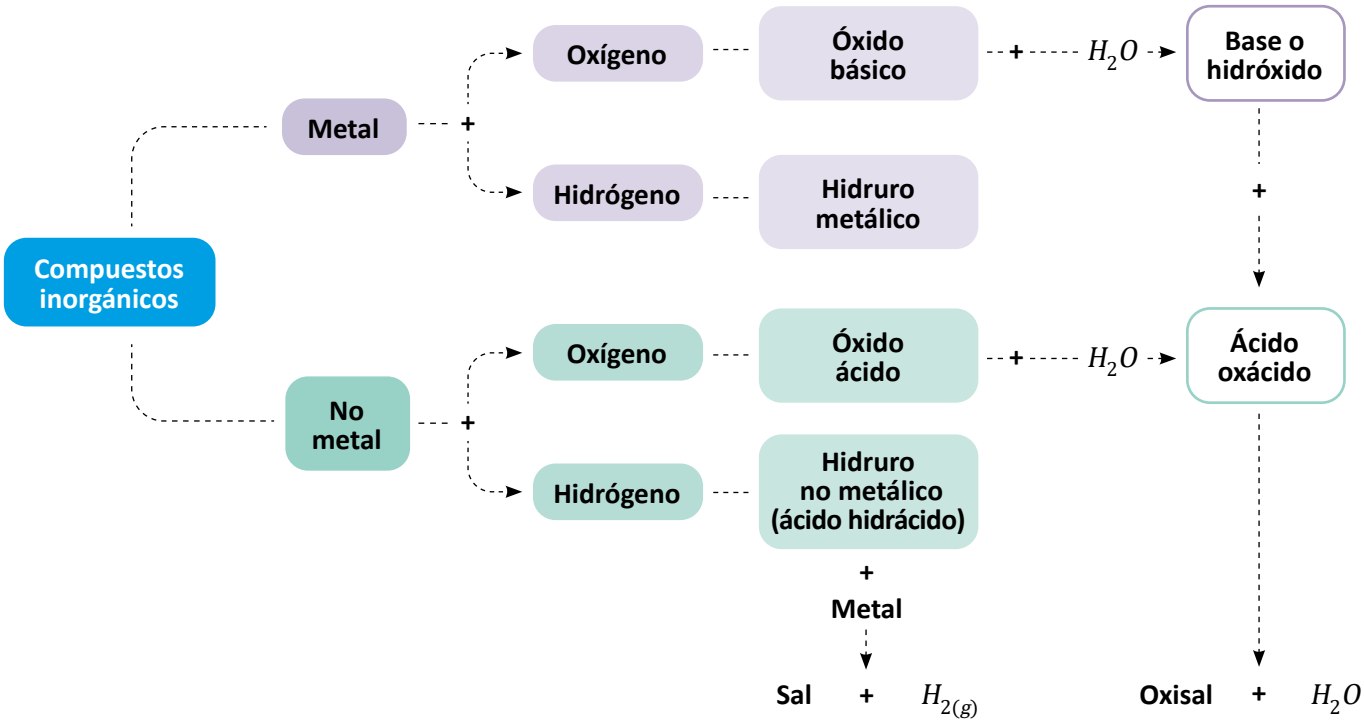
Un **óxido** es un compuesto binario que resulta de la combinación de un elemento con el oxígeno. Si el elemento es un metal, el óxido es básico, y si es un no metal, el óxido es ácido.

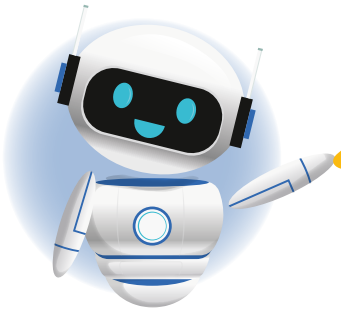
Otro tipo de compuesto binario son los **hidruros**, que se forman de la combinación del hidrógeno con un metal o con un no metal. Cuando se disuelven en agua, algunos hidruros no metálicos forman los **ácidos hidrácidos**.

Si un óxido reacciona con el agua, entonces forma un compuesto ternario; si es básico, se forma un **hidróxido**, y si es ácido, un **oxácido**.

Las **sales binarias** son combinaciones entre un elemento metálico y un no metálico, en donde el metal actúa con número de oxidación positivo y el no metal con número de oxidación negativo.

Una **oxisal** es el producto de la neutralización que ocurre entre un hidróxido y un oxácido.





Busca las siguientes palabras dentro del texto y aprende su significado. Te será de mucha utilidad.

- Óxido ácido
- Óxido básico
- Sal binaria
- Hidróxido
- Ácido hidrácido
- Ácido oxácido

En la combustión a altas temperaturas al interior del motor de un automóvil, el nitrógeno (N_2) y el oxígeno (O_2) gaseosos producen óxido nítrico:

$$N_{2(g)} + O_{2(g)} \rightarrow 2NO_{(g)}$$

El NO que se libera reacciona con el O_2 formando dióxido de nitrógeno (NO_2), que en presencia de luz solar produce NO y átomos de oxígeno (O).

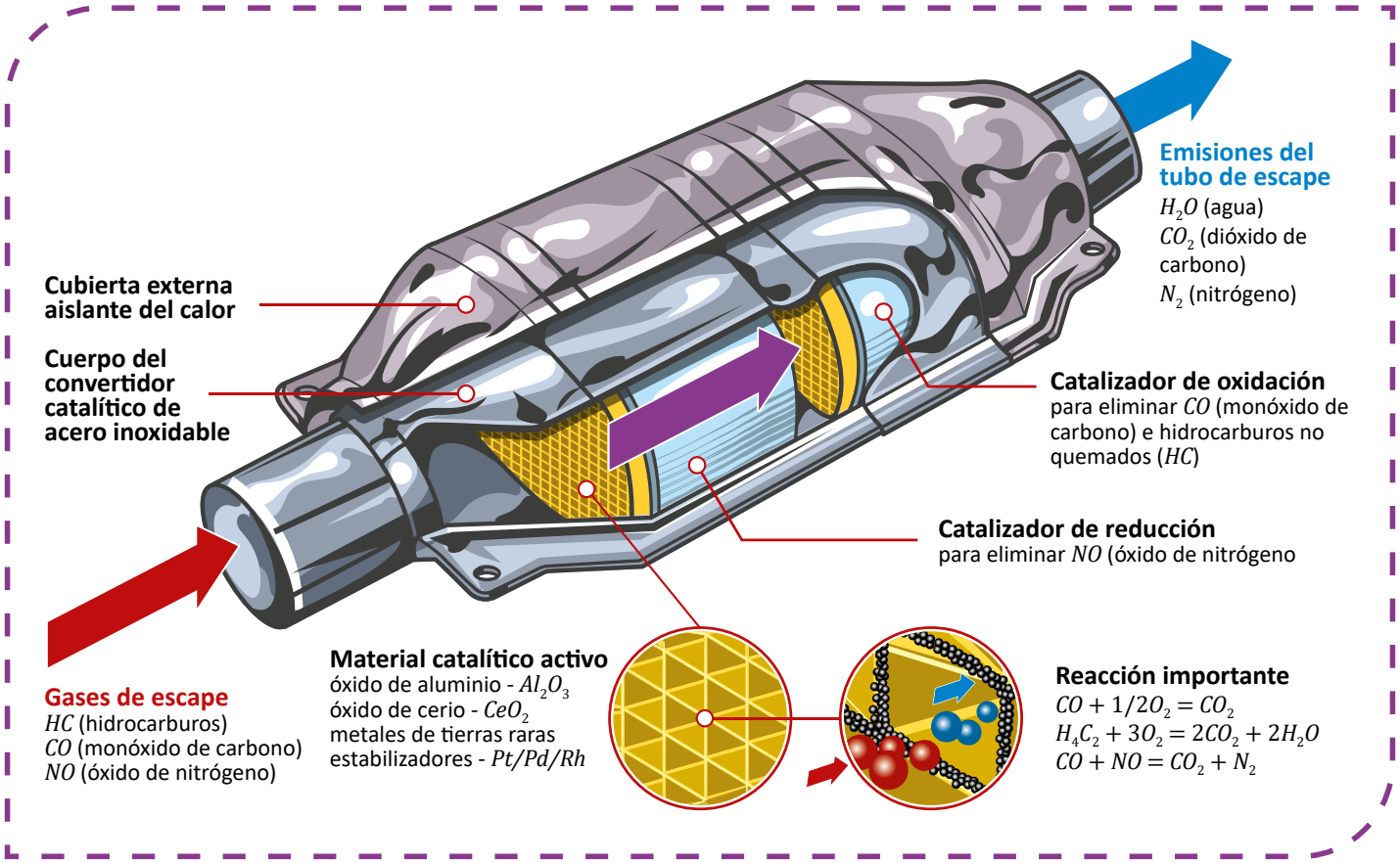
$$NO_{2(g)} \rightarrow NO_{(g)} + O_{(g)}$$

Los átomos de oxígeno son tan reactivos que se combinan con moléculas de oxígeno (O_2) en la atmósfera, formando ozono (O_3). Este beneficia a las partes altas de la atmósfera (estratósfera), ya que nos protege de la radiación ultravioleta proveniente del Sol; sin embargo, en las partes bajas de la atmósfera es muy tóxico.

Estos gases que emanan los automóviles en presencia de la luz solar constituyen el conocido **esmog fotoquímico**.

El monóxido de carbono (CO) es otro gas tóxico que emana de la combustión en un automóvil.

Afortunadamente, la mayoría de los automóviles modernos se hallan equipados con convertidores catalíticos, que tiene dos funciones: en la primera cámara, cuyo catalizador es un óxido básico, como CeO_2 y Al_2O_3, se reduce el NO y el NO_2 a N_2 y O_2. En la segunda cámara, que posee como catalizador platino, paladio y rodio, se oxidan el CO y otros hidrocarburos hasta CO_2 y H_2O, antes que sean expulsados por el escape.



Quiero ser...

¿Te resultan interesantes los fenómenos abordados en la unidad? Descubre cómo puedes convertirte en un profesional en la materia.

Carrera: Licenciatura en Química y Farmacia **Duración:** 5 años/10 ciclos



Bachilleratos sugeridos:
general, salud, agrícola, electrónica.

Descripción. La Licenciatura en Química y Farmacia es una carrera científica y técnica que forma profesionales con conocimiento de procesos industriales: obtención de materias primas, formulación, producción y control de calidad de productos farmacéuticos humanos y veterinarios.

La Licenciatura en Química y Farmacia ofrece las bases para desempeñarse en investigación y desarrollo en el área de química de alimentos, fertilizantes y plaguicidas, contaminación ambiental y análisis toxicológico, aplicando conocimiento científico en distintas áreas, tales como:

- Propiedades de los materiales
- Aprovechamiento de recursos naturales
- Meteorología
- Equipos científicos e industriales
- Metrología
- Radiación
- Energías

Conocimientos y habilidades por desarrollar:

Conocimientos generales:

- Biología
- Física
- Matemática
- Química
- Tecnología
- Inglés

Habilidades:

- Pensamiento crítico
- Investigación
- Creatividad
- Comunicación
- Resolución de problemas
- Capacidad de cálculo
- Abstracción y lógica

Carrera: Licenciatura en Ciencias Químicas **Duración:** 5 años/10 ciclos



Bachilleratos sugeridos:
general, agrícola, electricidad, electrónica.

Descripción. La Licenciatura en Ciencias Químicas hace énfasis en los principios científicos que conducen al conocimiento de la ciencia en general y de la química en particular, y sus aplicaciones en los diversos campos técnicos o científicos, así como en el análisis químico de productos naturales y sintéticos de interés biológico e industrial.

La Licenciatura en Ciencias Químicas ofrece las bases para desempeñarse en investigación y análisis, aplicación de conocimiento científico y docencia en distintas áreas, tales como:

- Propiedades de los materiales
- Contaminación ambiental
- Aprovechamiento de recursos naturales
- Desarrollo de materiales
- Equipos científicos e industriales
- Análisis, extracción y síntesis química
- Energías
- Radiación
- Metrología

Conocimientos y habilidades por desarrollar:

Conocimientos generales:

- Biología
- Física
- Matemática
- Química
- Tecnología
- Inglés

Habilidades:

- Pensamiento crítico
- Investigación
- Creatividad
- Comunicación
- Resolución de problemas
- Capacidad de cálculo
- Abstracción y lógica

Unidad 2

Genética y evolución

Eje integrador: interacciones

En esta unidad aprenderemos a:

- Reconocer las funciones del material genético.
- Experimentar con técnicas básicas de extracción y tinción de ácidos nucleicos.
- Explicar el funcionamiento de técnicas básicas para la extracción y tinción de ácidos nucleicos.
- Identificar sucesos cotidianos que involucran la replicación del ADN.
- Representar el proceso de replicación del ADN.
- Diseñar un recurso explicativo acerca del proceso de replicación del ADN.
- Explicar qué es un alelo.
- Ejemplificar enfermedades humanas causadas por alelos defectuosos.
- Reconocer la relación entre cromosomas y alelos.
- Resolver cruces hipotéticos empleado las leyes de Mendel.



Paciente infectado con SARS-CoV-2 en sala de emergencias

Duración: 6 semanas

Indagación

Material genético

Cuando se hace referencia a un gen, incluso de forma coloquial, normalmente se piensa o se visualiza una característica física de un organismo. Pero ¿qué es realmente un **gen**? ¿Tendrá forma física? Y si es así, ¿dónde podemos encontrarlo? En esta semana revisaremos las funciones e implicaciones vitales de los genes.

A. Los genes en lo cotidiano

Los genes están presentes en todos los seres vivos, y en algunos no vivos como los virus y otras entidades biológicas. A los genes se deben las propiedades de los seres vivos, tales como desarrollarse y reproducirse. Los genes se alojan en el **material genético**. A continuación, analizaremos cuatro casos que involucran funciones del material genético.

Procedimiento:

1. Forma un equipo de trabajo. Tu docente les asignará uno de los casos expuestos abajo por nuestros amigos.
2. Lee y analiza con tu equipo el apartado teórico (textos y esquemas) de la página 39.
3. Revisen las preguntas guías del Cuaderno de Trabajo para cada caso y contesten las del caso asignado. Esto les ayudará a explicar cuál es el papel que juega el gen en su caso y cómo esto se relaciona con el material genético.
4. Elaboren un esquema del caso asignado y explica a tus compañeros el papel del gen y la función del material genético representada en tu caso.
5. Contesta las preguntas de los demás casos con base en lo expuesto por tus compañeros.

p. 24

Caso I. Mi primo no puede distinguir el color verde del rojo. Lo interesante es que tanto a su papá como a su abuelo les pasaba lo mismo; pero ni a su mamá, su abuela y su hermana les pasa. ¿Sería posible que cuando mi primo tenga hijos ellos también tengan esa dificultad? ¿Qué piensan?



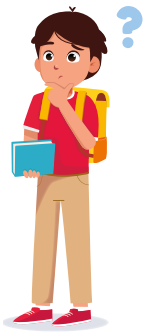
Caso II. A mí me pasó que ni yo, mi mamá ni mi abuela nos enfermamos durante la pandemia de COVID-19, a pesar de que mi padre y mi hermano sí se enfermaron. Pero ya al final, con la aparición de las nuevas variantes, nos enfermamos todas, aunque no fue tan grave. ¿Por qué habrá pasado?



Caso III. En el rancho de mi abuelo sembramos una milpa de maíz negro y otra de maíz blanco. El blanco generalmente da más mazorcas, pero el último año todas las plantas de mazorca blanca se enfermaron con virus del mosaico y murieron, a diferencia de las de mazorca negra.

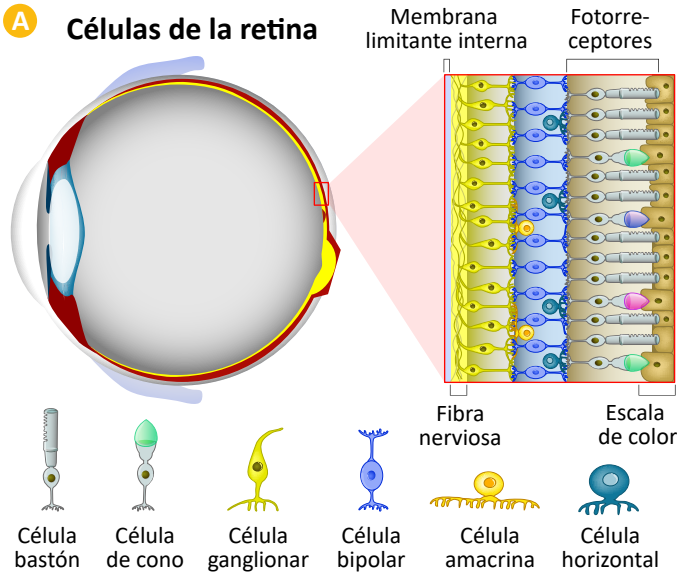


Caso IV. Mi tío se enfermó de infección en la garganta. Le dejaron un antibiótico y su salud mejoró enseguida, así que dejó de tomarlo antes de culminarlo. Volvió a enfermar, y la medicina ya no funcionó. Fue a consulta, le cambiaron el antibiótico y nuevamente mejoró su salud. ¿Por qué?



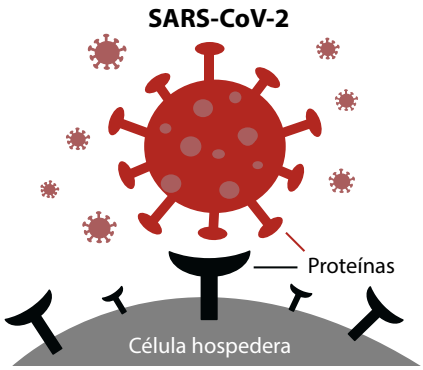
Antes de revisar las funciones del material genético revisemos información clave que nos ayude a comprender lo que sucede en cada caso de la *actividad A*. ¿Cómo funciona la vista? ¿Qué hay de las infecciones virales o bacterianas? ¿Cómo es el material genético? Y para culminar, ¿cuál es la relación entre la visión, las infecciones y la herencia de características con las funciones del material genético?

A **Células de la retina**

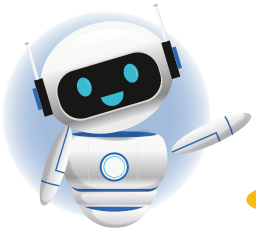


La anatomía del ojo humano incluye siete tipos de células especializadas para la visión, nombradas en la imagen A. Estas funcionan gracias a al menos 28 **proteínas** que garantizan percibir colores, formas, movimiento y profundidad.

B



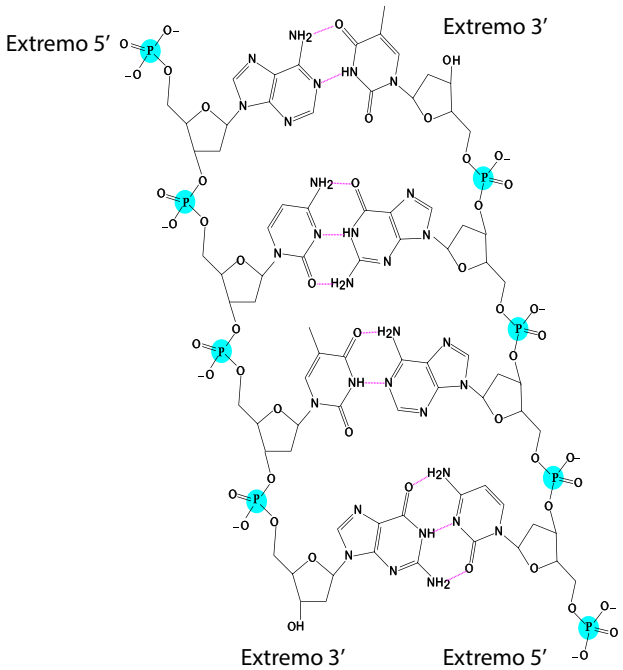
Los virus infectan las células de los organismos a los que atacan debido a la presencia de proteínas en su estructura, que funcionan como llaves que le dan acceso al interior de la célula (imagen B). Por tanto, la célula infectada presenta en su superficie proteínas que funcionan como cerraduras que cuando inicia la infección se abren y le dan entrada al virus. La proteína llave del SARS-CoV-2 se llama *Spike Protein*, y la cerradura que le da acceso, ACE2. Las personas que tienen un ACE2 poco compatible con el virus suelen tener infecciones con síntomas leves, o no presentar síntomas.



¿Cómo funcionan los antibióticos? Los antibióticos son sustancias que se usan para combatir y eliminar bacterias. En su mayoría, provocan una alteración en el funcionamiento normal de las proteínas u otros componentes que necesitan las bacterias para sobrevivir. Esto conlleva a una destrucción de las bacterias y a la disminución de la infección.

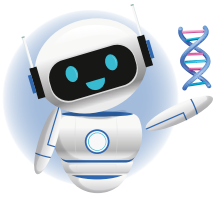
En conclusión, todas las funciones y características de los seres vivos dependen directamente de sus proteínas.

C **Estructura química del ADN**



El material genético en los seres vivos está alojado en una molécula denominada ácido desoxirribonucléico (**ADN**). Esta gran molécula está conformada por pequeños grupos de átomos denominados nucleótidos, unidos por enlaces covalentes que forman largas hebras antiparalelas (imagen C).

Las hebras del ADN se unen entre sí mediante puentes de hidrógeno, conformando una doble hélice. Las bases nitrogenadas del ADN siguen patrones llamados secuencias. Algunas de ellas son consideradas genes.



Gracias por la explicación, Nico. Pero entonces ¿qué tienen que ver los genes con las proteínas? Ya que las proteínas dan las funciones, ¿cuáles son las funciones del material genético?



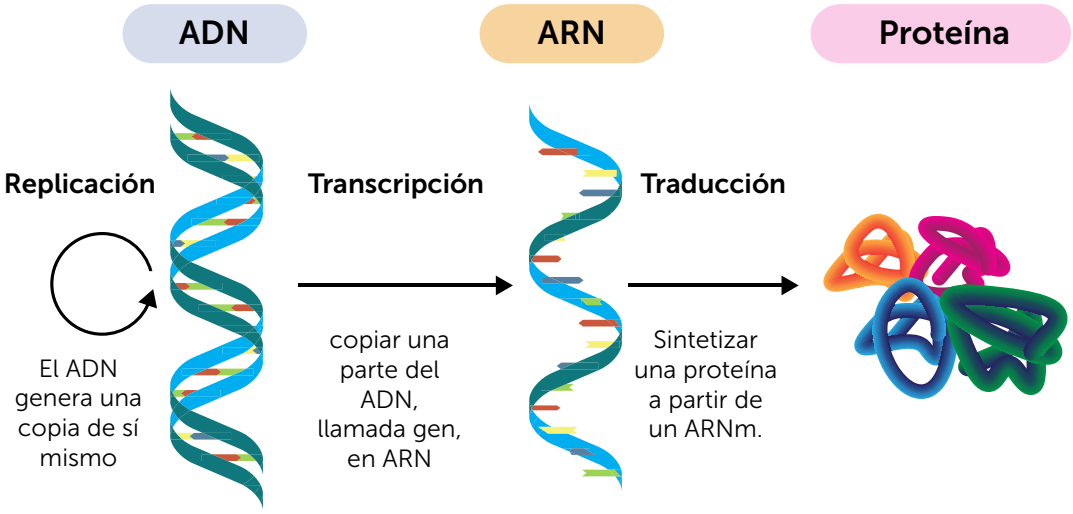
Había escuchado que los genes tienen información. Según indica Nico, los genes serían como palabras dentro de un libro llamado ADN, el cual es el material genético de los seres vivos. Parece ser que de los genes vienen todas las proteínas.



Tienes razón, Lisa. En efecto, el material genético funciona como un dispositivo de almacenamiento donde están las instrucciones para la elaboración de proteínas y otras moléculas necesarias para el funcionamiento de todos los organismos. Según este libro, también el material genético se hereda de una generación a otra.



Flujo de la información genética



El ADN es el material genético de todos los seres vivos. Sus funciones principales son almacenar los genes y transmitirlos a la descendencia. Para ello, puede generar una copia de sí mismo en un proceso llamado **replicación del ADN**. Además, el ADN puede expresar su información en ácido ribonucleico (ARN) mediante un proceso llamado transcripción. A partir del **ARN** ocurre un proceso llamado **traducción**, que permite la formación de proteínas. Tanto el ADN como el ARN están hechos de nucleótidos, por tanto, se conocen como **ácidos nucleicos**.

ESTRUCTURA DEL ADN

El ADN se organiza en cadenas de nucleótidos. Dos cadenas complementarias forman una doble hélice unida entre sí por puentes de hidrógeno.

Creatividad

El ADN y los ARN están hechos de nucleótidos enlazados entre sí y se alojan en diferentes partes de las células: el núcleo, las mitocondrias y los cloroplastos. Tanto el ADN como el ARN están hechos de nucleótidos, por lo que ambos son ácidos nucleicos. A continuación, aplicaremos un procedimiento de extracción de ácidos nucleicos.

B. Extracción de ADN

El material genético está presente en todos los seres vivos, así como los productos de la expresión de los genes. En la actualidad se han diseñado distintos métodos para evidenciarlo. La siguiente actividad puede ser efectuada en equipos. De ser así, cada equipo utilizará uno de los frutos listados en los materiales.

Materiales:

- 500 mL de alcohol etílico al 70 %
- Hielera y hielo (o refrigerador)
- 1 L de agua envasada
- 500 mL de jabón líquido
- 200 g de sal de mesa
- Balanza granataria
- 3 fresas
- 1 guineo
- 1 mango maduro
- 6 bolsas de cierre hermético de 20 × 30 cm o superior
- 3 cucharas
- 30 mL de azul de metileno
- Gotero
- 3 vasos desechables transparentes de 12 oz
- 3 coladores
- 3 cuchillos plásticos

Procedimiento:

1. Coloca el frasco de alcohol etílico en el interior de la hielera y agrega el hielo. Continúa con los pasos *2* a *10* mientras el alcohol se enfría por al menos 20 min.
2. Escoge el fruto con el cual trabajarás en equipo: fresa, guineo o mango.
3. Retira la cáscara del fruto, excepto de la fresa, y corta su pulpa (parte carnosa) en trozos pequeños.
4. Toma dos bolsas con cierre hermético e introduce 30 g de pulpa en cada una de ellas.
5. A cada bolsa agrégale 4 cucharadas de jabón o detergente líquido, una cucharada de sal, medio vaso de agua y mezcla un poco.
6. Deja escapar el exceso de aire contenido en las bolsas.
7. Macera la pulpa con las manos hasta obtener una mezcla pastosa.
8. Cuela la mezcla de ambas bolsas, una a la vez, y deposita el líquido filtrado dentro de un vaso translúcido.
9. Si es necesario, presiona sobre el colador con la cuchara para obtener la mayor cantidad de líquido filtrado.
10. Saca el alcohol etílico de la hielera.
11. Decanta el alcohol etílico frío por las paredes del vaso sobre el líquido filtrado.
12. Espera a que surja un precipitado color blanco.
13. Agrega varias gotas de azul de metileno en dirección de los grumos.
14. Analiza la información del segmento teórico «Principios del método de extracción de ADN» de la página 42, visualiza los resultados y completa las preguntas de tu Cuaderno de Trabajo.

p. 25

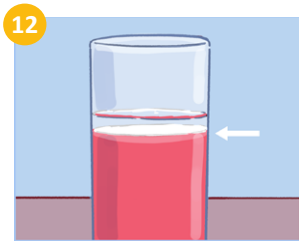
Observa el procedimiento para la extracción de ADN con un método casero.
https://qrs.ly/xyfrtbt











¿Recuerdan en qué parte de la célula podemos encontrar ADN y ARN? Yo me acuerdo que hay varios sitios dentro de las células para almacenar sustancias.



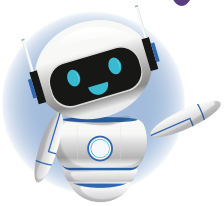
Sí. De hecho, nuestro libro dice que, en primera instancia, las células cuentan con una capa protectora llamada membrana celular. Por tanto, extraer el ADN implicaría superar esta barrera.



Tienen razón, pero yo recuerdo que, además, los eucariotas presentan organelos que están envueltos en más capas protectoras similares a la membrana celular.



Justamente. De hecho, el material genético está muy bien protegido. El ADN puede estar en el núcleo, en las mitocondrias y en los cloroplastos. Por eso, su extracción implica superar estas barreras.



Principios del método de extracción de ADN

Los frutos, como sucede con otros órganos, contienen una gran cantidad de **células**, por lo que son una buena fuente de ácidos nucleicos.

Ya que todo **órgano** o **tejido** está conformado por células, si se quiere extraer sus ácidos nucleicos, estas deberán romperse. Por ello, todo proceso de extracción incluye una lisis o ruptura, que bien puede ser mecánica, aplicando una trituración de las células. Esto rompe las fibras que envuelven a las células, como las paredes celulares.

Como vimos antes, la estructura del ADN consiste en una doble hélice unida por puentes de hidrógeno; asimismo, en los organismos eucariotas, el ADN se encuentra alojado entre capas de lípido adicionales, que corresponden a las membranas de los organelos.

El jabón o los **detergentes** tienen sales de **ácidos grasos**. Estos compuestos son capaces de disolver las sustancias lipídicas de las membranas biológicas, liberando así los ácidos nucleicos que se encuentran envueltos por ellas.

Por otro lado, la sal sirve para retirar las moléculas de agua que interactúan con el ADN y dificultan su visualización y aislamiento, obligándolo a precipitar.

El alcohol etílico frío funciona como una fase líquida de baja densidad a la cual el ADN es más afín, permitiendo su desplazamiento hacia ella.

Escanea para saber más acerca de los niveles de organización biológica.
https://qrs.ly/2efrtbv

Fíjate que...

A nivel de actividades profesionales, la extracción de ADN es un paso previo para aplicar las tecnologías basadas en PCR (reacción en cadena de la polimerasa), que se puede usar en medicina, criminalística y agricultura, entre otras.

En la etapa anterior ejecutamos un procedimiento de extracción de ácidos nucleicos, que incluyen al ADN. En la actualidad existen diferentes procedimientos de extracción y purificación del ADN, que son pasos previos para cualquier estudio de observación, análisis o manipulación del ADN, por ejemplo, para determinar sus secuencias. Por tanto, el proceso de extracción tiene aplicaciones tan variadas como el mejoramiento genético, la identificación de enfermedades genéticas, la conservación de especies, la medicina forense y las pruebas de paternidad.

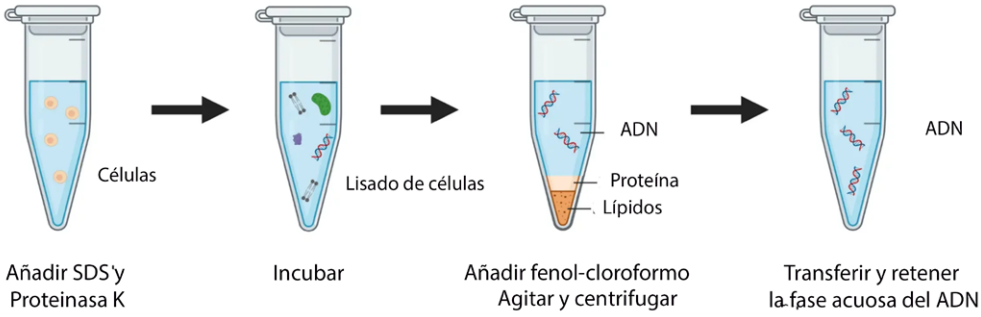
C. Métodos de extracción de ADN

Durante las últimas décadas, los científicos han desarrollado diferentes estrategias que permiten recuperar el ADN de prácticamente todos los grupos conocidos de seres vivos. A continuación, compararemos nuestro método casero para extraer ADN vegetal con otro método de laboratorio.

Los métodos de extracción de ADN que puedes hacer en casa están basados en los protocolos de extracción de ADN que se efectúan en los laboratorios. Por tanto, ambos tienen mucho en común. Para determinar estos aspectos comunes, toma en cuenta que el ADN, en ambos casos, queda en la misma parte de la mezcla para aislamiento; además, las sustancias que permiten destruir las membranas biológicas siempre tienen la misma naturaleza química.

Procedimiento:

1. Analiza el siguiente esquema y su descripción, en los que se ilustra un procedimiento de laboratorio para extraer ADN.

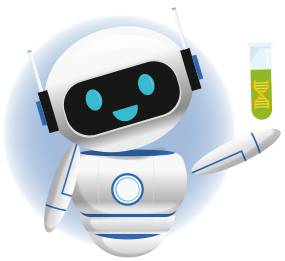


El proceso comienza con un paso previo de homogeneización (no mostrado en el esquema), que consiste en triturar el tejido. El SDS es un detergente de laboratorio y la proteinasa K es una enzima que se encarga de romper otras proteínas. Se llama lisado a lo que queda de las células luego de un rompimiento por trituración y adición de sustancias que eliminan sus membranas. La mezcla fenol-cloroformo permite separar el ADN de los lípidos y proteínas de la muestra, dejando solo al ADN.

2. Escribe los pasos comunes entre el proceso de extracción de ADN utilizado en tu clase y el mostrado en el esquema anterior.
3. Resuelve lo solicitado en tu Cuaderno de trabajo.

p. 26

En conclusión, los genes se encuentran alojados en el material genético, cuya naturaleza química en los seres vivos es del ácido desoxirribonucleico o ADN. Las funciones básicas del material genético son el almacenamiento de genes y su transmisión a la descendencia. Esto último se logra gracias al proceso de replicación del ADN. Además, los genes contenidos en el ADN se expresan en forma de ARN y proteínas. Por otro lado, existen diferentes fuentes de ADN en una célula eucariota. Por tanto, hay varias formas de extraer el ADN. Muchas de ellas hacen uso de detergentes para eliminar las membranas biológicas y dejar el ADN expuesto. Esto, acompañado de una precipitación del material genético en un medio de baja densidad, aplicando sales.



Replicación del ADN

Indagación

La **replicación del ADN** es el proceso por el cual una molécula de ADN forma una copia de sí misma. Aunque parezca un evento muy especial, la replicación está implícita en muchos eventos cotidianos. Pero ¿para qué sirve este proceso? ¿Qué tanto ADN hay en los seres vivos? Antes de responder a estas preguntas, se debe recordar el concepto de célula.

A. ¿Para qué sirve la replicación del ADN?

La célula es la unidad anatómica y funcional de los seres vivos. En cada célula hay una copia del total de ADN del organismo vivo, llamada **genoma**. A continuación, estudiaremos cuatro fenómenos comunes que involucran la replicación del ADN.

Procedimiento:

1. Forma equipos de trabajo.
2. Selecciona con tu equipo uno de los casos expuestos abajo por nuestros amigos. En cada uno de los casos se manifiesta un fenómeno biológico particular.
3. Traten de reconocer el papel de la replicación del ADN y la **división celular** en el fenómeno biológico. Para ello, respondan las preguntas guía del Cuaderno de Trabajo, discutan y concluyan. p. 27
4. Elaboren un cartel o representación del caso que explique su conclusión acerca del papel de la replicación del ADN y la división celular.
5. Tu docente dirigirá una plenaria para discutir la veracidad de la conclusión de cada grupo a partir de otros fenómenos comunes y contestarán todas las preguntas del Cuaderno de Trabajo.
   Pista: Recordemos que en cada proceso de crecimiento, desarrollo y regeneración es necesaria la replicación del ADN y la división celular controlada.

Caso I: Me encontraba sembrando maíz, pero justo al terminar, mis pollos empezaron a comerse los granos recién sembrados. Mi abuelo sembró trozos de izote para cercar. Al cabo de unos días, todos los izotes retoñaron. ¿Cómo lo hicieron?



Caso II: Estuve criando pollos desde su nacimiento. Es interesante que, aunque el tamaño de los pollitos es de cerca de 5 cm, en cuatro meses alcanzaron casi los 50 cm de altura. Me surgió esta pregunta: ¿Cómo los organismos pueden crecer tanto?



Caso III: Me caí encima de unas piedras, me hice un raspón en casi toda la rodilla y me dolía mucho. Me desinfectaron, y al cabo de unos días, la herida cicatrizó por completo. Ya no siento dolor, pero me pregunto cómo es que las heridas se cierran solas.



Caso IV: Mi gata se enfermó de cáncer. Le salieron unas protuberancias en el abdomen, que crecían rápidamente. Me dijeron que eran tumores. Afortunadamente, se los retiraron, y ahora está bien. ¿Tendrá esto que ver con lo que ustedes comentan?



En la actividad anterior evidenciamos sucesos cotidianos que involucran la replicación del ADN. Este es un proceso que debe ocurrir previo a la división celular para que cada célula hija herede una copia completa del genoma. Esta condición permite que cada célula cumpla con todas sus características y funciones. A continuación, revisaremos los pasos básicos del proceso de replicación del ADN.

B. Representando la replicación del ADN

La presente actividad nos permitirá reconocer los pasos de la replicación del ADN a partir de una simulación de estos. No olvides leer los apartados teóricos y consultar los enlaces recomendados.

Materiales:

- Fotocopias o réplicas calcadas de plantillas de ADN (Cuaderno de Trabajo)
- 2 tijeras
- 1 pegamento
- 1 pliego de cartulina
- 1 plumón
- 1 lápiz de color o crayón
- 1 cinta adhesiva

Procedimiento:

Parte I. Documentación

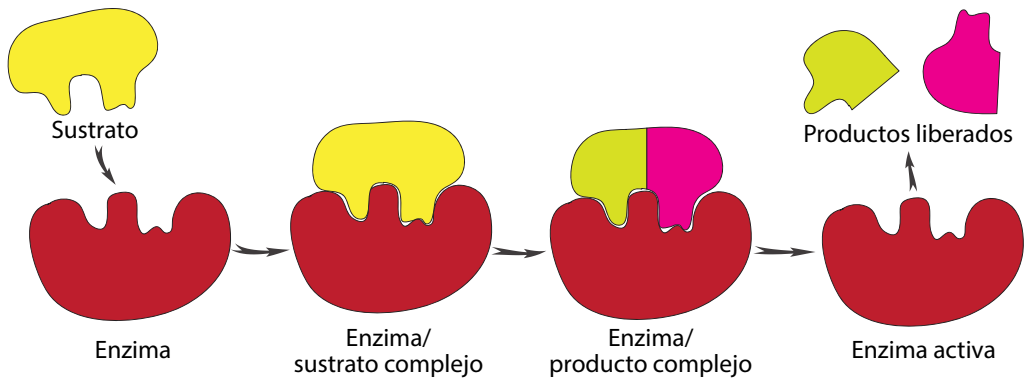
1. Tu docente formará grupos de trabajo para preparar una simulación del proceso de replicación del ADN.
2. Analiza con tu equipo el segmento teórico «Replicación del ADN» de las páginas 45 a 48.
3. Discutan cómo podrían explicar de forma sintética sus principales pasos. Para entender mejor, pueden auxiliarse de la RA y los enlaces QR.

Replicación del ADN

La replicación del ADN es un proceso que debe ocurrir previo a la división celular para que cada célula hija herede una copia completa y precisa del ADN de la progenitora. A continuación, revisaremos los pasos básicos del proceso de replicación del ADN.

Ya que el ADN consta de dos cadenas complementarias y superenrolladas, con las bases nitrogenadas que se orientan hacia su interior, ¿cómo se podría acceder físicamente a su información? Es necesario separar ambas cadenas.

Aunque solo sea un fragmento, separar las hebras de ADN, ya sea para leer su información o para copiarla, es un proceso complejo que requiere de gran esfuerzo y de proteínas especializadas. Por ello, para entender la replicación del ADN se deben recordar algunos conceptos básicos de las **enzimas**. Estas son proteínas capaces de controlar la velocidad de las reacciones químicas que ocurren en el metabolismo. Las sustancias que reaccionan rápidamente gracias a la enzima se denominan **sustratos**, y los resultados de esa reacción simplemente se denominan **productos**.



Accede para repasar la naturaleza y función de las enzimas.
https://qrs.ly/1zfrtbw

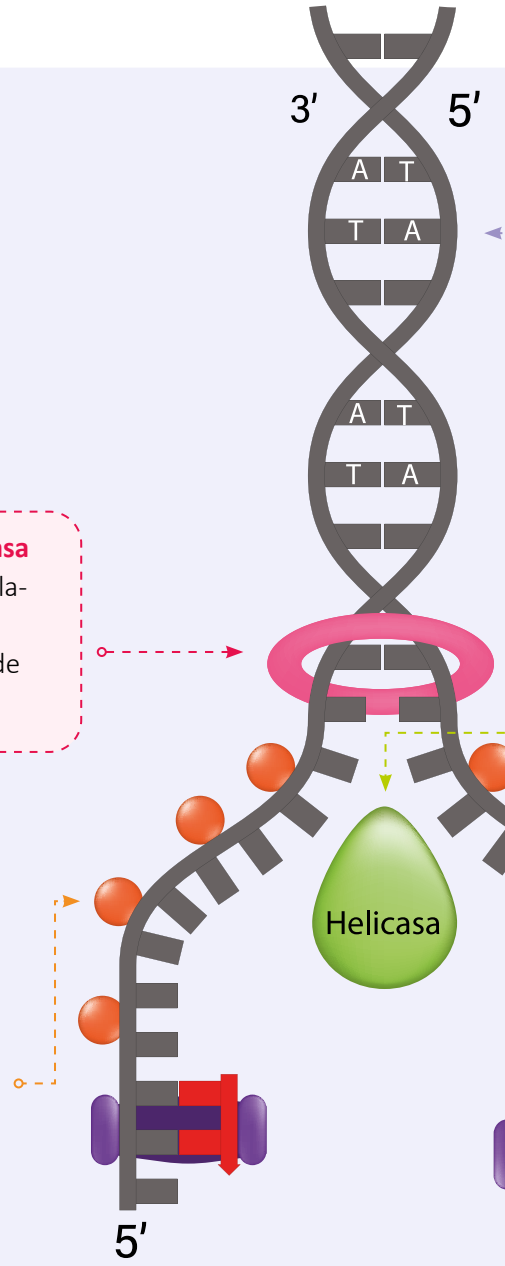
Existen una serie de proteínas que interactúan con el ADN. Muchas de ellas son enzimas y participan en el proceso de su replicación. Es decir, son enzimas capaces de formar o de sintetizar nuevo ADN. O sea, permiten la síntesis de una nueva hebra de ADN a partir de una preexistente.

El proceso de replicación ocurre en una serie de pasos ordenados:

Escanea para acceder a un video animado del proceso de replicación del ADN.
https://qrs.ly/k9frtbx

1. Iniciación

(a) La replicación inicia en sitios particulares del ADN, conocidos como **origen de replicación**, que se caracterizan por ser ricos en adenina (A) y timina (T).



(b) Una **topoisomerasa** inicia el desenrollamiento del ADN a partir del origen de replicación.

(c) Inmediatamente después, las enzimas **helicasas** actúan rompiendo los puentes de hidrógeno que mantienen unida la doble hélice. Este proceso forma la horquilla de replicación.

(d) El siguiente conjunto de proteínas reclutadas son las denominadas proteínas de unión a hebra simple (**SSB**, por su nombre en inglés).

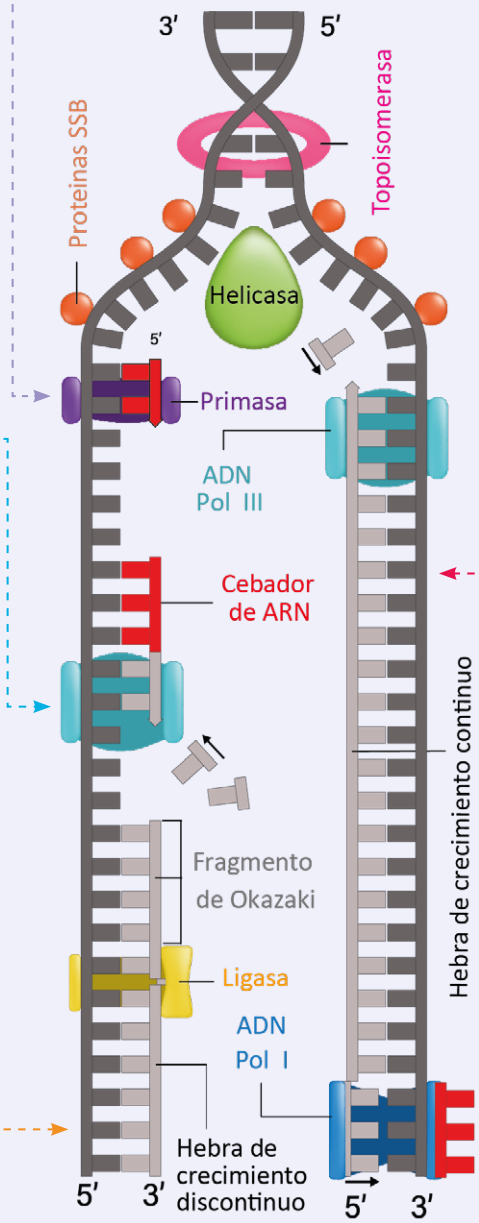
(e) **Las proteínas SSB** se encargan de la estabilización del ADN monocatenario (de una hebra) que fue generado por la acción de las helicasas, impidiendo así que el ADN se renaturalice o forme de nuevo la doble hélice, de manera que pueda servir de molde.

Las **proteínas SSB** se unen de forma cooperativa, por lo que su unión al ADN conforme avanza la helicasa es rápida. Por otro lado, conforme las **helicasas** van avanzando, se van generando superenrollamientos en la doble cadena de ADN por delante de la horquilla, el cual se frena por acción de **topoisomerasas**.

2. Elongación

(a) Comienza cuando una enzima **primasa** marca los sitios sobre las hebras de ADN monocatenario (cadenas molde) a partir de los cuales se comenzarán a colocar los nuevos nucleótidos complementarios. Las marcas se conocen como **cebadores** o *primers* y se trata de breves secuencias de **nucleótidos de ARN**.

(b) La **ADN polimerasa III** (Pol III) cataliza la síntesis de las nuevas cadenas añadiendo nucleótidos de ADN complementarios a las cadenas molde. Esta síntesis se da bidireccionalmente desde cada origen, formando **burbujas de replicación**. Cuando dos burbujas se tocan, se fusionan.



(c) En cada horquilla de replicación se van formando dos cadenas complementarias nuevas a partir de los **cebadores**, pero la **ADN Pol III** solo puede colocar nucleótidos en sentido 5’ a 3’, por lo que solo una de las cadenas es sintetizada directamente. A esta se le llama **hebra de crecimiento continuo** o adelantada.

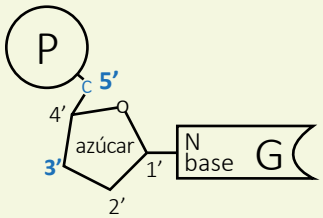
(d) En la hebra de crecimiento discontinuo o retrasada se forman los **fragmentos de Okazaki**. Cuando la ADN Pol III hace contacto con el extremo de otro fragmento de Okazaki contiguo, el cebador de ARN de este es eliminado.
En este proceso intervienen dos enzimas: la **ADN Pol I**, que va eliminando el ARN y remplazándolo con ADN, y la **ADN ligasa**, que sella la rotura catalizando la formación de enlace entre los nucleótidos contiguos.

3. Terminación

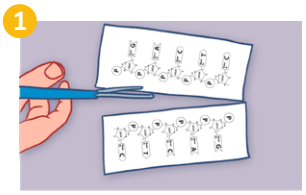
El final de la replicación se produce cuando la **ADN Pol III** se encuentra con una secuencia de terminación. Se produce entonces el desacople y concluye la replicación.

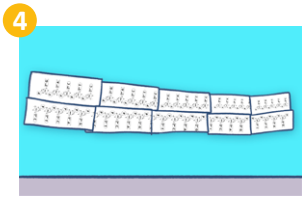
REPLICACIÓN DEL ADN

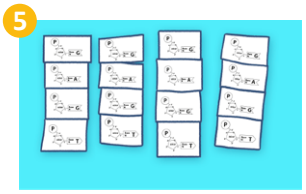
Las cadenas de una doble hélice de ADN corren en direcciones opuestas. En eucariotas, la replicación se da en ambas direcciones gracias a las enzimas.

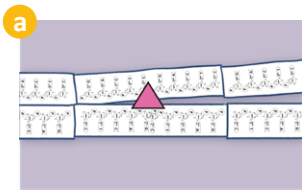


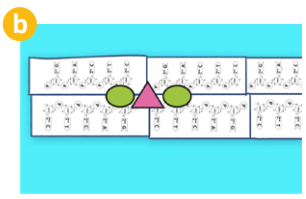
¿Qué significa 5’ y 3’?
Recuerda que los nucleótidos contienen un azúcar de 5 carbonos. Estos carbonos se numeran en sentido horario del 1’ al 5’. Ya que los carbonos 5’ y 3’ son parte del enlace de la cadena, pero quedan libres en ambos extremos, se usan para indicar la orientación de dicha cadena.

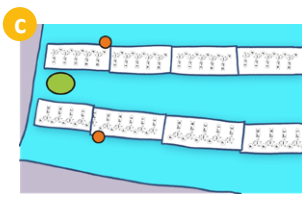


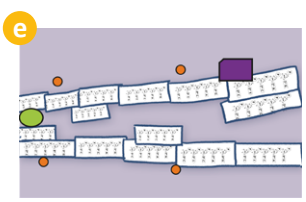


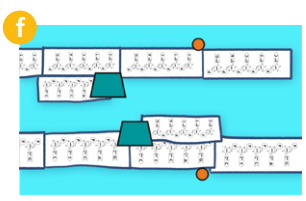


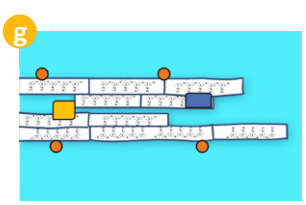












Resumen de las principales enzimas de la replicación:

Helicasas. Rompen los puentes de hidrógeno de la doble hélice, abriendo las dos hebras de ADN y permitiendo la horquilla de replicación.

Topoisomerasas. Relajan la tensión provocada por el superenrollamiento del ADN al abrirse las dos hebras.

Proteínas SSB. Estabilizan las cadenas abiertas y las mantienen separadas una de otra.

ADN Pol III. Sintetiza las cadenas complementarias colocando nucleótidos de ADN en dirección 5'→ 3'.

ADN Pol I. Reemplaza los cebadores de ARN por nucleótidos de ADN.

ARN primasa. Sintetiza los cebadores de ARN necesarios para la síntesis de la cadena complementaria a la cadena rezagada.

ADN ligasa. Une los fragmentos de Okazaki.

Parte II. Simulación de la replicación

p. 28

1. Con tu mismo equipo de trabajo, fotocopien y recorten las plantillas como se indica en tu Cuaderno de Trabajo.
2. Recorten a la mitad el pliego de cartulina y unan ambas mitades por su extremo corto.
3. Coloquen los recortes de las plantillas de ADN sobre la cartulina.
4. Unan las copias de la plantilla 1 a modo de generar una doble hélice de ADN. Si es posible, intenten simular la horquilla de replicación.
5. Elaboren cuatro cebadores o *primers*; para ello, unan cuatro nucleótidos que sean complementarios a secciones particulares de la doble hélice y luego coloréenlos ligeramente con el lápiz de color.
   No olviden utilizar el nucleótido con la U de uracilo en lugar del que tiene la T de Timina para tus cebadores, pues estos son de ARN.
6. Representen el proceso de replicación del ADN sobre la cartulina sin pegar ningún componente. Para ello pueden:
   a. Colocar la doble hélice al centro de la cartulina y la topoisomerasa al medio de la doble hélice.
   b. Colocar dos helicasas a los lados de la topoisomerasa.
   c. Retirar la topoisomerasa y colocar las proteínas SSB en puntos estratégicos de la doble hélice abierta.
   d. Separar las hebras mientras las topoisomerasas migran a los extremos de la doble hélice, formando la horquilla de replicación.
   e. Colocar los cebadores sobre los puntos de las hebras a los que son complementarios, utilizando las primasas.
   f. Colocar las ADN polimerasas III sobre los *primers*, y ordenadamente proceder a deslizarlas sobre la hebra, mientras se agregan los nucleótidos complementarios al segmento sobre los que se deslizan.
   g. Con la ADN polimerasa I, retirar los cebadores de ARN y reemplazarlos por nucleótidos de ADN.
   h. Deslizar la ligasa sobre estos nucleótidos, simulando su ligación.
   i. Retirar todas las enzimas utilizadas y dejar las hebras de ADN producto de la replicación sobre la cartulina.
7. Guarden el montaje para realizar la *actividad C.*

Podemos concluir que la replicación del ADN es un proceso que permite mantener y heredar el material genético entre las generaciones. El proceso requiere una serie de enzimas que deben trabajar de manera simultánea para darle lectura a hebras previas de ADN y generar nuevas hebras a partir de ellas. Con la siguiente actividad, tú serás el maestro y explicarás el proceso de replicación del ADN.

C. Grabando la replicación del ADN

Ahora usaremos lo construido en la *actividad B* para efectuar el proceso de replicación con nuestras propias manos.

Procedimiento:

1. Mantén equipos para realizar una exposición del proceso de replicación; para ello necesitarás el modelo de la *actividad B*.
2. Toma en cuenta las siguientes pautas para la exposición:
   a. Usa el lenguaje científico aprendido hasta ahora.
   b. Sé claro al explicar, trata de no memorizar, sino de entender el proceso.
   c. Puedes usar elementos adicionales para explicar.
3. Ensaya con tu equipo los pasos de la simulación de la replicación del ADN de la *actividad B*.
4. Graben la simulación del proceso, explicando cada paso.
5. Expongan su grabación en el salón de clase o como les indique su docente.

Fíjate que...

La replicación es un proceso común en todos los seres vivos. Por tanto, los virus no pueden hacerlo, a pesar de que lo requieren para multiplicarse. Entonces, ¿cómo se reproducen?

Los virus secuestran toda la maquinaria de las células que infectan para replicar su propio ADN.



¡Genial!



Solicita a tu responsable que comparta tus logros.

@educacion_
@educacion_
@educacions
@EducacionS

Para concluir, es interesante saber que las células también pueden replicar solo una porción de su ADN; a esto se le llama **amplificación**. El conocimiento de este proceso ha permitido el desarrollo de la reacción en cadena de la polimerasa (**PCR**), una técnica con múltiples aplicaciones. El principio es simple: cada organismo tiene secuencias particulares en su genoma, que sirven como una marca de identificación. La PCR permite amplificar o replicar esa zona del ADN para identificar la presencia del organismo.

Indagación

Polimorfismo y alelos

Ahora que conocemos más sobre el material genético, sus funciones principales y cómo se replica, esta semana vamos a centrar nuestra atención en su variabilidad. Podemos encontrar distintos hechos cotidianos que evidencian la diversidad genética que existe en todos los seres vivos. Esta diversidad tiene origen natural y parte de ella puede apreciarse a simple vista.

A. Gen y alelo

Probablemente recuerdes qué es un gen. Pero ¿sabías que estos pueden tener distintas versiones? Hagamos un pequeño ejercicio con el que descubriremos qué formas pueden tener los genes. Es recomendable que desarrolles esta actividad en equipos de hasta cuatro estudiantes.

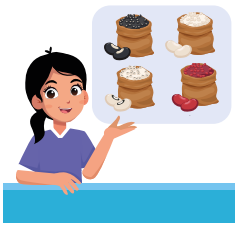
Procedimiento:

1. Lee el siguiente párrafo.

   «Ciertas partes del ADN tienen la información para producir proteínas y ARN necesarios para el funcionamiento de los seres vivos. Estas partes del ADN se denominan genes. Por tanto, cada gen suele controlar una característica. Los genes suelen venir en parejas dentro de cada organismo, pero los genes de una pareja no necesariamente son idénticos: pueden tener leves cambios o versiones a las que llamamos **alelos**. Los alelos producen variantes dentro de una misma característica controlada por el gen. Por ejemplo, para la tonalidad del pelaje en un animal puede haber un gen encargado de controlarla, y tener un alelo que genera color rojo, y otro color amarillo, pero ambos tienen la característica del pelo coloreado. De una generación a otra, los hijos obtienen un único juego de alelos de cada progenitor. Además, cuando un organismo presenta dos alelos distintos, uno de ellos puede ser **dominante** sobre el otro, llamado **recesivo**, y, por tanto, enmascarar su presencia».
2. Con la información anterior, analiza las situaciones que mencionan a continuación nuestros amigos.
3. Responde en tu Cuaderno de Trabajo y luego explica las conclusiones de tu grupo a la clase.

p. 31

Tenía cuatro bolsas con frijoles de colores. Eran rojos, negros y blancos. Pensé que eran especies distintas, pero descubrí que todos pertenecían a la misma especie.



Tenía diez pollitos, pero ocho enfermaron y quedaron solo dos. Curiosamente, uno de los padres de esta generación fue sobreviviente de una enfermedad igual.



En un mercado vendían mazorcas multicolor. El vendedor mencionó que estas mazorcas habían sido obtenidas a partir de progenitores con un solo color.



Viendo sus casos, me parece que las características del color y la resistencia a enfermedades son debidas a genes. ¿Acaso los genes variarán en una misma población?



En conclusión, los **alelos** son las formas alternativas de un gen. Un gen es una secuencia de nucleótidos que codifica para la formación de proteínas o ARN, que permiten en conjunto las características de todos los seres vivos. Un organismo puede tener ambos alelos iguales, siendo **homocigoto**, o bien, alelos distintos, denominándose **heterocigoto**.

Los polimorfismos son variantes en la secuencia del ADN. Si este cambio de la secuencia sucede dentro de un gen, estaremos ante la presencia de un nuevo alelo. En esta clase, estudiaremos más a detalle qué efectos tienen algunos alelos hipotéticos en las características del organismo.

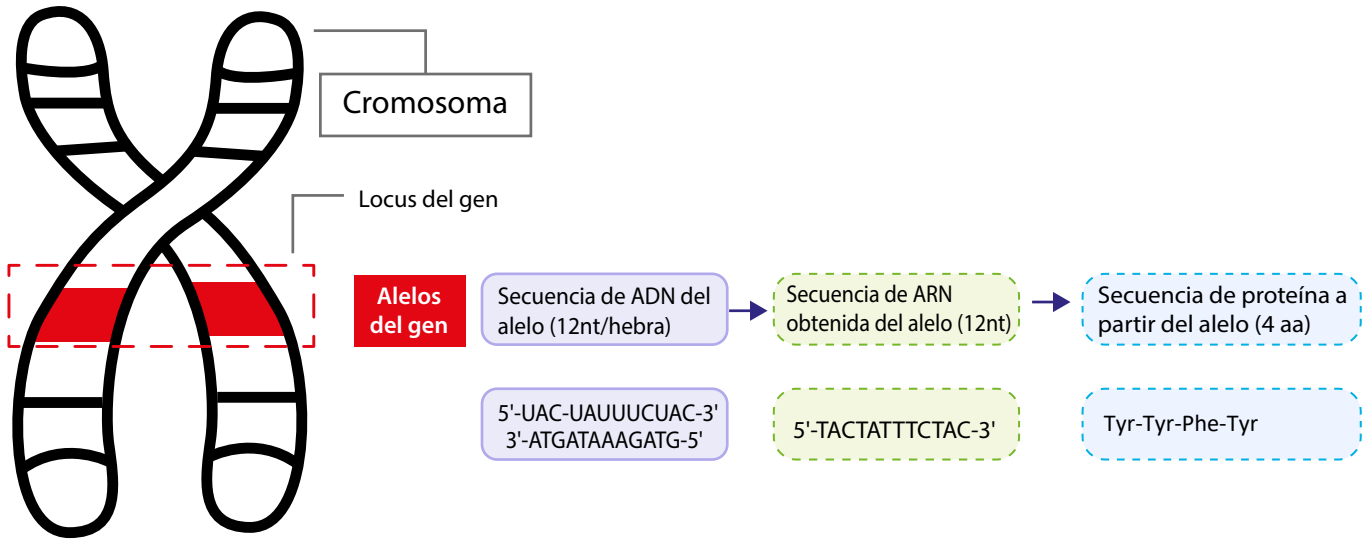
B. Polimorfismo

En las poblaciones, los alelos pueden tener cambios llamados polimorfismos, los cuales transforman un alelo en otro, de forma natural. ¿Qué consecuencias pueden traer al funcionamiento del organismo los nuevos alelos? Lo exploraremos con la siguiente actividad, que puedes hacer en equipos de hasta cuatro estudiantes.

Procedimiento:

1. Analiza la siguiente información.

   Los genes tienen una ubicación específica en el ADN del organismo denominada **locus** (plural *loci*). El locus es entonces el sitio o dirección dentro del ADN donde se alojan los alelos de cada gen. Además, recordemos que cada gen puede permitir la formación de una proteína, que cumple una función específica. Por tanto, los cambios en los alelos pueden convertirse en cambios en las proteínas. Por ejemplo, si un alelo tiene un polimorfismo o cambio que lo vuelve más corto, la proteína producida por él seguramente será más corta, como se muestra en el ejemplo:



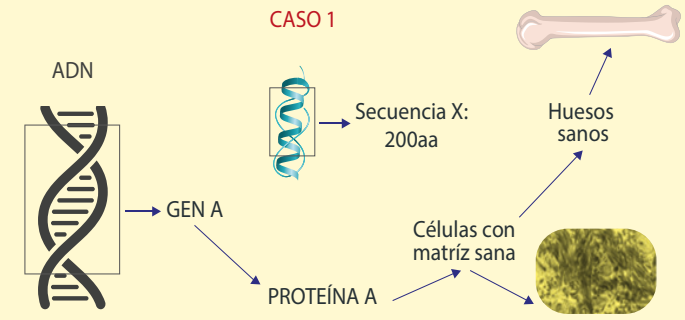
En la figura se observa el locus de un gen y se hace una ampliación de la secuencia del alelo que tiene su información. En este ejemplo, ambos alelos son iguales, por tanto, el individuo es homocigoto para el locus estudiado. La longitud de la secuencia es de 12 nucleótidos (nt). A partir de esta secuencia, se genera una molécula de ARN de 12 nucleótidos, que luego será leída. A partir de esta lectura, por un proceso llamado **traducción**, se obtiene una proteína de 4 aminoácidos (aa) de longitud. Por tanto, cualquier cambio en los alelos provoca cambios en las proteínas, que se aprecia en las características del individuo.

Los alelos no solo pueden diferenciarse entre sí en su longitud, sino en su **secuencia**. La secuencia es el ordenamiento de los nucleótidos del ADN. Cada secuencia de ADN puede generar una proteína distinta, ya que existe una relación directa entre la secuencia de nucleótidos del ADN, y la secuencia de aminoácidos que conforma la proteína. En el ejemplo se muestra cómo un cambio en la secuencia de un alelo produce una proteína distinta.

2. Forma equipos para estudiar las variantes del caso presentado a continuación.
3. Selecciona una de las variantes, analízala y desarrolla en tu Cuaderno de Trabajo lo que se te solicita para la variante seleccionada.
4. Explica la variante seleccionada a tus compañeros pasando al frente del salón de clases.

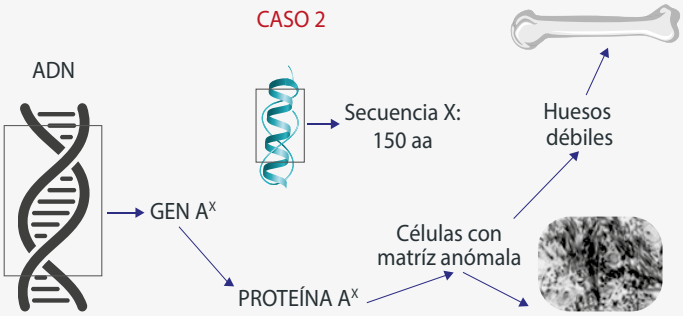
p. 32

Caso de estudio. Un gen A produce una proteína también llamada A, que tiene una secuencia X que permite la producción de matriz extracelular.



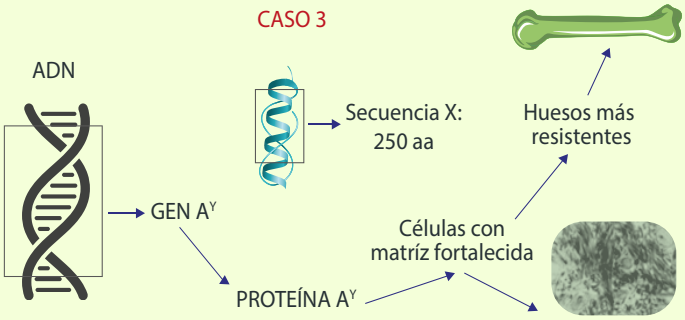
Variante a. En su forma normal, la secuencia X de la proteína A presenta una longitud de 200 aminoácidos.

a. Explica cómo este alelo considerado normal puede incidir en que una persona tenga huesos sanos.



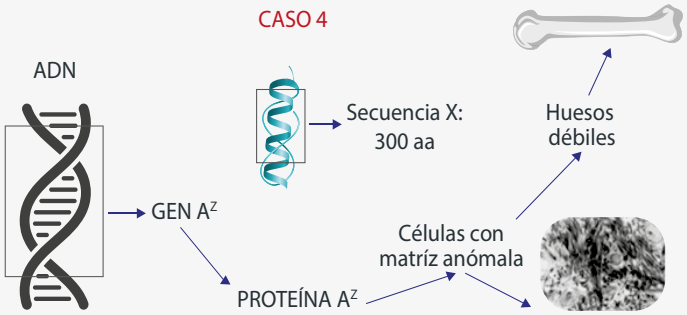
Variante b. La proteína A en un paciente que presenta huesos débiles tiene una longitud de 150 aminoácidos. Dicha proteína se conoce como A^X.

b. Explica qué le sucede a la secuencia del alelo y cómo esto influye en la condición del paciente.



Variante c. La proteína A en una persona que presenta huesos más resistentes de lo normal tiene una longitud de 250 aminoácidos. Dicha proteína se conoce como A^Y.

c. Explica qué le sucede a la secuencia del alelo y cómo esto influye en la condición de la persona.



Variante d. La proteína A en un paciente que presenta un trastorno que consiste en huesos y músculos débiles tiene una longitud de 300 aminoácidos. Dicha proteína se conoce como A^Z.

d. Explica qué le sucede a la secuencia del alelo y cómo esto influye en la condición del paciente.

Como conclusión, nota que puede existir más de un alelo para un mismo gen, algunos de los cuales son ventajosos, mientras otros pueden conducir a alguna afección en el funcionamiento del organismo.

Como apreciamos previamente, pueden existir varios alelos para un mismo gen, algunos de los cuales son ventajosos, mientras otros pueden conducir a alguna afección en el funcionamiento del organismo. Los alelos no solo pueden influir en la longitud de la proteína resultante de su expresión, sino en la composición de las mismas. Recordemos además que las proteínas están conformadas por aminoácidos, de tal manera que una variante alélica de un gen específico puede producir una proteína con diferentes aminoácidos que la obtenida por otro alelo del mismo gen. En esta clase estudiaremos casos reales de enfermedades genéticas causadas por alelos considerados defectuosos.

C. Enfermedades humanas causadas por alelos defectuosos

Existen muchas enfermedades genéticas, pero no todas están relacionadas con la expresión diferenciada de alelos. A continuación, encontrarás información de dos enfermedades específicas. Analizar ambos casos nos ayudará a comprender mejor cómo la presencia de alelos defectuosos incide en la condición de salud de una persona.

Procedimiento:

1. Forma equipos de trabajo según las indicaciones de tu docente.
2. Lee con tu equipo el texto «Repaso de la semana». Esto les ayudará a tener las ideas frescas para su análisis.
3. Seleccionen uno de los casos de enfermedades presentados en las páginas 54 y 55.
4. Expliquen en el Cuaderno de Trabajo la relación entre el alelo defectuoso y la enfermedad. p. 32
5. Elaboren una representación del caso y explíquenlo a la clase.

Repaso de la semana

En resumen, podemos decir que los genes tienen una localización en el genoma, llamada locus. Los individuos diploides son capaces de alojar un máximo de dos alelos por cada locus, que pueden ser iguales o diferentes, siendo homocigotos o heterocigotos, respectivamente. En heterocigotos, existen casos en los que la presencia de un alelo enmascara al otro. El alelo que causa el enmascaramiento se denomina dominante.

Los cambios que hay entre un alelo y otro del mismo locus se denominan polimorfismos. Aunque en individuos diploides haya un máximo de dos alelos por locus, en una población puede haber múltiples alelos por cada locus. Esto representa la biodiversidad a nivel genético en las poblaciones. Las mutaciones son una causa del surgimiento de polimorfismos y, por ende, del nacimiento de nuevos alelos. Estos últimos pueden ser no funcionales y conducir a enfermedades genéticas.

En humanos existe una gran variedad de enfermedades genéticas bien estudiadas, entre las que se encuentra la anemia drepanocítica, que se presenta cuando ambos alelos del gen que produce la hemoglobina tienen una mutación que los vuelve no funcionales. Otro caso de estudio importante es la fibrosis quística, una enfermedad en la que una sola mutación puede afectar varios órganos.



ADN Y CROMOSOMA

El cromosoma contiene el ADN empaquetado con proteínas que lo estabilizan. A esto se le llama superenrrollamiento.

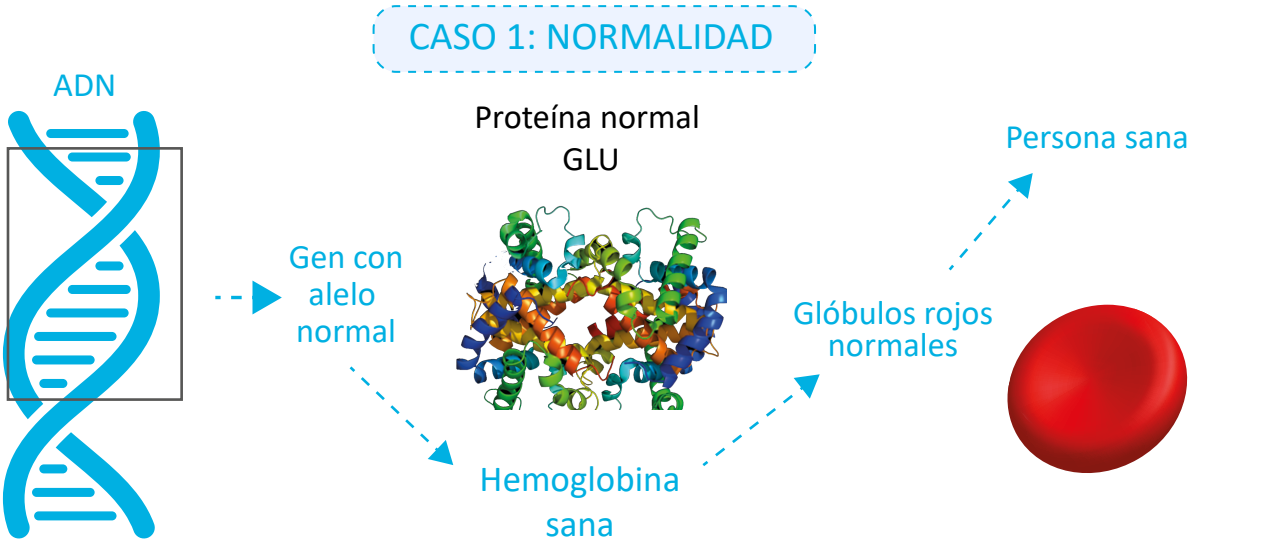
Fíjate que...

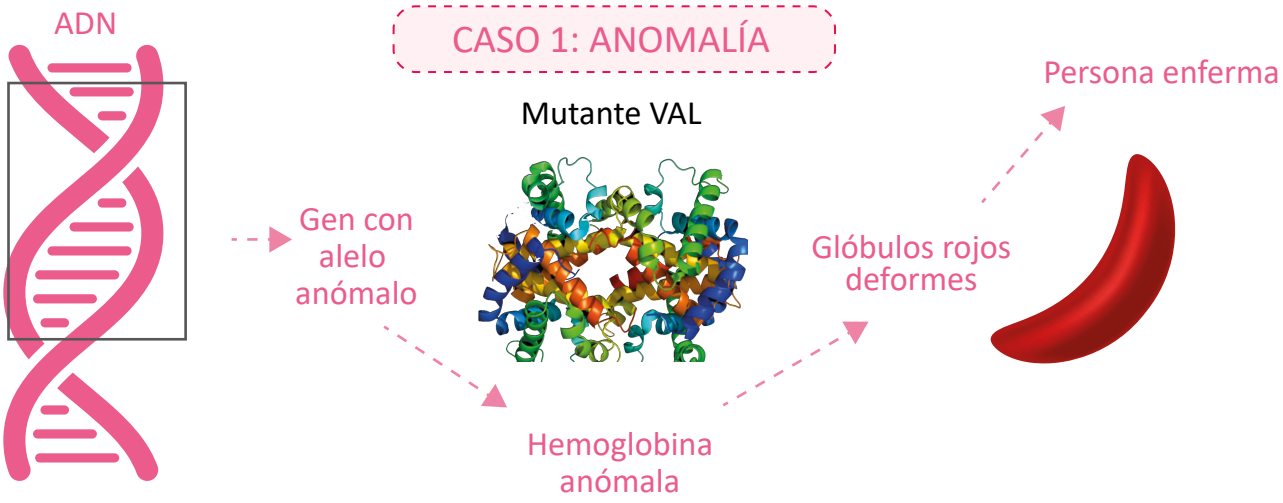
La mayoría de los errores en la reproducción de las células del embrión, de las células que producen gametos, o bien las mutaciones en ellas, suele conducir a enfermedades genéticas. Por tanto, de acuerdo con la Organización Mundial de la Salud (OMS), las enfermedades genéticas son un riesgo que afecta a todas las personas del mundo.

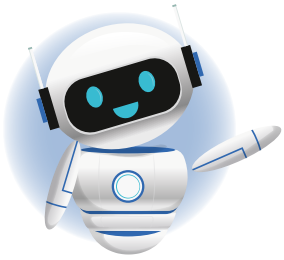
Enfermedad 1. Anemia drepanocítica

Es una anemia grave y hereditaria. Se debe a un solo cambio en la secuencia de aminoácidos en el gen que produce la proteína hemoglobina.

El alelo defectuoso tiene una secuencia que produce una proteína hemoglobina no funcional. Este cambio en la estructura de la hemoglobina produce un cambio en la forma de los eritrocitos (glóbulos rojos): los transforma de células discoides (con forma de disco) en células falciformes que tienden a tapar los vasos sanguíneos pequeños, lo que causa dolor y crisis, que ponen en peligro la vida de la persona afectada.





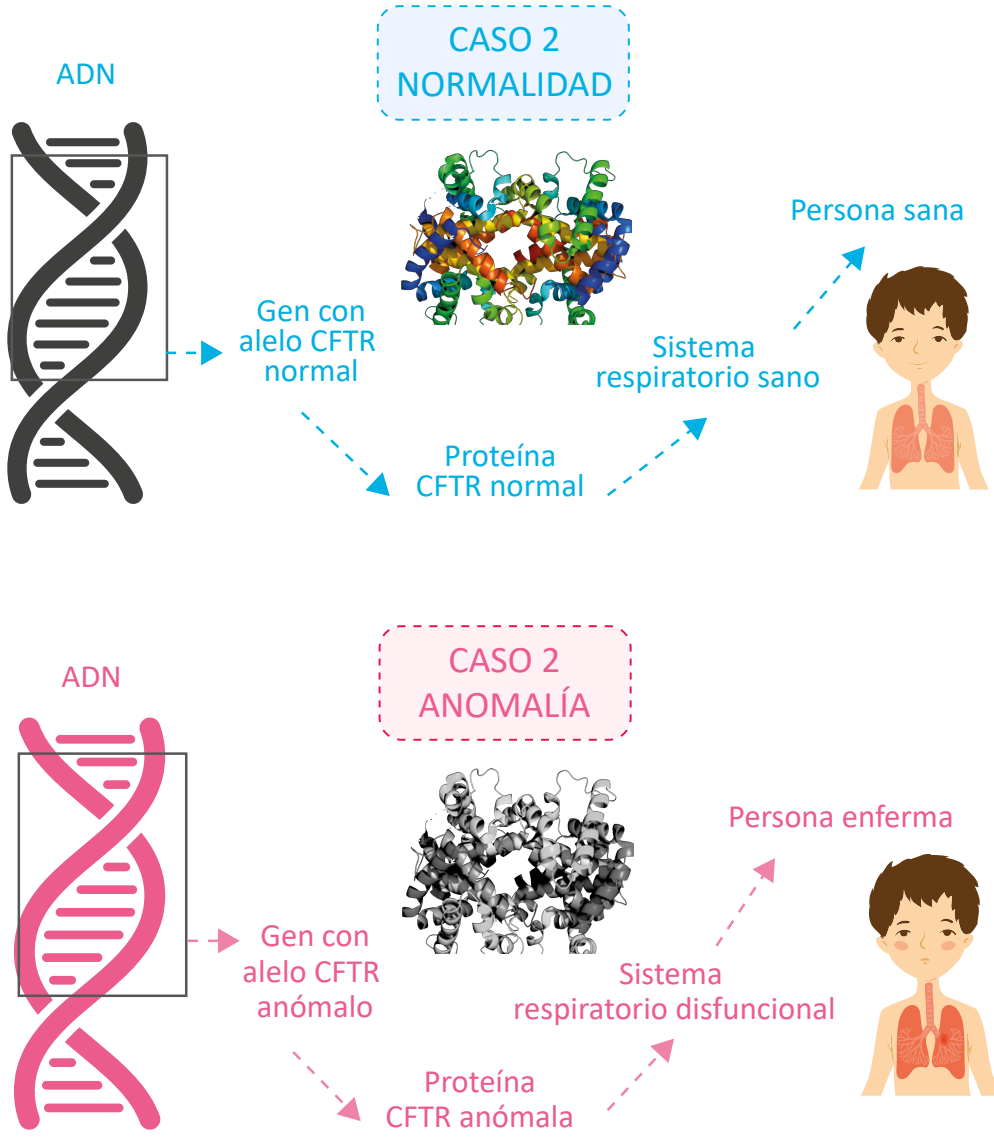


Algunas enfermedades genéticas, como la anemia drepanocítica, solo se manifiestan cuando ambos alelos del locus están alterados. Por tanto, un heterocigoto se convierte en un portador del alelo únicamente. De acuerdo con la OMS, esta enfermedad, junto a otras mutaciones en este gen, es sufrida por cerca del 5 % de la población mundial. En algunas regiones de África, estas mutaciones pueden afectar hasta el 40 % de su población, siendo sus portadores aún más abundantes.

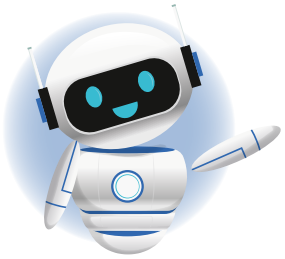
Enfermedad 2. Fibrosis quística

Esta enfermedad afecta a varios órganos, incluidos el intestino, el páncreas, las glándulas sudoríparas, el aparato reproductivo y el aparato respiratorio, donde suele ser más grave.

El alelo normal produce una proteína denominada CFTR, que controla el movimiento de iones entre el citoplasma y la membrana celular. El alelo anómalo genera una proteína no funcional, lo que produce un descenso en el líquido que baña las células epiteliales de las vías respiratorias y aumenta la viscosidad del moco secretado. Esto afecta la función de los cilios que empujan el moco y con ello la vía respiratoria tiende a acumular bacterias.



De acuerdo con la OMS, esta enfermedad afecta principalmente a la población europea de origen caucásico. Una de cada 25 personas porta el alelo defectuoso del gen ubicado en el cromosoma autosómico 7. Esta mutación afecta múltiples órganos debido a que la proteína tiene funciones en todos ellos.



La presente semana hemos aprendido que los genes conducen a la formación de proteínas. Además, dichos genes tienen una ubicación en el ADN, llamada locus. A su vez, cada gen puede presentar formas alternativas llamadas alelos. Por otra parte, existe diversidad genética en las poblaciones de cualquier organismo. Dicha diversidad puede concebirse como el conjunto de alelos para cada locus. Además, los alelos, al ser material genético, se heredan de una generación a la siguiente. Para culminar, existen alelos que pueden conducir a ventajas con respecto a otros, o bien a condiciones de enfermedad. Como ejemplo de estos últimos se encuentra el alelo que conduce a la enfermedad anemia drepanocítica y el que conduce a la fibrosis quística.

Como ya se mencionó, los genes tienen una naturaleza física, ya que constituyen una secuencia de nucleótidos, que en todos los seres vivos corresponden a ADN. El contenido total de ADN de un organismo tiene una copia presente en cada una de sus células, que corresponde al genoma.

A. ¿A quién te pareces más?

¿Te pareces a tus padres o a tus abuelos? Ahora veremos si existe una característica heredada de tus ancestros cercanos, pero no será por apreciación, sino de manera objetiva, basándonos en la genética.

Materiales:

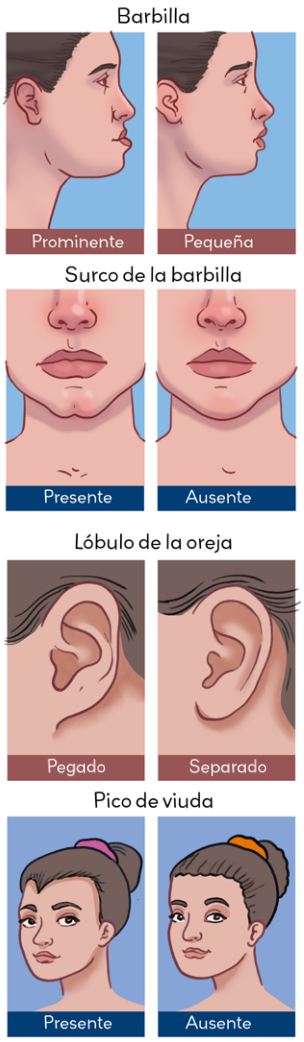
- Fotografías de tus parientes cercanos, como madre, padre, abuelos o abuelas
- Dispositivo móvil o cámara fotográfica

Procedimiento:

1. Toma una foto de tu rostro mientras sonríes y otra estando serio.
2. Observa las imágenes y compáralas con las de tus padres o abuelos. Si no tienes fotografías de ellos, puedes simplemente recordar sus rostros.
3. Para una comparación más precisa y objetiva, fíjate en las siguientes características:
   - Presencia o ausencia de camanances
   - Presencia o ausencia de pico de viuda
   - Prominencia de la barbilla
   - Partidura (surco) de la barbilla
   - Separación del lóbulo de la oreja
   - Grosor de las cejas (pobladas o finas)
   - Separación de las cejas (juntas o separadas)

5. Ahora lee el texto:
   «El ADN se organiza en cromosomas. Estos son conjuntos de proteínas y ADN unidos de forma altamente empaquetada. En los cromosomas se ubican los locus de la mayoría de genes, representados por alelos específicos».
6. Describe tus características y responde:
   a. ¿Cuáles de tus características son iguales a las de tus padres (progenitores)?
   b. ¿Tus padres se parecen a tus abuelos? ¿En cuáles características?
   c. ¿Qué características proceden de la familia o línea de tu padre?

p. 33



En conclusión, existen características (rasgos) que están codificadas en los genes; estas, a su vez, pueden ser heredadas de una generación a la siguiente. Sin embargo, existen leyes o patrones de herencia de los alelos a través de las generaciones. Lo anterior puede evidenciarse en la medida que existen rasgos que aparentemente no se heredaron de un progenitor a nosotros, o bien, se saltaron una generación. ¿Qué pasa con esos rasgos? ¿A caso se pierden? ¿O es que se ocultan? Lo estudiaremos durante las próximas clases.

Creatividad

Anteriormente exploramos que existen patrones de herencia para las características corporales, y que la información de estas se encuentra alojada en los genes. Por tanto, de una generación a la siguiente, los hijos heredan un conjunto de alelos de ambos progenitores.

B. Juguemos con las leyes mendelianas

A continuación, estudiaremos las leyes de la herencia genética. Lo haremos por medio de un juego llamado «Mendelius, seres de otro mundo». Pero antes será necesario aprender su terminología y sus reglas.

Materiales:

- 2 barajas Mendelius (imprímelas a color, encontrarás el vínculo en el QR de la página 58)

Procedimiento:

Parte I. Documentación

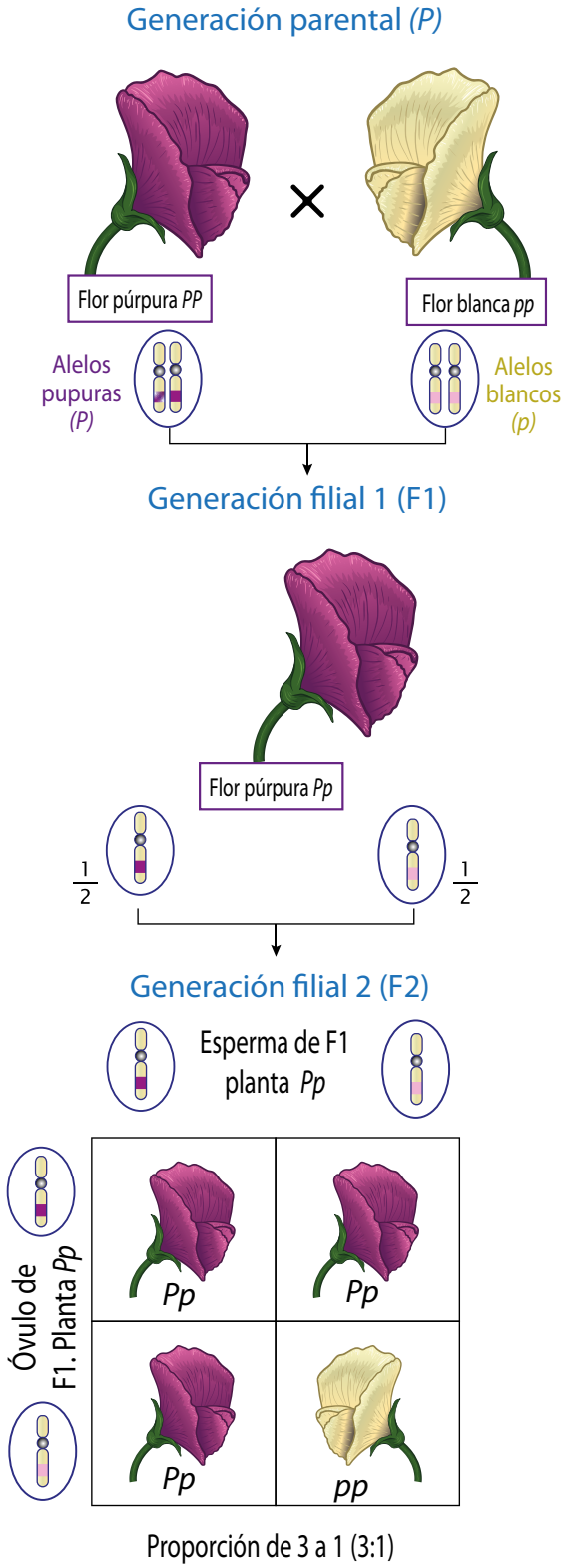
1. Organízate con tus compañeros de manera que la clase se divida en cuatro equipos.
2. Lee y discute con tu equipo el texto «cruces genéticos»

Cruces genéticos

Un **cruce genético** es la reproducción sexual de dos individuos diferentes que da como resultado una descendencia que conserva parte del material genético de cada progenitor. Por ejemplo, tú eres descendiente de tus padres, por lo tanto, conservas la mitad del material genético de tu mamá y la otra mitad de tu papá. ¿Qué tiene que ver esto con los alelos? Veamos.

Como sabes, los cromosomas son cúmulos de ADN y proteínas que se heredan de una generación a la siguiente. En individuos **diploides** existen dos juegos de cromosomas, cada uno de los cuales tiene cierto número de locus o sitios para que se ubiquen los genes. Los **gametos** o células germinales de los progenitores, ya sean óvulos o espermatozoides, heredan un juego de cromosomas, es decir, son **haploides**.

En un cruce genético, ambos gametos se fusionan para formar un cigoto nuevamente diploide, que origina al descendiente; así, los hijos, heredan un juego de cromosomas de cada progenitor y, por tanto, un juego de alelos de cada uno.



Recuerda que los organismos diploides tienen espacio para dos alelos en cada locus. Entonces, se llama **genotipo** al par de alelos que un individuo tiene en un locus particular, los cuales pueden ser iguales o diferentes. Cuando son iguales, el individuo es **homocigoto** o puro para dicho locus; en caso contrario, son **heterocigotos** o híbridos.

El juego Mendelius trata sobre cruces genéticos hipotéticos y nos brinda una idea gráfica de su resultado al seguir las leyes de la herencia. No obstante, para representar los cruces genéticos usaremos un **cuadro de Punnett**.

3. Ahora lee la sección *Así se usa…*, que se muestra al final de esta página.
4. Imprime dos copias de la baraja Mendelius (QR de la derecha).

Escanea para obtener tu baraja Mendelius a color. Necesitarás dos copias: https://qrs.ly/eifrtc4

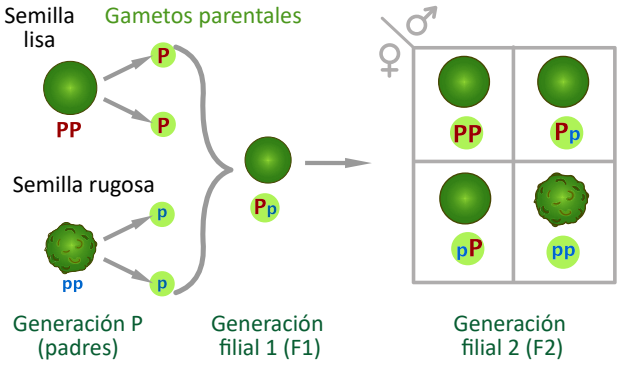
Así se usa…

Cuadro de Punnett

Los cuadros de Punnet son una representación gráfica de las posibles formas de combinar los alelos de un mismo locus para dos individuos que se cruzan.

Normalmente, los alelos dominantes se representan con una letra mayúscula y los recesivos, con una minúscula, mientras que el sexo de los progenitores se representa con los signos de marte (♂), para los machos, y de venus (♀), para las hembras.

Supongamos que queremos saber cómo serían los descendientes de dos plantas de guisantes de línea pura, una que produce semillas lisas y otra que produce semillas rugosas. Asumiendo que ambas características son controladas por un par de alelos de un mismo locus, el cruce para dos generaciones se vería así:



Es fácil comprender que a la primera generación todos los descendientes heredarán un gameto de cada padre; no obstante, la segunda generación ha sido representada en un cuadro de Punnett, pues facilita interpretar el resultado.

Además, nota que las celdas de un cuadro de Punnett tienen un valor de probabilidad; así, si se tienen cuatro celdas, cada una representa que el 25 % de los descendientes pueden heredar la característica en cuestión. Veamos algunos ejemplos a usar Mendelius:

Ejemplo 1. Construye un cuadro de Punnett para el cruzamiento entre dos líneas puras: individuo blanco homocigoto (BB) × individuo rojo homocigoto (RR). Considera que ambos alelos son dominantes.

♀ \ ♂	**B**	**B**
R	RB	RB
R	RB	RB

El 100 % de descendientes son heterocigotos híbridos y mostrarán ambas características dominantes (según el juego, serán ocres).

Ejemplo 2. Construye un cuadro de Punnett para un cruzamiento mixto: individuo blanco (BB) × individuo ocre, híbrido (RB).

♀ \ ♂	**B**	**B**
R	RB	RB
B	BB	BB

El 50 % de los descendientes son heterocigotos ocres, mientras que el resto son homocigotos blancos.

Parte II. Juguemos Mendelius

1. Lee el texto «Objetivo y reglas de Mendelius» presentado a continuación.
2. Sortea el orden de juego repartiendo aleatoriamente una carta a cada equipo. Inicia el que obtenga la carta con numeración más alta.
3. Cada equipo deberá seguir las reglas por cuatro rondas, tratando de obtener el mejor puntaje posible con cada cruce.
4. Encontrarás la dinámica y las rondas del juego en tu Cuaderno de Trabajo. En él también deberás dejar constancia de tus cruces.
5. Si tienes dudas de la dinámica, puedes auxiliarte del QR de la derecha.

p. 33

Observa un tutorial de Mendelius.
https://qrs.ly/t2frtc5

Objetivo y reglas del juego Mendelius

Existen tres tipos de familias reconocibles por el color de su piel: la roja, la blanca y la ocre. Esta característica está determinada en cada individuo por un gen con dos alelos, uno heredado del padre y otro de la madre.

Los individuos que tienen dos alelos iguales son considerados razas puras y los individuos con alelos diferentes se llaman híbridos. Sus genotipos y fenotipos se resumen así:

- El alelo B determina el color blanco.
- Genotipo puro BB = fenotipo piel blanca.
- El alelo R determina el color rojo.
- Genotipo puro RR = fenotipo piel roja.
- Los individuos híbridos RB mostrarán un color intermedio ocre.
- Genotipo RB = fenotipo piel ocre.

La baraja del juego está conformada por cuarenta cartas: cuatro comodines y tres familias Mendelius (roja, blanca y ocre). Cada familia se compone de una abuela y un abuelo, dos madres y dos padres, tres hijas y tres hijos. **En la parte superior izquierda de las cartas aparece su valor numérico y el genotipo del individuo.**

El objetivo del juego es combinar las cartas Mendelius para obtener los cruzamientos establecidos en cada ronda antes que el resto de los jugadores.

Familia Mendelius

Abuelos (solo originan padres)



Padres (solo originan hijos)



Hijos (no se reproducen)





Abuela/Abuelo (10 puntos)
Solo pueden cruzarse entre ellos y su descendencia directa son madres y padres.



Madre/Padre (5 puntos)
Son la descendencia directa de los abuelos. Solo pueden cruzarse entre ellos y su descendencia son hijas e hijos.



Hija/Hijo (1 punto)
Son la descendencia directa de los padres y no pueden cruzarse entre ellos.

Puntaje



Genotipo

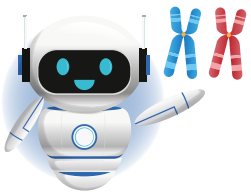
Comodín (30 puntos)
Representado por la figura de Mendel, puede sustituir a cualquier carta. Solo puede usarse una vez por cruce.

Hasta el momento sabemos que los genes tienen una ubicación en el ADN denominada locus. A su vez, el ADN puede organizarse en cromosomas. Ahora bien, estos últimos suelen encontrarse en pares denominados **cromosomas homólogos**. Los organismos suelen presentar más de un juego de cromosomas. Por tanto, cada individuo puede tener tantos alelos para un locus como juegos de cromosomas presente. Las preguntas clave a continuación serán: ¿cómo se distribuyen esos locus en los cromosomas? ¿Cómo se heredan los alelos a la descendencia?



Gregor Mendel se considera el «padre de la genética».

Aunque los humanos tengan dos juegos de cromosomas, existen organismos que pueden presentar uno o más de tres juegos. De hecho, muchas plantas de nuestra dieta tienen varios juegos de cromosomas, por lo que se llaman poliploides. El maíz y las fresas son ejemplos de poliploides. Las fresas generalmente presentan ocho juegos de cromosomas, es decir, son octaploides.



La herencia de Mendel

Antes de que la ciencia concibiera un concepto integral de gen y que reconociera la existencia de los cromosomas y del ADN hubo un científico y monje llamado Gregor Mendel, quien, con simples observaciones y datos estadísticos experimentales, fue capaz de darle seguimiento a través de las generaciones a una serie de siete características en plantas de guisante (*Pisum sativum*).

Mendel obtuvo sus semillas de guisante originales de fuentes comerciales. Durante dos años verificó que las variedades fueran líneas puras para distintas características heredadas. Actualmente se utiliza el término **fenotipo** para referirse al aspecto físico de un organismo y **genotipo** para referirse a la composición genética de ese organismo (qué alelos tiene en cada locus). Una línea o variedad pura solo produce descendencia que expresa el mismo fenotipo (por ejemplo, semillas redondas o plantas de tallo largo) de generación en generación.

Mendel empezó sus experimentos cruzando plantas de dos diferentes variedades puras con fenotipos (rasgos) contrastantes; estos individuos puros constituyeron la generación parental, o generación P. Los descendientes de esta generación mostraban solamente el rasgo de uno de los progenitores. Esa descendencia fue llamada primera generación filial o generación F1 (filial en latín significa «hijos e hijas»).

La segunda generación filial o generación F2 fue el resultado del cruzamiento entre individuos F1 o por autopolinización de individuos F1. En ella se pudo evidenciar que el rasgo expresado en la generación F1 era dominante, pues no fue hasta la F2 que se volvió a evidenciar el rasgo del otro progenitor; es decir, el rasgo había quedado oculto durante la F1. Tras varias repeticiones, Mendel concluyó que los rasgos dominantes enmascaran a los recesivos cuando ambos están presentes en el mismo individuo. Puesto a que los rasgos están controlados por los genes, ahora sabemos que existen alelos dominantes y recesivos.

En la terminología actual, cuando un organismo tiene dos alelos distintos para un locus dado, se llama **heterocigoto**, mientras que si ambos alelos son iguales, se denomina homocigoto. No olvidemos que, aunque un organismo diploide tenga un máximo de dos alelos por locus, en una población pueden existir múltiples alelos por locus. Del mismo modo, algunos rasgos pueden ser el producto de la expresión de varios locus al mismo tiempo. Además, algunos alelos se expresan de forma codominante, lo cual indica que cuando ambos están presentes en un locus dado ambos se expresan en simultáneo.

Comunicación

En la actividad previa aprendimos a comprender los patrones hereditarios mendelianos con características alojadas en un único locus que controla el color de la piel de los personajes de un juego de cartas; sin embargo, quedan algunas interrogantes: ¿Por qué existen formas alélicas para cada locus? ¿Cuántos alelos pueden existir por locus en un organismo o en una población?

C. ¿Mutaciones en humanos?

Las mutaciones son alteraciones en el material genético causadas por un factor desencadenante. Ahora estudiaremos mutaciones comunes en humanos que pueden desencadenar un síndrome.

Procedimiento:

1. Lee detalladamente la siguiente información.

Una de las principales causas de que existan múltiples formas alélicas en las poblaciones son las mutaciones. Estas son cualquier cambio en una secuencia de material genético, que puede ser heredable. En pocas palabras, es un factor que permite la creación de nuevos alelos.

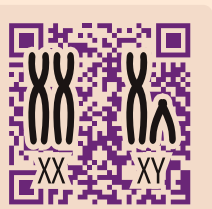
Existen dos clases fundamentales de mutaciones: las génicas y las cromosómicas. Las primeras constituyen un factor que altera un locus o un puñado de loci y genera nuevos alelos. En cambio, las mutaciones cromosómicas constituyen un cambio a gran escala que puede afectar un segmento del cromosoma, un cromosoma completo o varios cromosomas, que aumenta su número o lo disminuye. Ya que el conjunto de cromosomas de un organismo vivo se denomina **cariotipo**, se dice que una mutación cromosómica puede alterar el cariotipo del individuo que la presente.

Las principales causas de mutación son los factores ambientales y los errores en la replicación del ADN. Ambos casos pueden ocurrir espontáneamente de forma natural.

2. Forma equipos de trabajo.
3. Elije con tu equipo una de las siguientes enfermedades: síndrome de Klinefelter, síndrome de Down, síndrome de triple X, síndrome de Jakob.
4. Busquen información sobre el cariotipo humano sano y de cada enfermedad; pueden empezar auxiliándose del enlace QR o de la RA.
5. Elaboren un dibujo de los cromosomas humanos ordenados conforme a su tamaño y forma (cariotipo), tanto de un individuo sano como de uno afectado por el síndrome en cuestión.
6. Listen las características fenotípicas asociadas al síndrome seleccionado.
7. Elaboren un material expositivo y presenten el síndrome a la clase.
8. Esquematiza y señala la mutación de los demás síndromes expuestos por tus compañeros. Toma nota de sus características fenotípicas.

p. 35

En conclusión, las mutaciones son fenómenos que pueden provocar el surgimiento de nuevos alelos e incluso multiplicar cromosomas, o bien pueden ocasionar el efecto inverso. En cualquier caso, son muy importantes, debido a que pueden provocar cambios en el fenotipo de los individuos.

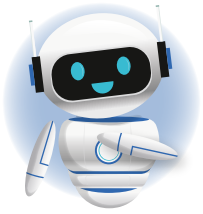


CARIOTIPO HUMANO

El cariotipo humano es el conjunto de cromosomas de un humano normal. En total son 23 pares, 22 autosómicos y un par sexual: XX o XY.

Descubre cómo se ven los cariotipos de algunos síndromes genéticos humanos. https://qrs.ly/h2frtc7

Antes estudiamos enfermedades genéticas causadas por mutaciones en un solo locus del genoma, pero también existen mutaciones cromosómicas que afectan uno o varios cromosomas y pueden provocar síndromes genéticos.



Mecanismos de evolución

En la semana previa comprendimos que las mutaciones pueden crear alelos nuevos, duplicar cromosomas completos o partes de ellos, o bien eliminarlos. Además, aprendimos que para un organismo diploide los alelos de un solo locus pueden ser iguales o distintos, es decir, homocigotos o heterocigotos, respectivamente. Esta condición es muy importante para determinar cómo los alelos serán transmitidos a la descendencia. Finalmente, como lo describió Mendel, sabemos que algunos alelos son dominantes sobre otros; es decir, ciertos alelos enmascaran la presencia de otros. Ante ello, surge la pregunta: ¿Será siempre el alelo dominante el más común en una población? Averigüémoslo con la siguiente actividad.

A. Heterogeneidad de una población

Ahora desarrollaremos un ejercicio para explorar cuáles son los alelos más comunes en una población, pero lo haremos con nuestro salón de clases. Para ello, observaremos algunos rasgos físicos que pueden estar presentes en nuestros compañeros.

Procedimiento:

1. Forma parejas de trabajo siguiendo las indicaciones de tu docente.
2. Observa en tu pareja los rasgos que se detallan en la tabla de tu Cuaderno de Trabajo. Puedes auxiliarte de las figuras que se muestran a continuación.

p. 37

Fenotipos



3. Completa las columnas E y F de la tabla con la información de tu compañero.
4. Calcula el porcentaje de la clase que presenta cada fenotipo y completa la columna G. Si no recuerdas cómo calcular el porcentaje, auxíliate de la siguiente ecuación.

$$\text{Porcentaje del fenotipo} = \left[\frac{\text{Estudiantes que presentan el fenotipo}}{\text{Total de estudiantes en la clase}} \right] \text{x } 100$$

5. Responde basándote en la población del salón de clase:
   a. ¿Es siempre el fenotipo dominante el más frecuente en una población? ¿Por qué pasa esto?
   b. ¿Crees que estos porcentajes son constantes a través de las generaciones? Justifica tu respuesta.

Si observamos en detalle los individuos que componen una población, independientemente de la especie, es común encontrar diferencias entre ellos. Estas diferencias en los rasgos se deben a la expresión de distintos alelos. Para la ***actividad A*** asumimos que cada rasgo de nuestros compañeros estaba controlado exactamente por dos alelos de un mismo locus, uno dominante y otro recesivo. De esta forma, podíamos inferir los posibles genotipos y calcular las proporciones de los fenotipos. Nota que solo podíamos estar seguros del genotipo cuando estábamos frente a un fenotipo recesivo.

Observando los fenotipos recesivos de nuestros compañeros notamos que no necesariamente el alelo dominante es el más abundante en una población; entonces, ¿qué hace que un alelo sea más abundante que otro? En términos generales, los alelos más abundantes tienden a ser los que de alguna manera contribuyen a la supervivencia y al éxito reproductivo de los individuos.

Usamos el término **frecuencia alélica** para referirnos a qué tan común es un alelo dentro de una población, lo cual podemos medir fácilmente. Como ya habrás deducido, la frecuencia de los alelos puede cambiar de una generación a otra; por ejemplo, si un alelo resulta perjudicial a la supervivencia. Esto nos lleva a un concepto clave: la **evolución**.

Definimos la **evolución** biológica como un «cambio en las frecuencias alélicas de las poblaciones a través de sucesivas generaciones». Es importante reconocer que las frecuencias alélicas de las poblaciones se ven alteradas por varios factores naturales, usualmente de manera simultánea; pero es más fácil si se estudian como mecanismos individuales. Durante la presente semana descubriremos estos mecanismos, que son los impulsores de la evolución.

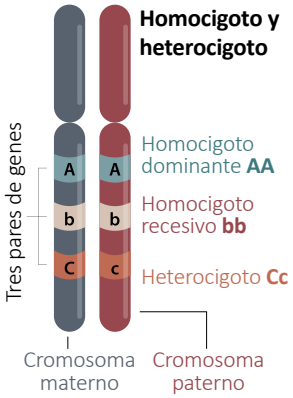


Así como las personas pertenecen a una misma especie, todos los chiles dulces conforman una sola especie, *Capsicum annum*, y aun así no hay dos chiles iguales en el mundo. La diversidad de formas y tamaños de las diferentes especies agrícolas es en gran medida el resultado de un proceso selectivo realizado por los agricultores, denominado **selección artificial**. Este proceso altera la proporción de alelos presentes en un mismo cultivo con cada generación.



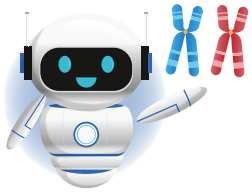
DIVERSIDAD DE FENOTIPOS EN MAÍZ

La diversidad fenotípica del maíz se manifiesta, por ejemplo, en los múltiples colores que pueden tomar los granos, incluso en una misma mazorca.



Representación de cómo se ubican las parejas de alelos en sus respectivos loci. Nota que cada cromosoma suele tener varios loci.

¿Crees que podrías determinar los genotipos de tus compañeros a simple vista? Esto solo es posible para los rasgos recesivos, pues los dominantes bien podían ser homocigotos o heterocigotos.



Creatividad

En la clase anterior descubrimos que dentro de una población los alelos más comunes no siempre son los que se comportan como dominantes. Pero entonces, ¿cómo un alelo se vuelve más frecuente que otro? ¿Esta situación se puede revertir o es permanente? Durante esta clase analizaremos algunos fenómenos comunes que ocurren entre las poblaciones para verificar si estos pueden producir cambios en las **frecuencias alélicas**, es decir, si son factores o fuerzas de evolución.

B. La importancia de una muestra

Para comenzar nos centraremos en averiguar las razones por las cuales los alelos dominantes no son necesariamente los más comunes en las poblaciones. Para ello estudiaremos un fenómeno llamado «efecto fundador». Forma una pareja de trabajo con un compañero y desarrolla el siguiente ejercicio práctico.



Materiales:

- 450 g de frijoles rojos, aproximadamente
- 450 g de frijoles negros, aproximadamente
- 4 plumones indelebles
- 12 vasos de entre 250 y 350 mL

Procedimiento:

1. Coloca tus muestras de frijoles de colores en dos vasos distintos.
2. Considera que los colores de los frijoles representan dos diferentes alelos de un mismo locus, los cuales se expresan como presencia o ausencia de camanances. Un alelo es dominante «C» y otro es recesivo «c». Cada tipo de frijol representa entonces a personas con camanances y sin camanances.
3. Toma 200 frijoles de cada color (400 en total), viértelos en un mismo vaso y mézclalos bien. Tómate el tiempo que necesites para contarlos.
   Los 400 frijoles mezclados representan una población de personas; la mitad de ellas tienen alelos para camanances. Las cantidades iguales de frijoles implican que ambos alelos (con camanances y sin camanances) se distribuyen por igual en la población; es decir, la frecuencia de personas con alelos para camanances es de 0.5 (50 %).
   Si todas las personas se reprodujeran por igual, sin importar sus camanances, esta frecuencia de 0.5 (50 %) no tiene por qué cambiar para la siguiente generación. Es decir, aunque la población llegue a 800 personas, 400 tendrán alelos para camanances y 400 no.
4. Comprueba las afirmaciones del *paso 3* calculando las frecuencias alélicas del total de cruces genéticos posibles que aparecen en tu Cuaderno de Trabajo. p. 38
5. Supón ahora que un grupo de individuos cualquiera se ha enojado con el resto, así que ha decidido independizarse; por lo tanto, abandonará la población y formará un asentamiento nuevo en cualquier otro sitio. Mientras más lejos, mejor.
6. Para simular esta separación, cierra los ojos y toma una muestra aleatoria de 100 frijoles que se encuentran dentro del vaso combinado. Considera esta selección como una *muestra 1* de 100 frijoles, lo que equivale a un 25 % de la población original (400 frijoles).
7. Separa y cuenta el número de frijoles de cada color que obtuviste en la *muestra 1*.

8. Calcula las frecuencias de ambos alelos en la muestra; para ello, nuevamente divide el número de frijoles de cada tipo entre el total de frijoles de la muestra.
9 Anota los datos dentro de los espacios asignados en la tabla del Cuaderno de Trabajo.
10. Regresa los frijoles de la *muestra 1* al vaso de la población original y mézclalos nuevamente.
11. Repite los *pasos* del *6* al *10* para obtener cinco muestras distintas más y registra tus resultados. Sin embargo, esta vez la cantidad de frijoles variará con cada muestra de la siguiente manera:
    - La *muestra 2* consistirá en 100 frijoles.
    - La *muestra 3* será de 50 frijoles.
    - Las *muestras 4*, *5* y *6* tendrán nada más 25 frijoles.
12. Con base en los resultados, responde en tu Cuaderno de Trabajo:
    a. ¿Por qué las frecuencias alélicas no son las mismas en cada muestra?
    b. ¿Cómo se puede relacionar esto con los cambios en las frecuencias alélicas en una población a través del tiempo?





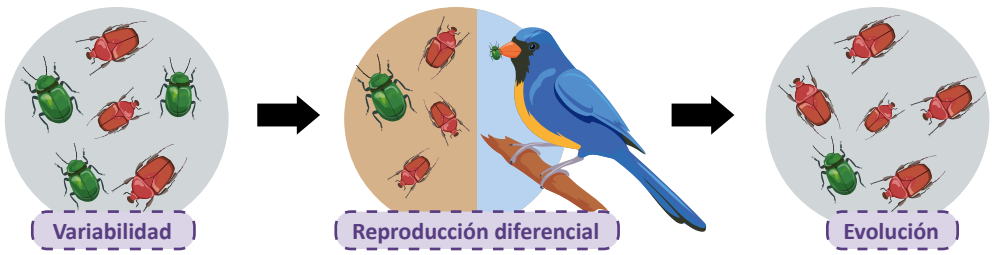


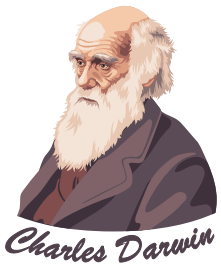
La *actividad B* nos ha mostrado que a partir de una población inicial se pueden generar nuevas poblaciones con frecuencias alélicas distintas a la original. Ahora bien, recuerda que este tipo de cambios son, por definición, eventos evolutivos, pero ¿qué lo causó? Curiosamente el único factor de cambio en las poblaciones fue el azar, lo cual representamos cuando seleccionamos muestras con los ojos cerrados.

La fluctuación en las frecuencias alélicas debido a factores de azar se denomina **deriva genética**, y se considera una fuerza evolutiva muy común. La intensidad de la deriva genética depende del tamaño de la muestra (o de la población); como pudimos evidenciar, mientras más pequeña era la muestra de individuos que formaban una nueva población, más diferencias cabía esperar en las frecuencias alélicas respecto de la población original. Este hecho particular se conoce como **efecto fundador**.

Sin embargo, si los individuos de las nuevas poblaciones se reprodujeran por igual, las frecuencias alélicas se conservarían a través de las generaciones. Es acá donde entran en juego los otros mecanismos o fuerzas de evolución que estudiaremos en adelante. Estos mecanismos tienen por característica común que pueden influir en la composición de la diversidad genética de una población. Así, los dividimos en dos grupos:

Mecanismos que reducen la variabilidad genética	Mecanismos que aumentan la variabilidad genética
• Selección natural • Selección sexual • Deriva genética	• Mutación • Recombinación • Flujo genético





La primera fuerza de evolución descrita fue la **selección natural**. Propuesta por Charles Darwin y Alfred Wallace, establece que el ambiente presiona a los individuos de tal forma que solo los más aptos se reproducen con éxito, transmitiendo sus alelos a la siguiente generación. Por tanto, este mecanismo reduce la diversidad genética.

Comunicación

En la etapa previa comprendimos que existen mecanismos que provocan cambio en las frecuencias alélicas en una población, es decir, fuerzas de evolución. Más adelante nos centraremos en ellas, pero antes veremos cómo todo tipo de organismos están sujetos a ellas. Por eso estudiaremos un importante experimento que relacionó las fuerzas de evolución con la adaptación de los patógenos a sus hospederos.

C. Evolución en patógenos

Las enfermedades causadas por bacterias son comunes, y no solo afectan humanos. De hecho, hay bacterias que son capaces de infectar diferentes especies. Ahora estudiaremos un caso experimental en el que el fenómeno evolutivo genera una adaptación favorable a las poblaciones bacterianas.

Procedimiento:

1. Forma equipos de trabajo siguiendo las indicaciones de tu docente.
2. Analicen en equipo la siguiente lectura, con apoyo de la figura de la página 67.

En el decenio de 1920 se descubrió que algunas bacterias pueden formar dos clases de colonias distinguibles: S y R. Las colonias S estaban rodeadas por una capa de consistencia gelatinosa, de la cual carecían las colonias R. Esta diferencia se debía a la cápsula bacteriana. La cápsula protege a las bacterias de las defensas del hospedero, lo que explica por qué las células R, sin cápsula, no provocan infección en animales de laboratorio.

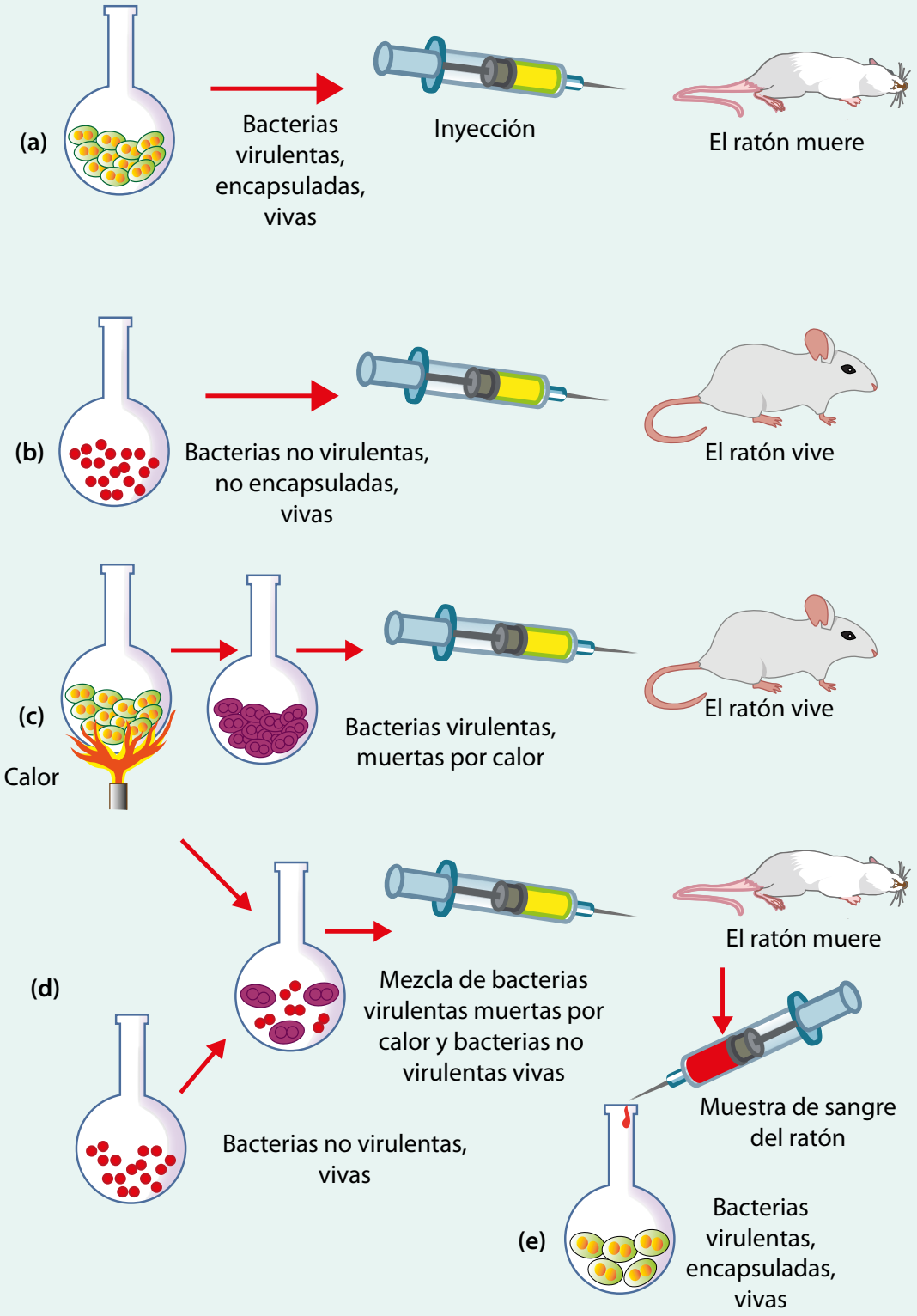
Por su gran efecto sobre la salud, las bacterias *Streptococcus pneumoniae*, o simplemente neumococos, causantes de neumonía, son desde hace mucho tiempo foco de atención entre los microbiólogos. En 1923, Frederick Griffith demostró que los neumococos también crecen como S o R y que sus formas son interconvertibles, es decir, en ocasiones una bacteria R podía convertirse en una bacteria S, o viceversa. Por ejemplo, Griffith observó que si inyectaba un número considerable de bacterias R a un ratón el animal casi siempre desarrollaba neumonía y producía bacterias que formaban colonias de morfología S. Por otro lado, antes se había demostrado que el neumococo se presentaba en tres tipos distintos: I, II y III, los cuales son reconocibles usando anticuerpos; además, una bacteria de un tipo nunca daba lugar a otro tipo, pero todos los neumococos podían ocurrir en las formas S o R.

En 1928, Griffith hizo un descubrimiento sorprendente cuando inyectó varias preparaciones bacterianas en un ratón. La inyección de numerosas bacterias S muertas por calor o de un pequeño número de bacterias R vivas no causó daño al ratón. Sin embargo, cuando inyectó ambas preparaciones juntas al mismo ratón, este desarrolló neumonía y murió.

Se pudieron aislar y cultivar bacterias virulentas (causantes de enfermedad) del ratón. Para ampliar sus datos, inyectó combinaciones de bacterias de diferentes tipos. De manera inicial inyectó a ocho ratones con bacterias S de tipo I muertas por calor junto con un pequeño inóculo de bacterias R de tipo II vivas. Dos de los ocho animales contrajeron neumonía y, a partir de ellos, Griffith pudo aislar y cultivar las bacterias virulentas. Sorprendentemente, estas eran bacterias S de tipo I. Puesto que era imposible que las bacterias muertas por calor volvieran a la vida, Griffith concluyó que las células muertas de tipo I habían suministrado algo a las bacterias no encapsuladas de tipo II que las transformó en la forma encapsulada de tipo I. Cuando creció en cultivo, la bacteria transformada continuó su producción de células de tipo I y en consecuencia el cambio era estable y permanente.

3. Desarrollen las interrogantes que aparecen en su Cuaderno de Trabajo. Para ello, tomen en cuenta que ahora sabemos que las bacterias pueden donar parte de su ADN a otras bacterias afines.

p. 39



Podemos concluir que todas las poblaciones cuentan naturalmente con cierta diversidad genética que consiste en el conjunto de alelos de sus individuos. Las proporciones de estos alelos puede variar de generación en generación por la acción de diferentes mecanismos, lo cual puede ser medido. Este fenómeno de cambio en las frecuencias alélicas se llama evolución. Nota que la evolución no significa mejora, y tampoco es sinónimo de nuevas especies. Ese fenómeno se denomina especiación y lo abordaremos en el futuro.

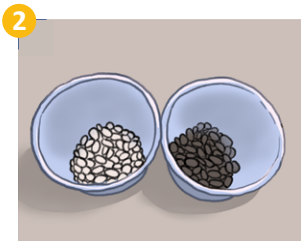
Evolución y mejoramiento genético

La semana previa aprendimos que el concepto **evolución**, en un contexto biológico, puede entenderse como sinónimo de «cambio». No hablamos de una mejora o progreso ni de una dirección, simplemente de un cambio, con las condiciones de que afecte a toda una población y que pueda pasar a una próxima generación, es decir, heredarse. Además, hablamos de **mecanismo evolutivo** como el conjunto de leyes que operan para generar cambios en las poblaciones. Estos mecanismos pueden aumentar o reducir la variabilidad de la población, dependiendo de si aumentan o reducen los alelos presentes. Durante esta semana nos centraremos en averiguar cómo funcionan las fuerzas evolutivas y cómo pueden aprovecharse.

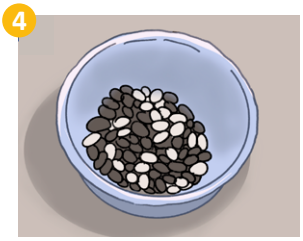
A. Eventos de evolución

Como vimos antes, algunos factores de carácter aleatorio pueden ocasionar el cambio en las frecuencias alélicas en una población, y estos no necesariamente tienen que ver con una adaptación. Ahora estudiaremos más a detalle cómo ocurre un evento evolutivo a través de las generaciones.

2



4





5



6



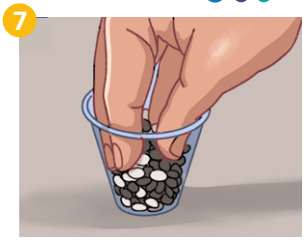
Materiales:

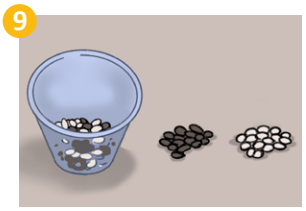
- 450 g de frijoles blancos
- 450 g de frijoles negros
- 4 plumones indelebles
- 12 vasos de entre 250 y 350 mL

Procedimiento:

1. Forma grupos de trabajo según las indicaciones de tu docente.
2. Coloquen los frijoles de cada color en vasos diferentes y rotúlenlos como «Rh^+» y «Rh^-».
3. Consideren que los colores de los frijoles representan dos diferentes alelos de un mismo locus, los cuales se expresan como la capacidad, o no, de producir la proteína Rh presente en los glóbulos rojos, lo que se traduce en los tipos de sangre Rh^+ y Rh^-. El alelo Rh^+ se comporta como dominante y el Rh^- como recesivo. Cada tipo de frijol representa entonces a personas que tienen alelos para los tipos de sangre Rh^+ o Rh^-.
4. Tomen 50 frijoles de cada color (100 en total), viértanlos en un mismo vaso y mézclenlos bien. Rotulen este vaso como «población 1».
   Los 100 frijoles van a representar una población original en la que la mitad de las personas tiene alelos Rh^+ y la otra mitad tiene alelos Rh^-. Las cantidades iguales de frijoles implican que ambos alelos (Rh^+ y Rh^-) tienen una frecuencia de 0.5 (50 %).
   Supongan ahora que existe un patrón en el que un grupo de habitantes se separa del resto de la población cada dos generaciones; es decir que, cada 60 años, una parte de la población deserta en busca de independencia.
   Consideren que estos habitantes desertores se asientan en un lugar lejano donde todas las condiciones les son favorables, de tal manera que ese tiempo es suficiente para prosperar y alcanzar un tamaño igual al de la población original sin que exista una presión de selección sobre alguno de los alelos Rh^+ y Rh^-.
5. Para simular el proceso anterior, uno de los integrantes del equipo deberá tomar con los ojos cerrados un frijol cualquiera del vaso «población 1» y lo mostrará a sus compañeros de equipo.
6. Otro miembro del equipo tomará del vaso «Rh^+» o «Rh^-» un frijol del mismo color que el mostrado y lo colocará dentro de un nuevo vaso vacío, al que deberán rotular como «población 2».

7. Regresen el frijol que fue seleccionado al azar al vaso «población 1» y mezclen bien nuevamente.
8. Repitan los *pasos 5*, *6* y *7* hasta tener un total de 20 frijoles dentro del vaso «población 2». Recuerden que el frijol seleccionado al azar debe siempre volver al vaso «población 1» y mezclarse antes de cada repetición.
9. Separen y cuenten el número de frijoles de cada color que quedaron en el vaso «población 2». Para simular el crecimiento poblacional, multipliquen ambos valores por 5.
10. Usando los resultados anteriores, calculen las frecuencias alélicas y registren sus datos en la tabla de su Cuaderno de Trabajo. p. 40
11. Adicionen al vaso «población 2» tantos frijoles de cada color como sean necesarios para alcanzar la cantidad obtenida con la multiplicación anterior. En total, debería haber 100 frijoles dentro del vaso «población 2».
12. Ahora, para continuar con el patrón de deserción, necesitan obtener al menos 5 poblaciones más. Para ello, repitan los *pasos* del *5* al *11*, pero variando el sitio de donde se seleccionan los frijoles al azar, de la siguiente forma:
    a. Para la «población 3», seleccionen los 20 frijoles del vaso «población 2».
    b. Para la «población 4», seleccionen los 20 frijoles del vaso «población 3».
    c. Para la «población 5», seleccionen los 20 frijoles del vaso «población 4».
    d. Continúen así hasta completar un vaso «población 7». Una vez registradas las cantidades de frijoles, no es necesario mantener las semillas en los vasos que no se están usando y pueden reutilizarlas.
13. Respondan a las preguntas del Cuaderno de Trabajo.





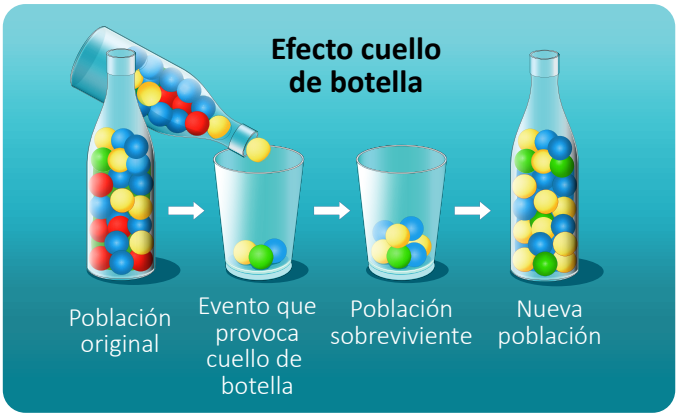




El proceso que acabamos de simular se llama efecto «cuello de botella» y, junto al efecto fundador que observamos la semana pasada, es una de las formas naturales en que se presenta la **deriva genética**. El efecto cuello de botella supone que un evento fortuito puede disminuir súbitamente una población y con ello afectar drásticamente a uno o más alelos particulares. En ausencia de otras fuerzas evolutivas, a medida que esta población recupera sus números, la frecuencia del alelo afectado no se recuperará. Si este suceso se repitiera continuamente, podría incluso fijar o eliminar un alelo de la población. De ahí que la deriva genética se considere como un mecanismo que disminuye la variabilidad.

Observa una variante de este experimento a partir del minuto 12:19 del siguiente video: https://qrs.ly/xsfrtc8

Por otro lado, nota que algunos alelos están más expuestos a las fuerzas evolutivas. En este caso, los alelos codifican para una proteína de tipeo sanguíneo; por lo general estas proteínas no tienen incidencia en la supervivencia y reproducción, así que la presión de selección es mínima. Lo contrario pasa con alelos como los relacionados con la susceptibilidad a enfermedades, los cuales reciben una fuerte presión de selección. Finalmente, durante la actividad se considera una nueva población cada vez, pero los individuos desertores bien podrían unirse a otra población, con lo cual alterarían las frecuencias alélicas existentes. Este fenómeno se conoce como **flujo genético**, y es otra poderosa fuerza de evolución que incrementa la variabilidad.



Creatividad

En la etapa previa observamos cómo ocurre el cambio en las frecuencias alélicas a través de las generaciones mediante los efectos cuello de botella y fundador. Además, supusimos la transferencia de alelos entre poblaciones en un mecanismo evolutivo llamado flujo genético. Sin embargo, la primera fuerza evolutiva que se descubrió fue la selección natural, que produce inherentemente adaptaciones al ambiente. En la presente etapa profundizaremos en estos mecanismos evolutivos.

B. Selección natural y fuerzas de evolución

Algunas condiciones ambientales funcionan como factor de selección en las poblaciones. A continuación, estudiaremos las diferentes fuerzas evolutivas para explicar un caso de relación depredador-presa.

Materiales:

- 1 pliego de papel o mantel blanco
- 450 g de frijoles rojos, aproximadamente
- 450 g de frijoles blancos, aproximadamente
- 450 g de frijoles negros, aproximadamente

Procedimiento:

Parte I. Documentación

1. Forma grupos o parejas, según indique tu docente, para leer el texto «Las fuerzas de evolución».
2. Respondan a las preguntas de su Cuaderno de Trabajo.

p. 41

Las fuerzas de evolución

Las poblaciones naturales están en constante cambio. Aunque no lo creas, estos suelen ser rápidos, pero poco perceptibles; no obstante, hay casos radicales. Veamos el siguiente ejemplo:

La polilla inglesa (*Biston betularia*) tiene dos variantes de color: clara y oscura. Antes de 1848, las polillas oscuras eran menos del 2 % de la población, pero poco a poco su frecuencia aumentó. Para 1898, el 95 % de las polillas en las zonas industriales eran oscuras, es decir, la población cambió en su mayoría oscuras.



El color de las polillas es determinado principalmente por un solo gen; por tanto, la variación en la abundancia de polillas oscuras reflejó un cambio en la composición genética poblacional, es decir, hubo un cambio evolutivo.

¿Qué sucedió? En el siglo XIX, Inglaterra se encontraba en plena Revolución Industrial. El hollín de las fábricas oscurecía los árboles sobre los que se posaban las polillas claras que, sobre un fondo oscuro, eran más visibles para las aves y estas se las comían en mayor cantidad; como resultado, había más polillas oscuras que podían sobrevivir, alcanzar la edad reproductiva y dejar descendencia, lo cual hizo que aumentaran en frecuencia. El proceso anterior se llama **selección natural**, y no debe confundirse con «teoría de la evolución», pues se trata de un mecanismo evolutivo.

La **teoría de la evolución** es la explicación coherente de cómo los mecanismos de evolución funcionan de manera coordinada para producir las diversas formas de vida. Recordemos además que evolución no es igual a **especiación**. La especiación se refiere a que una población da origen a una o más especies nuevas. También es un cambio evolutivo, pero a mayor escala y a largo plazo.

Entonces, para que haya evolución no es necesario que se origine una nueva especie, sino que cambien las frecuencias alélicas poblacionales por alguno de los siguientes mecanismos:

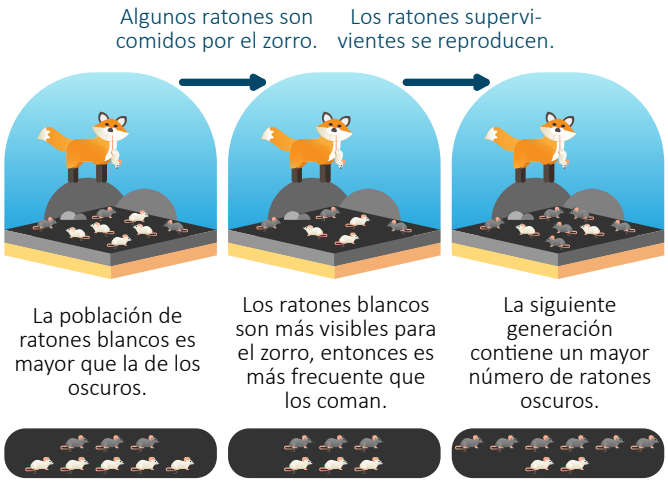
Reducen la variabilidad genética	Aumentan la variabilidad genética
• Selección natural • Selección sexual • Deriva genética	• Mutación • Recombinación • Flujo genético

De los anteriores, solo deriva genética, selección natural, mutación y flujo genético afectan a todos los seres vivos. Veamos cómo funcionan.

1. Selección natural

Deducida por Charles Darwin y Alfred Wallace de forma independiente, la selección natural se entiende como la supervivencia y reproducción diferenciada de individuos debido a sus diferencias fenotípicas. Darwin y Wallace notaron que los individuos producen mucha más descendencia de lo que soportaría el propio ambiente; por ejemplo, si todas las crías de un animal sobrevivieran, pronto se acabaría el alimento y todas llegarían a su fin. Por lo tanto, deben competir entre sí por los recursos.

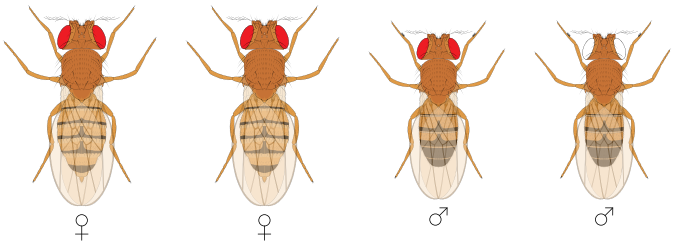
Asimismo, las especies presentan **adaptaciones**, esto es, todo rasgo que les sea funcional para subsistir. Pero no todos los individuos son iguales en cuanto a sus rasgos, es decir, existe **variación**. Los individuos con variantes ventajosas en sus rasgos tendrán más probabilidades de sobrevivir; pero no basta con que el individuo sobreviva, deberá reproducirse para que el rasgo pueda perdurar.



2. Mutación

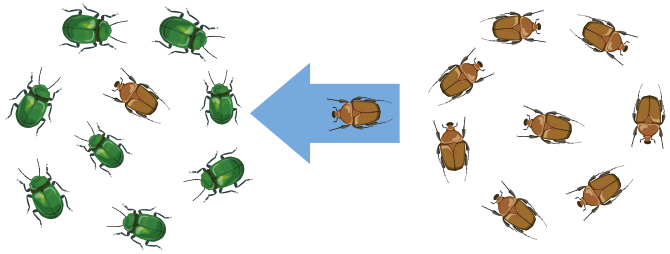
Se trata del mecanismo natural más básico de introducir variantes genéticas en una población. Si bien es un concepto muy famoso hoy en día, la ciencia tardó bastante en demostrarlo. Su comprobación en laboratorio se la debemos a T. H. Morgan. Para lograrlo, mantuvo bajo reproducción aislada a distintas poblaciones de moscas, cuyos rasgos había descrito a detalle. Luego de muchas generaciones, algo muy extraño ocurrió: en una población donde todas las moscas contaban con ojos rojos, apareció una con ojos blancos.

Las mutaciones se definen como cambios espontáneos en la secuencia del material genético, que en un alelo pueden ser muy leves o grandes, que afecten a múltiples alelos. Estos cambios se deben a errores durante la replicación del ADN o a la acción dañina de un agente físico o químico.



3. Flujo genético

También llamado migración de genes, es el proceso por el cual un alelo se transfiere de una población a otra; pero ¿cómo sucede? Normalmente se trata de **migración**. Cuando uno o más individuos con potencial reproductivo se incorporan a una población nueva, llevan consigo sus variantes alélicas, que pueden ser iguales o diferentes a las de dicha población. El caso de interés es el de las nuevas variantes, lo que tiene un efecto semejante al de una mutación viable. Estos alelos novedosos podrían, incluso, conferir una ventaja reproductiva a los individuos y cambiar rápidamente la composición de una población.

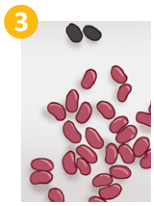


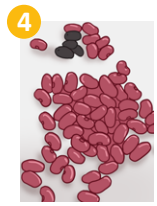
MIGRACIÓN DE HORMIGAS

Las migraciones impulsan procesos evolutivos, ya que permiten fundar poblaciones. Las hormigas con madurez sexual suelen fundar sus propias colonias.













Parte II. Simulando la selección natural

1. Conservando los grupos anteriores, coloquen un fondo blanco sobre la mesa y esparzan encima 2 frijoles rojos.
   Los frijoles van a representar polillas de distintos colores que se posan sobre la corteza de los árboles. Estas polillas se multiplican exponencialmente y tan rápido que su población se duplica con cada generación. Sin embargo, son depredadas por las aves insectívoras, como los chíos y los chotacabras.
2. Para simular el crecimiento, consideren los 2 frijoles rojos como la 1.ª generación de polillas y que el tiempo entre generaciones es de tan solo $10\ s$. Ahora, cada $10\ s$ esparzan sobre la mesa tantos frijoles del mismo color como se requiera para duplicar su cantidad. Repitan esto 3 veces, hasta llegar a la 4.ª generación. No olviden ir registrando sobre la representación genealógica del Cuaderno de Trabajo.

p. 41

3. Durante la 4.ª generación aparece una mutación de polillas negras. Para simularla, reemplacen 2 frijoles rojos por 2 negros.
4. Inicien la 5.ª generación esparciendo sobre la mesa tantos frijoles del mismo color como se requiera para duplicar su cantidad.
5. A partir de la 5.ª generación inicia la depredación. Para simularla, un miembro del equipo tomará el papel del ave. Esta persona tendrá $5\ s$ para intentar tomar cuantos frijoles pueda, uno a la vez, usando únicamente dos dedos de su mano, y los colocará en un vaso vacío.
6. Con los frijoles restantes, inicien la 6.ª generación adicionando tantos frijoles de cada color como necesiten para duplicar su cantidad.
7. Simulen el ataque del ave por $5\ s$ sobre la 6.ª generación.
8. Inicien la 7.ª generación adicionando tantos frijoles de cada color como necesiten para duplicar la cantidad de los restantes.
9. Simulen el ataque del ave por $5\ s$ sobre la 7.ª generación.
10. Durante esta 7.ª generación aparece una nueva mutación de polillas blancas. Para simularla, reemplacen 2 frijoles rojos por 2 blancos.
11. Inicien la 8.ª generación duplicando la cantidad de frijoles de cada color, incluyendo los nuevos frijoles blancos.
12. Continúen simulando alternadamente el ataque del ave y el crecimiento de la población de polillas hasta la 10.ª generación. No olviden adicionar suficientes frijoles de cada color como necesiten para duplicar la población restante después de los ataques del ave.
13. Desarrollen lo que se solicita en el Cuaderno de Trabajo.

Acabamos de simular cómo opera la selección natural en conjunto con las mutaciones, y con ello ya hemos visto los cuatro mecanismos evolutivos que afectan a todos los seres vivos. Pero ¿qué pasaría si las polillas rojas no se quisieran reproducir con las blancas? El linaje blanco se vería afectado, y estaríamos en presencia del mecanismo de **selección sexual**. Este proceso, junto con la recombinación, afecta solo a los seres vivos que se reproducen sexualmente.

La **recombinación genética** se refiere a cómo los cromosomas de origen materno y paterno intercambian información genética antes de producir los gametos. Este proceso incrementa la variabilidad y lo revisaremos más adelante.

En la etapa previa aprendimos los principales mecanismos de evolución. Ahora abordaremos una de las principales aplicaciones del conocimiento de genética y evolución para el incremento en la producción agrícola, en un proceso común y continuo, denominado **mejoramiento genético**.

C. Mejoramiento genético en plantas

Cada año, las condiciones de la atmósfera van cambiando: hay épocas de sequía, o bien de exceso de lluvia periódicamente. Ahora veremos cómo el mejoramiento genético es una alternativa para incrementar la producción agrícola ante los efectos del cambio climático.

Procedimiento:

1. Forma equipos de trabajo para leer el texto «El papel de la selección artificial».
2. Escaneen el código QR de la derecha y lean el documento.
3. Elaboren una lista de factores ambientales que desafían la agricultura.

p. 42

Efectos del cambio climático en la agricultura y sociedad.
https://qrs.ly/oifrtc9

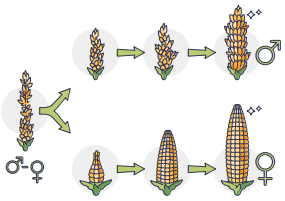
El papel de la selección artificial

Una característica de la selección natural es que ocurre por la «presión del ambiente»; no tiene un propósito. Curiosamente, Darwin se dio cuenta de ello a partir de un proceso diferente: la **selección artificial**.

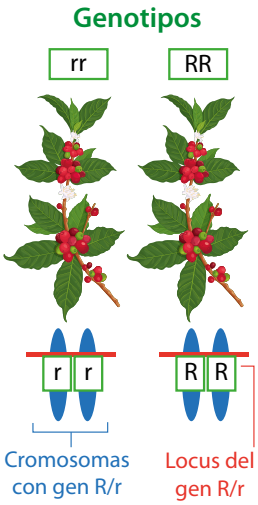
Darwin observó que, en las granjas, los agricultores escogían aquellas plantas que tenían características deseables para ellos; por ejemplo, mayor tamaño de fruto, menos semillas, etc. Los agricultores «seleccionaban» las semillas de estas plantas para el próximo cultivo, repitiendo el proceso cada año. Rápidamente, la población de plantas se modificaba y presentaba las características seleccionadas. ¿Qué pasaría si este proceso ocurriera durante miles de años?

Darwin sugirió que en la naturaleza el ambiente imponía una presión que terminaba por «seleccionar» a los individuos con los rasgos específicos que los volvían «más aptos» para ese entorno. Estos rasgos terminarían imponiéndose en la población durante las siguientes generaciones. La diferencia fundamental entre la selección natural y la artificial radica en que la primera no tiene un propósito, mientras que la segunda sí tiene la intención de fijar características.

Selección artificial



Mutación del café



4. Analicen el siguiente enunciado de problema.
Durante un experimento se indujeron mutaciones en semillas de café: una de las semillas obtuvo un genotipo mutante que presentaba un nuevo alelo denominado «r», que en condición homocigota (rr) genera resistencia a la sequía. Se realizó un cruce con un genotipo cultivado que carecía de este alelo, siendo su genotipo RR. Como resultado, el 100 % de descendientes no mostró la característica.

5. Solucionen el problema según lo solicitado en el Cuaderno de Trabajo.
6. Seleccionen una de las problemáticas listadas en el *paso 3* y planteen una situación hipotética similar a la del problema anterior para aplicar el mismo tipo de solución.
7. Elaboren un cartel con la problemática y el procedimiento de solución para exponerlo y discutirlo con los otros equipos de la clase.

p. 42

Resumen

En esta unidad estudiamos aspectos genéticos clásicos y moleculares básicos, así como su influencia en los mecanismos de evolución. El material genético tiene la importante función de almacenar y transmitir los genes de una generación a la siguiente. Todos los seres vivos utilizan como material genético las moléculas de ADN. El conjunto de estas es el genoma del individuo.

La mayor parte del material genético de los seres vivos se aloja en los cromosomas, que son cúmulos de proteínas y ADN altamente enrollado. Estos se alojan en el núcleo y se distribuyen en parejas de cromosomas que presentan igual tamaño y forma, por tanto, son llamados cromosomas homólogos, que en humanos son 23 pares. Asimismo, el conjunto de cromosomas de un individuo se conoce como cariotipo.

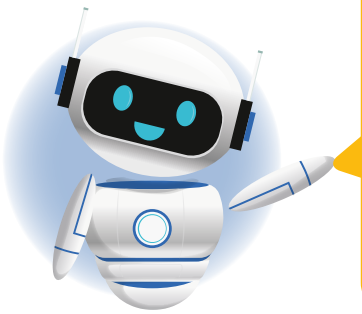
La estructura del ADN consiste en dos moléculas unidas por puentes de hidrógeno que forman una doble hélice antiparalela, la cual presenta carga negativa y a su vez se estabiliza con la ayuda del agua. Por tanto, para poder extraer el ADN, los procedimientos incluyen una homogeneización y lisis para retirar las membranas que protegen al ADN, dejándolo desnudo. Para ello se utilizan detergentes y se tritura el tejido. Un paso clave es separar el ADN del agua, y con este propósito se utilizan sales y alcohol.

Todas las células tienen una copia del genoma del organismo. Por tanto, para que estas lo hereden, se requiere duplicar todo el ADN de la célula antes que esta se divida en dos. A dicho proceso se le conoce como replicación del ADN. Este fenómeno permite mantener el funcionamiento normal de las células luego de la división celular y, por lo tanto, está implicado en todos los sucesos cotidianos que involucran división celular, como regeneración de heridas, crecimiento y desarrollo del organismo.

La replicación del ADN es un proceso enzimático que permite la perpetuidad del material genético y la herencia del mismo a través de las generaciones; sin embargo, los patrones de herencia de los genes siguen un conjunto de leyes, entre las que destacan las leyes mendelianas.

Para entender las leyes mendelianas necesitamos saber que los genes vienen en versiones llamadas alelo y una ubicación física dentro del cromosoma a la que llamamos locus. Dependiendo de la ploidía, cada individuo tiene al menos un alelo en cada locus. Los humanos, al igual que muchos otros organismos, son diploides, teniendo dos alelos por cada locus, pues hay dos juegos de cromosomas. Cuando los alelos de un mismo locus son iguales, el individuo es homocigoto, pero se llama heterocigoto si los alelos son distintos.

Es posible medir y estudiar cómo se comportan los alelos dentro de las poblaciones a través del tiempo. Al cambio de las frecuencias alélicas de una generación a otra lo llamamos evolución y se han identificado 6 mecanismos que la producen.



Busca las siguientes palabras dentro del texto y aprende su significado. Te será de mucha utilidad.

- **Gen**
- **Material genético**
- **ADN/ARN**
- **Replicación**
- **Ácidos nucleicos**
- **Enzima**
- **Polimorfismo**
- **Secuencia**
- **División celular**
- **Cromosoma**
- **Locus**
- **Alelo**
- **Mutación**
- **Evolución**

Tecnologías basadas en el funcionamiento del material genético

Existe una serie de ramas de la biotecnología que utilizan como eje central el conocimiento de la estructura, las propiedades y las funciones del material genético. Estas tienen aplicaciones en diferentes disciplinas científicas que trabajan con seres vivos, tales como medicina, agricultura, ganadería, veterinaria, manejo de flora y fauna. Ahora centraremos nuestra atención en una de estas tecnologías, que tiene aplicaciones en todos los campos planteados: la **reacción en cadena de la polimerasa (PCR)**. La PCR es actualmente una familia de técnicas que permiten generar copias ilimitadas y fieles de una sección particular del ADN que sea de interés. Se trata de una tecnología basada en el proceso natural de replicación del ADN, pero dirigida a un sitio particular del mismo. Este proceso se conoce como **amplificación**.

¿De qué sirve generar varias copias de una parte del ADN amplificándola?

Es imposible ver una molécula de ADN directamente debido a su pequeño tamaño. Más difícil es aún poder visualizar una pequeña porción del ADN; sin embargo, ahora sabemos con certeza que existen ciertas porciones del ADN, es decir, secuencias de información genética, que están presentes exclusivamente en algunos grupos de organismos o incluso en individuos particulares. Por ejemplo, hay secuencias de ADN que son características de las plantas o de una especie de bacteria particular. ¿Cómo lo sabemos? Gracias a que disponemos de mucho ADN para hacer tantas pruebas como sea necesario, pero también podemos generar tanto ADN como para volverlo detectable por otras técnicas sencillas.

Esto tiene diversas aplicaciones; por ejemplo, podemos detectar la presencia de una bacteria patógena o de un virus particular a partir de muestras de un paciente, lo que permite administrar el tratamiento más adecuado.

Como hay ADN en todo ser vivo y hay seres vivos en toda la superficie terrestre, podemos también detectar la presencia de organismos o de sus genes a partir de muestras de alimentos, del agua, del suelo o en otros seres vivos, lo que resulta de vital importancia en medicina, ganadería, veterinaria y para la conservación ambiental.

Si lo piensas bien, también es posible copiar un gen o crear la copia completa de todo el ADN de un individuo al juntar todos sus fragmentos amplificados; así es como podemos conocer los genomas de las especies, por lo que la PCR es la puerta de entrada a todas las demás tecnologías de la genética molecular.

¿Cómo funciona la PCR?

La PCR requiere la preparación de una disolución específica llamada mix para PCR, que contiene:

- Enzima Taq-polimerasa para colocar nucleótidos.
- Cebadores de ADN o *primers*, que marcan los sitios para colocar los nucleótidos.
- Nucleótidos listos para ser ensamblados.
- Mezcla iónica para estabilizar la reacción.

Al mix para PCR se le agrega una muestra de ADN que servirá como molde para amplificar la sección necesaria. El proceso se desarrolla en un aparato llamado termociclador, que modifica la temperatura de forma cíclica para permitir el trabajo de la Taq-polimerasa. El ADN se duplica con cada ciclo.



Aparato termociclador

Quiero ser...

¿Te resultan interesantes los fenómenos abordados en la unidad? Descubre cómo puedes convertirte en un profesional en la materia.

Carrera: Ingeniería en Agrobiotecnología **Duración:** 5 años/10 ciclos



Descripción. La carrera se enfoca en la investigación, diseño, aplicación y desarrollo de herramientas tecnológicas para el mejoramiento genético y la obtención de bioinsumos utilizados para mejorar la productividad agrícola, la sanidad vegetal y calidad del suelo. Posee un enfoque multidisciplinario, de alto rigor científico por su componente innovador a la resolución de problemas de carácter productivo, industrial y conservacionista, que asegura el uso de los recursos biológicos de una manera eficiente y sustentable bajo un sistema regulatorio que impulsa la bioseguridad y la biotecnología en la producción agrícola. La carrera ofrece las bases para desempeñarse en investigación y desarrollo en distintas áreas, tales como:

Bachilleratos sugeridos:
general y técnico vocacional agropecuario.

- Productividad agrícola
- Mejoramiento genético
- Aplicación de herramientas biotecnológicas
- Uso y desarrollo de bioinsumos
- Desarrollo de herramientas biotecnológicas

Conocimientos y habilidades por desarrollar:

Conocimientos generales:

- Biología
- Física
- Matemática
- Química
- Tecnología
- Inglés

Habilidades:

- Pensamiento crítico
- Investigación
- Creatividad
- Comunicación
- Resolución de problemas
- Capacidad de cálculo
- Abstracción y lógica

Carrera: Licenciatura en Biología **Duración:** 5 años/10 ciclos



Descripción. Preparar al profesional conocido como biólogo, que debe ser capaz de comprender y valorar la vida en todas sus manifestaciones y niveles, adquiriendo la formación y la capacidad científica-técnica que le permita respetarla, conservarla y fomentarla. Además, deberá conocer la realidad del país para enmarcar los recursos bióticos en el medioambiente buscando descubrir sus interrelaciones sin desvincularlas del contexto social, cultural, económico, político y ecológico. La carrera ofrece las bases para desempeñarse en investigación y desarrollo en distintas áreas, tales como:

Bachilleratos sugeridos:
general y bachillerato técnico vocacional agropecuario.

- Ecología y medioambiente
- Acuicultura
- Biotecnología
- Genética
- Evolución
- Biología molecular

Conocimientos y habilidades por desarrollar:

Conocimientos generales:

- Biología
- Física
- Matemática
- Química
- Tecnología
- Inglés

Habilidades:

- Pensamiento crítico
- Investigación
- Creatividad
- Comunicación
- Resolución de problemas
- Capacidad de cálculo
- Abstracción y lógica

Unidad 3

Biodiversidad

Eje integrador: interacciones

En esta unidad aprenderemos a:

- Reconocer organismos de la localidad y sus usos.
- Cuantificar especies presentes en nuestra comunidad.
- Clasificar grupos de seres vivos empleando un sistema de clasificación.
- Plantear criterios de agrupamiento de seres vivos.
- Identificar sistemas de clasificación artificial para el agrupamiento de especies.
- Reconocer la composición y usos de los nombres científicos.
- Identificar criterios taxonómicos empleados en las claves dicotómicas.
- Utilizar plataformas de biodiversidad para obtener información taxonómica o ecológica.
- Explicar el concepto de cladística en relación con los agrupamientos.
- Identificar grupos a partir de cladogramas.
- Describir los principales grupos taxonómicos del sistema de los tres dominios.



Torogoz (*Eumomota superciliosa*), ave nacional de El Salvador.

Duración: 4 semanas



Indagación

Importancia y niveles de la biodiversidad

El mundo que nos rodea está repleto de seres vivos. Los hay de diferentes formas y tamaños, con lo cual algunos pueden pasar desapercibidos; sin embargo, dependemos de otros seres vivos para sobrevivir y tener las comodidades de la vida contemporánea. Durante la presente semana indagaremos qué grupos de seres vivos habitan junto a nosotros y cómo podríamos determinar cuáles son más comunes.

Irene, este libro dice que hay seres que viven en tu habitación sin que te des cuenta.



A. ¿Con quiénes vivimos?

A simple vista es posible distinguir comunidades enteras de seres vivos, tanto en espacios pequeños como en grandes extensiones territoriales. Revisemos la riqueza de especies que habita en nuestro entorno.

Procedimiento:

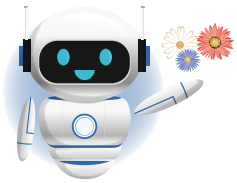
1. Forma equipos de trabajo.
2. Piensa en diferentes organismos que ha visto en tu lugar de vivienda.
3. Escribe una lista de nombres comunes de seres vivos que has visto en tu habitación o dormitorio (incluye plantas u hongos, si se da el caso).
4. Repite el *paso 3*, pero ahora incluye, además, todas las habitaciones o secciones de tu vivienda, exceptuando el patio.
5. Repite el *paso 3*, pero ahora sí incluye, el patio o exterior de tu vivienda.
6. Compara tus listas con las de tus compañeros para generar tres listas unificadas de especies que habitan las casas. Las tres listas unificadas serán: I) Habitación personal, II) Toda la casa, III) Toda la casa con patio.
7. Escribe los resultados de las listas unificadas de flora y fauna en el diagrama de tu Cuaderno de Trabajo.
8. Escribe los resultados del diagrama en la pizarra del salón y socialícenlo con sus compañeros.
9. Representen colectivamente un hogar genérico en el pizarrón, en forma del diagrama previamente completado, asignando tres tonalidades de color a cada organismo: rojo, visto solo en los dormitorios; azul, visto en casa, excepto el patio; verde, visto en casa, incluyendo el patio.
10. Responde:
    a) ¿En qué sector de las viviendas hay mayor diversidad de organismos?
    b) Los organismos vistos de una misma especie ¿se parecen entre sí? ¿Cuáles especies enlistadas presentan mayor cantidad de diferencias entre individuos?

p. 46

¿De qué hablas Carlos? ¿Se trata de fantasmas?



No te preocupes Irene, Carlos está hablando sobre la biodiversidad en tu habitación.



Acabamos de indagar cuántas formas de vida macroscópicas conviven con nosotros en nuestras casas. De forma general, a la diversidad de tipos y formas de vida la llamamos **biodiversidad**. Esta puede observarse a diferentes **niveles**, es decir, la podemos organizar en una escala, comenzado por el nivel genético, que incluye la diversidad entre organismos de una misma especie, pasando por la diversidad de especies, hasta culminar con la diversidad de comunidades en las que se asocian estas especies.

Creatividad

En la clase previa evidenciamos la biodiversidad de fauna y flora presente en nuestros hogares. Pero ¿qué hay de nuestra comunidad? O más aún, ¿de nuestra dieta? Bueno, resulta que las actividades humanas son capaces de moldear la biodiversidad para generar organismos domesticados útiles. La presente semana haremos una revisión de los organismos domesticados que generan productos comerciales en las ventas locales.

B. ¿De dónde viene nuestra dieta?

Desde los inicios de la agricultura, los seres humanos hemos aplicado la **selección artificial** sobre las especies vegetales y animales que forman parte de nuestra dieta, y, por ende, de nuestras actividades agropecuarias. Muchas de estas especies llevan tantas generaciones de selección artificial que ya no se parecen a sus ancestros silvestres, que en muchos casos aún se encuentran en el medio natural, mientras que los descendientes domesticados, en su mayoría, ahora son incapaces de sobrevivir sin los cuidados humanos.

Entre las plantas de nuestra dieta, tan domesticadas que no se parecen a su ancestro silvestre y son incapaces de sobrevivir sin los cuidados humanos, se encuentran los brócolis, la coliflor y los repollos, que pertenecen a una misma especie (*Brassica oleracea*), pero a la vez aún se conserva su pariente silvestre ancestral, denominado planta de mostaza silvestre (*Brassica cretica*). Puedes ver algunos ejemplos en la página 80.

Procedimiento:

1. Formen equipos de trabajo.
2. Piensa en un comercio local donde vendan frutas, granos, bulbos o raíces obtenidos de especies comunes en nuestra dieta.
3. Visiten algunos sitios y hagan una lista de las especies vegetales que están siendo comercializadas al momento. p. 47
4. Revisen si en los sitios de venta existen variantes notorias a simple vista, en cuanto a forma, tamaño, color o textura, de los vegetales encontrados.
5. Listen las variantes vegetales encontradas (si existen).
6. Pregunta a los miembros de tu familia si conocen el nombre de alguna variante de las especies encontradas, si tienen alguna variante preferida y por qué.
7. Pregunta a tus familiares si conocen usos no alimentarios de las especies encontradas en cada sitio.
8. Elijan una muestra vegetal, y elaboren un cartel expositivo, con sus respectivas variantes consultadas, de preferencia de consumo, y una lista de usos por especie.

En conclusión, acabamos de evidenciar que la biodiversidad puede estar presente a nivel de especie, o incluso a niveles inferiores, conocidos como variantes, que popularmente pueden llamarse razas o variedades.

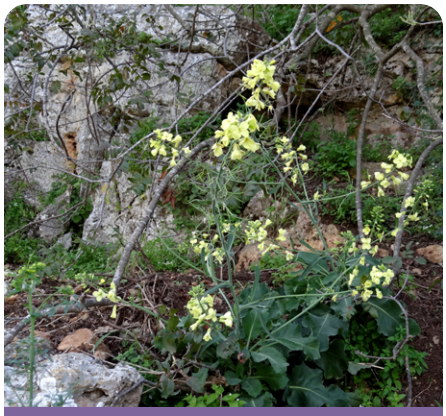
Hola, Luis. Mira, hoy he traído varios vegetales que cultivamos con mi familia. ¿Cuál es tu fruta favorita? A lo mejor la tengo y así te traigo más mañana.



Muchas gracias Lisa. Sabes, a mí me gustan los guineos, pero jamás había visto unos con la forma de los que estás cosechando. Mi mamá siempre trae del supermercado unos que llaman «guineos de seda». Voy a probar los que cosechas, porque se ven más buenos.



Esta biodiversidad presenta un valor real al contar con una serie de usos específicos. A continuación se presenta una serie de organismos vegetales consumidos en nuestra dieta con sus respectivos ancestros silvestres. Algunas de estas especies cuentan con otras clases de uso adicionales a la alimentación. Por ejemplo, a partir del maíz pueden elaborarse artesanías o plásticos biodegradables. Los restos de brócoli, tomate y otros vegetales pueden usarse como material combustible. Recuerda que puede que en tu comunidad existan otros usos para estas y otras especies comunes de nuestro entorno.



Mostaza silvestre
(*Brassica cretica*)



Brócoli tradicional o calabrese
(*Brassica oleracea*)



Coliflor blanca
(*Brassica oleracea*)



Teosintes
(*Zea sp.*)



Maíz rojo
(*Zea mays*)



Maíz amarillo
(*Zea mays*)



Tomate silvestre
(*Solanum lycopersicum*)



Tomate para ensalada
(*Solanum lycopersicum*)



Tomate común
(*Solanum lycopersicum*)

Comunicación

En clases previas evidenciamos que la biodiversidad puede estudiarse a diferentes niveles de especificidad. Por ejemplo, tenemos comunidades o asociaciones biológicas, especies y variantes genéticas. Además, la biodiversidad presenta ciertos **atributos**, tales como su composición, estructura o funciones. Ahora nos centraremos a fondo en el estudio de los atributos de la biodiversidad en sus distintos niveles.

C. Cuantificando la biodiversidad

La biodiversidad se puede medir. En esta actividad aprenderás a organizar y representar la información de biodiversidad. Esto nos permite tener información directa sobre su composición y estructura.

Materiales:

- Lápiz
- Borrador
- Cartulina
- Plumones

Procedimiento:

1. Formen los mismos equipos de la *actividad B*.
2. Seleccionen un máximo de 10 especies y completen la frecuencia de los sitios donde se comercian las especies seleccionadas usando los resultados de la *actividad B*. Estos serán considerados como sitios de ocurrencia de las especies y sus variedades. p. 48
3. Elaboren una gráfica de barras con las frecuencias en la cartulina.
4. Solicita a tu docente que revise la lista y marque las especies foráneas para descartarlas y poner atención solamente en las especies de la localidad.
5. Revisen las variantes encontradas para cada especie local y, en el mismo cartel, elaboren una tabla que relacione las variantes encontradas con sus usos particulares. Utilicen como modelo la tabla del *paso 7* que se encuentra en el Cuaderno de Trabajo.
6. Presenten su cartel al pleno y anoten en el pizarrón la lista de usos por variante, dejando espacio para que los demás grupos anoten el suyo.
7. Elaboren una tabla consolidada de las variantes de especies vegetales de la comunidad con sus respectivos usos.
8. Analiza la tabla y responde individualmente:
   a) Una planta que no tenga uso conocido ¿no es importante? ¿Por qué?
   b) Un animal que no tenga uso conocido ¿no es importante? ¿Por qué?
9. Revisa la información de las páginas 82 y 83. Con base en ella, responde:
   c) ¿Por qué hay variedades de organismos preferidos para usos específicos?

Organizando la información obtenida de la actividad, podemos decir que las especies vegetales de la comunidad y sus variedades presentan abundancia y usos diferenciados. De esta misma forma, la biodiversidad en cada uno de sus niveles contribuye en gran medida al desarrollo de las sociedades al generar beneficios directos o indirectos a la humanidad. Incluso los organismos que aparentemente no tienen un uso claro cumplen roles importantes en el funcionamiento de las comunidades.



DIVERSIDAD DE FRUTOS

Existe una gran diversidad de frutos a nivel de especie y población; además, una misma especie puede dar frutos variados en color, forma o nutrientes.

¿Cuál es tu comida favorita? Cada ingrediente de tu platillo favorito es parte de la biodiversidad.



Escanea para conocer las funciones de la biodiversidad
https://qrs.ly/61fvbxl

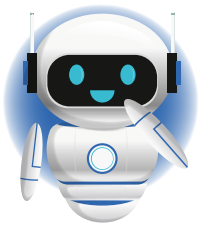
Accede para conocer la importancia de la biodiversidad en los ecosistemas.
https://qrs.ly/1efvbxn

Como ya apuntamos, la biodiversidad puede estudiarse a diferentes niveles que cumplen con una jerarquía. El primer nivel de la biodiversidad es el **genético**, y hace referencia a la diversidad de alelos por cada gen en una misma especie. Es decir, se trata del conjunto de alelos presentes en una población. Como seguramente notaste durante la *actividad B*, existen variantes entre los diferentes individuos de una especie.

Como ejemplo de biodiversidad a este nivel tenemos las variedades o variantes dentro de una misma especie, tal como las encontramos en el maíz. Las tonalidades de los granos son un reflejo de la diversidad de alelos que controlan su color. Un ejemplo muy parecido lo encontramos en las variedades de frijol.



Los primeros pobladores de América no conocían el maíz tal como se muestra hoy en día. El maíz, al igual que la mayoría de las plantas de nuestra dieta, ha sufrido un largo camino de domesticación a partir de cruces selectivos por agricultores precolombinos a lo largo de la historia. Esto dio como resultado una gran productividad que mantuvo las ciudades precolombinas y forma parte de nuestra alimentación hoy en día.





El segundo nivel de la biodiversidad es la **diversidad específica** o taxonómica, que hace referencia al conjunto de especies que cohabitan un sitio determinado. Por tanto, es una característica de cada comunidad. Como ya te habrás dado cuenta, en un sitio tan reducido como una habitación puede existir un diverso conjunto de especies, como lagartijas, arañas y zancudos.



Cantil: *Gonatodes albogularis*



Gecko de casa: *Hemidactylus frenatus*



Araña grillo o amblipigio: *Phrynus sp.*

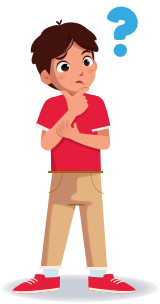


Zancudo: *Aedes sp.*

El tercer nivel hace referencia a la **diversidad ecosistémica**, que es el conjunto de ecosistemas que conforman la biósfera. En El Salvador hay diversidad de ecosistemas acuáticos y terrestres. Uno de los más destacados es el ecosistema de manglar.



Irene, ¿pudiste identificar la biodiversidad de tu hogar?



La verdad es que no he terminado, sigo con miedo porque vi una araña grillo, y es terrorífica.



No deberías temer, Irene, los amblipigios son arácnidos inofensivos para los humanos, ya que no son venenosos, y se dedican a alimentarse de insectos que podrían ser plaga en el hogar. Al igual que lo hago yo.



Indagación

Agrupamiento de especies

Anteriormente abordamos los diferentes niveles de la biodiversidad. Asimismo, se exploró que su existencia puede repercutir en la diversidad de productos alimentarios. La presente semana se profundizará en los usos de la biodiversidad y en los métodos de clasificación de la misma.

A. Clasificación utilitaria de organismos

¿Cómo clasificar y agrupar la biodiversidad? Hay tantas formas de vida con características distintas que surge la necesidad de clasificarlas para su estudio. A través de la historia han existido diferentes sistemas de clasificación; con la siguiente actividad aprenderás a clasificar organismos bajo tus propias reglas.

Materiales:

- Figuras o imágenes de animales marinos
- Figuras o imágenes de animales terrestres
- Muestras de plantas colectadas en el centro educativo

Procedimiento:

1. Forma equipos de trabajo.
2. Revisa las figuras y muestras de organismos disponibles para el equipo.
3. Piensen en criterios para clasificar las muestras de acuerdo con sus características comunes. Por ejemplo, en el pasado, Aristóteles clasificó a los vertebrados por los que tenían sangre caliente o sangre fría. Bajo este criterio, una lagartija y un pez pertenecen a un mismo grupo, como se muestra en la figura.



4. Establezcan cuatro criterios de clasificación propios, a partir de los cuales se formarán grupos de organismos.
5. Nombren los grupos, describan sus características y listen los nombres comunes de los organismos que los conforman. Utilicen el ejemplo mostrado en la tabla del Cuaderno de Trabajo. p. 49
6. Intenten jerarquizar sus grupos. Para ello, utilicen de forma sucesiva tres criterios de clasificación (pueden ser nuevos). Los organismos que formen los grupos finales son aquellos que cumplan con los tres criterios; asegúrense de que todos los organismos sean clasificados, así que el reto será que todos los grupos tengan al menos un representante.
7. Elaboren una lista de usos específicos que conocen por cada organismo. p. 50
8. Piensen en criterios que permitan establecer clases de uso. Por ejemplo, uso alimentario, si el organismo se puede comer o si a partir de él se obtiene algún producto comestible.
9. Sistematicen los organismos por clase de uso. Para ello, escriban 1 si el organismo está presente en la clase, y 0 si está ausente. Así podrán encontrar cuál o cuáles tienen las utilidades más variadas. p. 51
10. Intenten establecer grupos de los organismos por su utilidad, de forma similar al *paso 6*.

Acabamos de utilizar tres formas de clasificación a partir de distintos criterios. La primera forma consistía en grupos libres no necesariamente relacionados, en la segunda establecimos una relación jerárquica y, en la tercera, cuantificamos sus usos, formando un sistema independiente de nuestro gusto, pero muy práctico. En cada uno de los sistemas, los organismos se redistribuyeron en grupos distintos. ¿Cuál será mejor?

Creatividad

En la clase previa estudiamos algunas formas de clasificar los organismos. Como pudiste darte cuenta, entre los criterios de clasificación pueden incluirse los usos de los organismos. Estos fueron los primeros sistemas de clasificación empleados. A continuación nos centraremos en el uso de características biológicas para clasificar organismos.

B. Análisis de agrupamiento

Algunos organismos se parecen mucho entre sí, ya que cuentan con características comunes. Ahora desarrollaremos un ejercicio de análisis para organizar los animales y las plantas de las páginas 86 y 87.

Procedimiento:

1. Revisa el apartado teórico «Características biológicas y clasificación de seres vivos».
2. Desarrolla lo solicitado en el Cuaderno de Trabajo.

p. 51

Características biológicas y clasificación de seres vivos

Los seres vivos pueden presentar dos clases fundamentales de células en su cuerpo. Estas son **procariotas** y **eucariotas**. A su vez, los organismos pueden presentar una sola célula, siendo **unicelulares**, o bien múltiples células, siendo **multicelulares**. Las células procariotas no presentan núcleo definido y se encuentran en todos los grupos de bacterias. Las células eucariotas presentan un núcleo definido y se encuentran en todos los seres vivos, con excepción de las bacterias. Existen dos clases fundamentales de células eucariotas: las células animales, presentes en animales, hongos y algunos protozoarios, y las células vegetales, presentes en plantas y algunas algas.

Las **plantas** son un conjunto de organismos multicelulares eucariotas. Estas son autótrofas, ya que no requieren consumir otros seres vivos para obtener sus materiales y energía. Además, son fotosintéticas (capaces de realizar fotosíntesis). Sus células presentan pared celular, conformada principalmente por celulosa. Existen plantas avasculares, que no cuentan con tejidos especializados para transportar sustancias, y vasculares, que sí los presentan.

Los **animales** son un conjunto de organismos multicelulares eucariotas. Estos son heterótrofos, ya que requieren consumir otros seres vivos para obtener sus materiales y energía. No presentan paredes celulares en ninguna célula. Por tanto, su soporte estructural está conformado por colágeno. Existen animales vertebrados, que tienen columna vertebral como soporte estructural, e invertebrados, sin columna vertebral.

No todos los animales son iguales. Los más abundantes y diversos son invertebrados. De hecho, menos del 5 % de los animales no cumplen con esta característica. Dentro de este limitado grupo, llamado **vertebrados**, se encuentran los peces óseos, los anfibios, los reptiles, las aves y los mamíferos. Algunas de las principales características que se usan para su agrupamiento son:



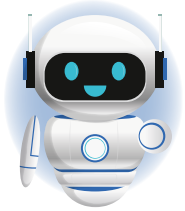
Los animales marinos tienen rasgos comunes entre sí; por ejemplo, suelen tener formas hidrodinámicas y extremidades para impulsarse en lugar de andar.

Lisa, ¿dónde pondrías a las ballenas y los delfines? ¿En el mismo grupo que los peces?



Yo los separaría, ya que las ballenas y los delfines son mamíferos.

Tienes razón, Lisa, pero si utilizas un sistema de clasificación artificial, los criterios no necesariamente serán biológicos.



- **Peces óseos.** Sin extremidades, tienen vértebras y mandíbulas.
- **Anfibios.** Cuatro extremidades, vértebras y mandíbulas.
- **Reptiles y aves.** Cuatro extremidades, vértebras, mandíbulas y desarrollo amniótico (les permite nacer fuera del agua).
- **Mamíferos.** Cuatro extremidades, vértebras, mandíbulas, desarrollo amniótico y glándulas mamarias.



***Acanthurus triostegus*, un pez común en los arrecifes de El Salvador.**



***Rhinella marina*, una especie común de anfibio presente en El Salvador.**



Gato zonto (*Herpailurus yagouaroundi*), un vertebrado común en bosques de El Salvador.



Maquilishuat (*Tabebuia rosea*), una planta vascular común de El Salvador.

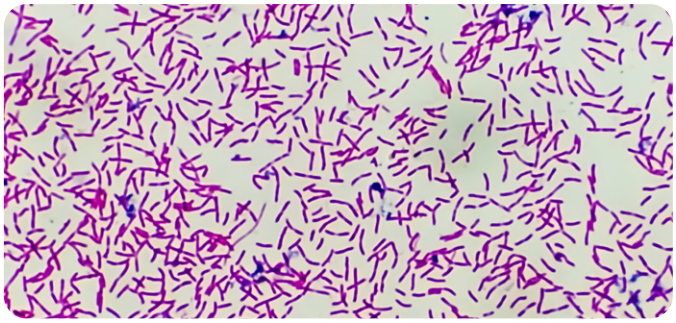


Percebes (*Pollicipes elegans*), un invertebrado común de las costas de El Salvador.



Chachalaca (*Ortalis leucogastra*), un ave común de El Salvador.

Ahora practiquemos cómo categorizar diferentes organismos con base en sus características biológicas. Para ello, consideremos los siguientes organismos: *Escherichia coli*, una bacteria abundante en nuestro sistema digestivo. Euglenas, organismos unicelulares capaces de realizar fotosíntesis. Los corales, como el *Porites lobata*, son un grupo de invertebrados abundantes en algunas costas, al igual que las estrellas de mar como la *Ophiocoma aethiops*. Finalmente, el *Atractosteus tropicus*, un pez de agua dulce de gran tamaño presente en diferentes países de América.



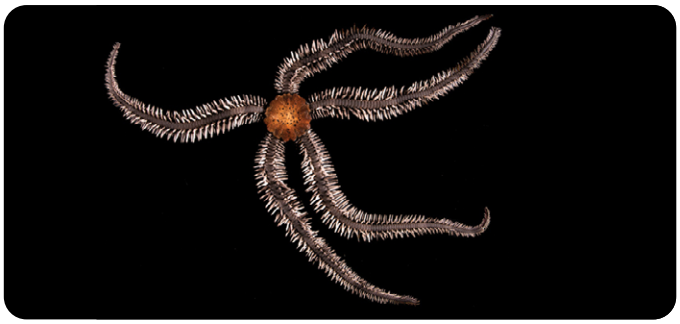
Escherichia coli



Euglena sp.



Porites lobata



Ophiocoma aethiops



Atractosteus tropicus

Podemos utilizar las anteriores características para cuantificar las similitudes entre ellos usando una matriz binaria, es decir, una tabla donde los valores sean 0 o 1. Estos resultados se pueden relacionar de distintas maneras para crear grupos y seguir jerarquías.

Taxa/característica	Células eucariotas	Células animales	Cuerpo multicelular simétrico	Cordado
Escherichia coli	0	0	0	0
Euglena sp.	1	0	0	0
Porites lobata	1	1	0	0
Ophiocoma aethiops	1	1	1	0
Atractosteus tropicus	1	1	1	1

Durante esta etapa ejercitamos el uso de sistemas de clasificación de tipo artificial, es decir, aquellos basados en una lógica humana que no necesariamente reflejan la historia natural. Su principal ventaja es que permiten organizar gran cantidad de información de manera eficiente e intuitiva.

Comunicación

En la clase previa aprendimos a clasificar organismos con base en diferentes características observables, estableciendo un pequeño sistema artificial. Ahora procederemos no solo a clasificar sino también a generar un agrupamiento jerárquico con base en sus características.

C. Análisis de grupos externos

Es posible generar un ordenamiento jerárquico de seres vivos si tomamos en cuenta la **similaridad** entre ellos. Por ejemplo, tomando como criterios las características observables, podemos agrupar individuos de la misma especie o de diferentes, y representar los resultados en un diagrama de árbol o **dendrograma**.

Procedimiento:

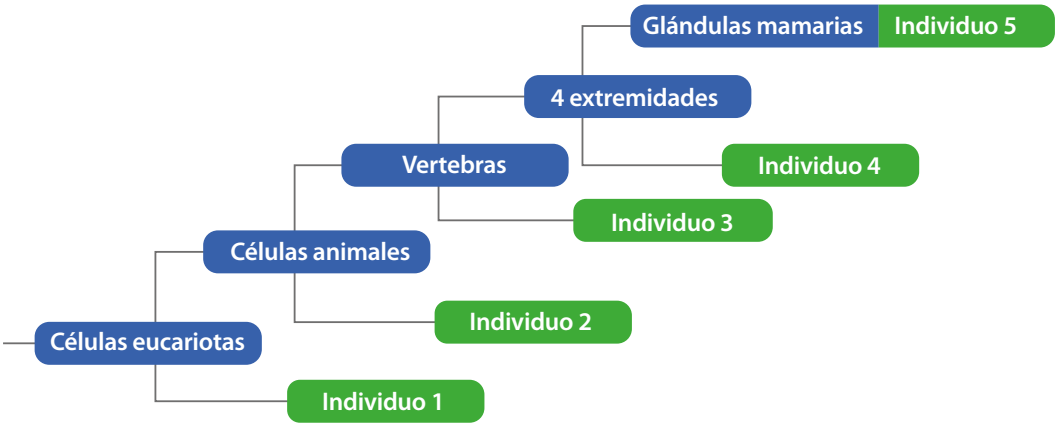
1. Haz un recorrido por el centro educativo para elaborar una lista de animales y vegetales presentes.
2. Selecciona cinco individuos que consideres que tienen menos características en común.
3. Utiliza las características del sistema de clasificación artificial colocado en el cuadro de tu Cuaderno de Trabajo para determinar cuáles de tus individuos las cumplen. Puedes basarte en el siguiente ejemplo de matriz binaria:

p. 52

Taxa/característica	Células eucariotas	Células animales	Vértebras	Cuatro extremidades	Glándulas mamarias	Total
Individuo 1	1	0	0	0	0	1
Individuo 2	1	1	0	0	0	2
Individuo 3	1	1	1	0	0	3
Individuo 4	1	1	1	1	0	4
Individuo 5	1	1	1	1	1	5

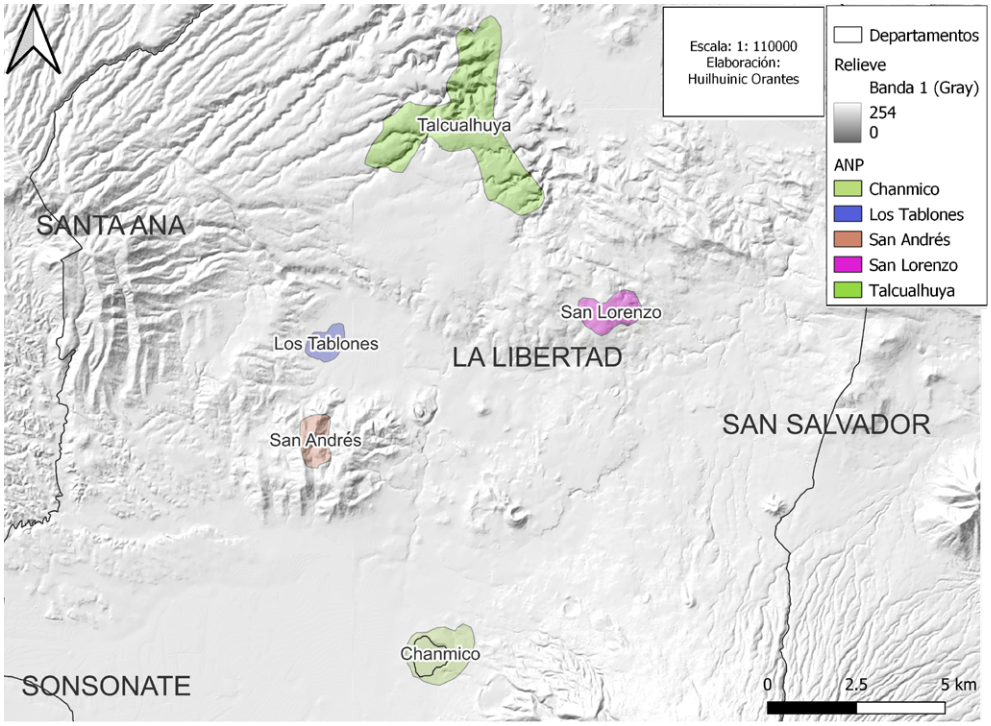
4. Haz un **análisis de grupos externos**. Este consiste en agrupar a los individuos de la tabla, desde el que cumple menos características hasta el que cumple todas las características consideradas. Posteriormente se representa el agrupamiento en un dendrograma, un árbol en cuya primera ramificación se encuentra la característica que está presente en todos los individuos, y su primera rama, el individuo que presenta solo dicha característica. Auxíliate del ejemplo a continuación:

p. 53



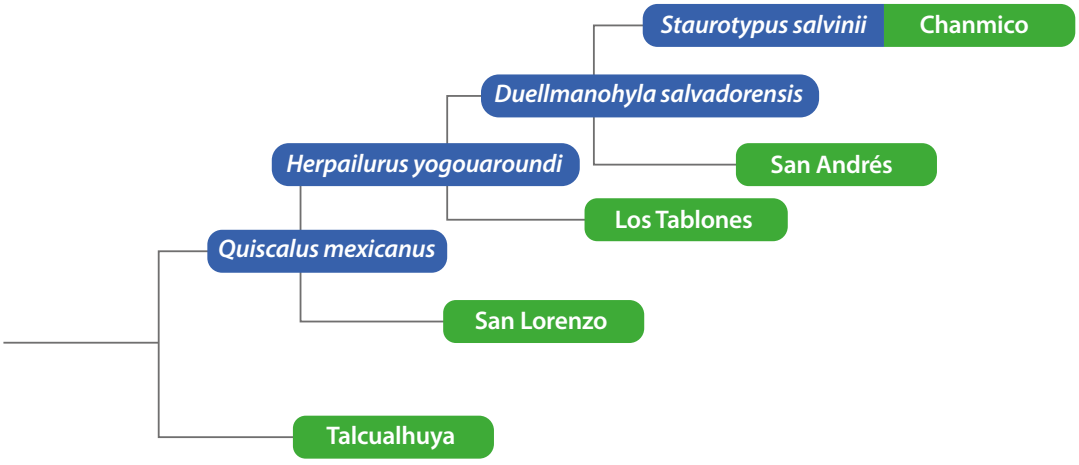
Recuerda que la biodiversidad puede estudiarse a diferentes niveles. A continuación veremos un ejemplo de agrupamiento de la biodiversidad de cinco comunidades que difieren en la presencia de cinco especies.

El siguiente mapa muestra cinco áreas naturales protegidas del departamento de La Libertad, cada una con su propia comunidad biológica, pero tan parecidas entre sí que solo difieren en unas cuantas especies.



En un estudio hipotético se encontró las especies discrepantes y se las cuantificó para determinar cuáles áreas son más parecidas en cuanto a su biodiversidad. Los resultados se presentan a continuación:

Comunidad/Especie	*Quiscalus mexicanus*	*Herpailurus yagouaroundi*	*Duellmanohyla salvadorensis*	*Staurotypus salvinii*
Talcualhuya	0	0	0	0
San Lorenzo	1	0	0	0
Los Tablones	1	1	0	0
San Andrés	1	1	1	0
Chanmico	1	1	1	1



En conclusión, el análisis de grupos externos es una herramienta que permite agrupar objetivamente la biodiversidad en cualquiera de sus niveles. El sistema de clasificación empleado depende de los criterios usados para categorizar; si estos son arbitrarios o diseñados por el ser humano, se trata de un sistema artificial. Este es el tipo de sistema que empleamos durante toda esta semana.

Indagación

Taxonomía

Se cree que existen más de 1.8 millones de especies en el mundo, todas ellas emparentadas entre sí debido a su origen común. Ante este panorama surgió la necesidad de clasificar los seres vivos en un sistema que refleje sus relaciones evolutivas, es decir, su parentesco. Actualmente, la **taxonomía** biológica se encarga de nombrar, clasificar y jerarquizar a los seres vivos. Las reglas de la taxonomía se basan en la **sistemática**, un campo de la biología que estudia las relaciones de parentesco entre los seres vivos y su historia evolutiva. El padre de esta disciplina fue Carl Linnaeus, un botánico sueco que creó un sistema jerárquico de clasificación y nombramiento de los seres vivos. Ahora nos introduciremos en este sistema.

¿Cómo escribir un nombre científico? De acuerdo con las reglas de Linnaeus, el nombre científico está compuesto por dos palabras: el género o nombre y la especie o adjetivo. En cuanto a la escritura, solo la primera letra del género es mayúscula. Actualmente es aceptado colocar el nombre científico subrayado o en cursivas.





Carl Linnaeus o Carl von Linneo, Suecia

A. Uso de los nombres científicos

Para comenzar aprenderemos la lógica detrás de la construcción de los nombres científicos, sus reglas y su significado.

Procedimiento:

1. Forma una pareja y desarrollen:
   a. ¿Conocen algún nombre científico? Escríbanlos como los recuerden.
   b. ¿Para qué sirven los nombres científicos?
2. Analicen el siguiente texto:

p. 54

Los **sustantivos** (o nombres) son una categoría gramatical de palabras con las que se denomina a entidades fijas, tales como objetos, especies o personas, indicando que estas son unidades separadas de pensamiento que reciben la acción de los verbos. Por ejemplo, decimos «Los compuestos están reaccionando», donde «compuestos» es el sustantivo y «están reaccionando» son los verbos conjugados. En español, los sustantivos son variables en género y número; así, por ejemplo, algunos sustantivos son: «perro», «atmósfera» y «Manuel», pero su significado cambia al decir: «perra», «atmósferas» o «Manuela».

Los **adjetivos** son palabras que funcionan como complemento de un sustantivo para calificarlo o determinarlo. Expresan características o propiedades; por ejemplo, decimos «superficie rectangular», donde «superficie» es un sustantivo y «rectangular» es el adjetivo que especifica que no es cualquier superficie sino una «con forma de rectángulo». Además de calificar al sustantivo, los adjetivos pueden ser determinativos, añadiéndoles ciertas «notas» tales como pertenencia, interrogación, exclamación, entre otras. Por ejemplo, decimos «genética mendeliana» para referirnos a la genética «de Mendel», o bien «¡cuál ecuación de segundo grado!», donde «cuál» es adjetivo de exclamación para «ecuación», y «segundo» es el adjetivo numeral de «grado».

En la **nomenclatura binomial**, los nombres científicos se componen de un sustantivo (género) y un adjetivo (especie) en latín. Dado que el español es una lengua romance (idioma proveniente del latín), muchas de las palabras latinas se entienden fácilmente; asimismo, algunas palabras de lenguas originarias como el náhuat se han latinizado para su uso científico.

3. Comprendido lo anterior, observen los siguientes sustantivos y adjetivos que forman parte de nombres científicos:

Annona, citrus, indica, puma, velox, purpurea, falco, sanguineus, salvadorensis, grandis.

4. Completen las primeras tres columnas vacías de la tabla que se encuentra en el Cuaderno de Trabajo, de manera que: p. 54
   c. En la columna «Pistas», anoten la palabra latina (de la lista anterior) que corresponda al significado en español de la columna derecha.
   d. Marquen con una X si la palabra faltante es un adjetivo (A) o un sustantivo (S).
5. Lean el siguiente texto:

En taxonomía, actualmente se forman grupos «exclusivos para parientes», donde deben incluirse todos los organismos que comparten un ancestro común. Estos grupos son llamados **taxones** (o taxa), y a cada uno se le asigna un nombre propio en latín. Por ejemplo, el **taxón** (grupo) exclusivo para los felinos se llama *Felidae*. Cada taxón es evaluado considerando qué tan lejano resulta el último ancestro común del grupo, y así se le asigna un nivel. Existen ocho niveles principales a los que puede pertenecer un taxón, llamados **categorías taxonómicas**.

Cuando una especie es observada no solo se determina su genealogía, también se describen todas sus características. Con esta información, se incorpora a grupos ya existentes o se crean nuevos. Finalmente, se le asigna su taxón particular de especie, utilizado en el nombre científico. Los nombres científicos son etiquetas únicas que se emplean para identificar y referirse a las especies. Son necesarios para evitar confundirse ante la variedad de nombres comunes que pueden tener los mismos organismos a través de las regiones. Como medida de imparcialidad, se decidió utilizar el latín.

De acuerdo con la nomenclatura binomial de Linnaeus, el nombre científico debe cumplir con tres reglas:

- Estar formado por dos taxones: el **género** (un sustantivo) y la **especie** (un adjetivo).
- El nombre del género antecede a la especie.
- La primera letra del género es mayúscula, y la especie se escribe en minúscula, ambos en letra cursiva o subrayados independientemente.

6. Terminen de llenar el cuadro del Cuaderno de Trabajo (*paso 4*).
   e. Ordenen las palabras latinas de cada fila para formar los nombres científicos. No olviden cumplir con las tres reglas de Linnaeus.

En conclusión, la taxonomía biológica agrupa a los seres vivos en categorías jerárquicas que incluyen las categorías de género y especie, las cuales, en conjunto, conforman el nombre científico. A su vez, el nombre científico no solo permite nombrar a cada especie de forma inequívoca, también hace una pequeña descripción de ella al incluir un adjetivo.

ESQUELETO FELINO

Los felinos, en todas sus especies, presentan gran similitud en su estructura ósea. Por ejemplo, casi todos tienen garras retráctiles.

Conoce la historia e importancia de la taxonomía y la sistemática. https://qrs.ly/fpfvbxp

La taxonomía y sistemática utilizan un tratamiento de la información semejante al de las clasificaciones artificiales como una de las que creaste en la actividad previa. Los nombres científicos no solo nos nombran, sino, también nos describen, ya que tienen un adjetivo.



Creatividad

Las categorías taxonómicas representan un orden escalonado de relación entre los seres vivos. Hacia el nivel más general se encuentran taxones que agrupan organismos cuyo ancestro común es cada vez más lejano, por eso contienen mayor diversidad. Lo opuesto sucede hacia los niveles más específicos. Desde la más amplia a la más específica, las ocho categorías taxonómicas reciben los nombres propios de: dominio, reino, filo (***phylum*** o división), clase, orden, familia, género y especie.

B. Plataformas de biodiversidad

Existen plataformas donde pueden explorarse todos los taxones a los cuales pertenece un organismo a partir de su nombre científico. Además, dichas plataformas suelen incluir información adicional, como un mapa de los sitios de avistamiento, la ubicación de algunas muestras de especímenes y fotografías.

Materiales:

- Dispositivo con acceso a internet
- Conexión a internet

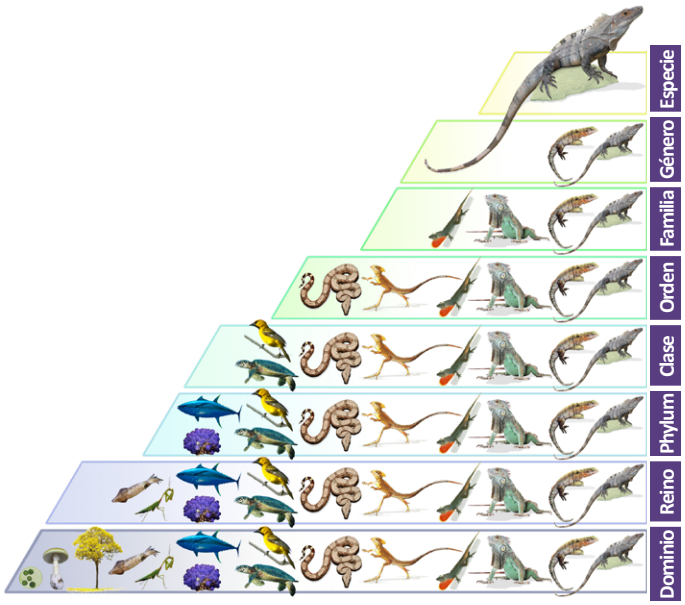
Procedimiento:

1. Forma un equipo con un máximo de cuatro estudiantes.
2. Analicen la información de los segmentos «El papel de la especie en la clasificación» y «Herramientas de identificación», que se muestran a continuación.

El papel de la especie en la clasificación

La especie es la unidad central de clasificación, pero ¿qué es en realidad una especie? De manera cotidiana, se entiende por especie a un conjunto de organismos semejantes entre sí y distinguibles de los demás.

En biología es ampliamente aceptado que la especie es «un grupo de poblaciones naturales cuyos individuos se cruzan entre sí, y que están reproductivamente aislados de otros grupos».



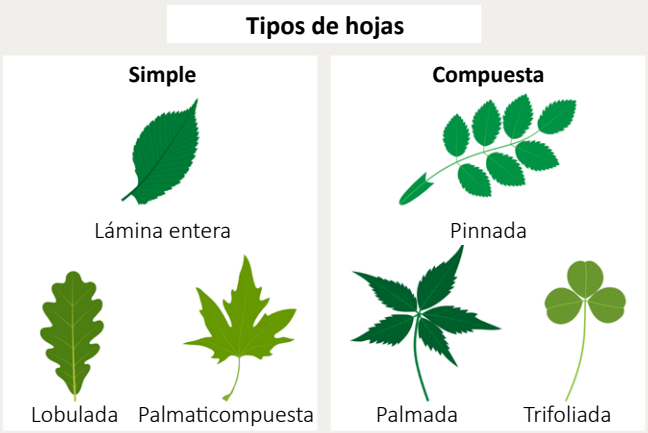
Dentro de la clasificación biológica, la especie es también una categoría taxonómica con un papel central. En la figura de la izquierda la especie está representada por el «garrobo». Cada escalón de la pirámide refleja un nivel de relación genealógica, o sea, una categoría taxonómica. Los grupos particulares en cada nivel son llamados taxones. Los taxones son más diversos cuanto mayor es su jerarquía; así, el «garrobo» comparte grupo con otras especies como «tenguereches», «chiltotas», «atunes», etc. Finalmente, los dos taxones más específicos componen el nombre científico, que para el «garrobo» es *Ctenosaura similis*.

En resumen, las categorías taxonómicas permiten agrupar a los organismos desde grupos altamente incluyentes como el dominio, donde el tipo de célula es clave, hasta la especie, definida como un conjunto de organismos capaces de reproducirse entre sí y producir descendencia fértil.

Para identificar los *taxa* o taxones se suelen utilizar características morfológicas y anatómicas que resultan clave; por ejemplo, para identificar plantas se suelen observar las hojas, pues son un órgano altamente variable en el reino *Plantae*.

Herramientas de identificación

Las **claves dicotómicas** o taxonómicas son una herramienta o guía empleada para identificar rápida y precisamente la especie o variedad a la que pertenece un individuo. Básicamente consisten en una secuencia de características opuestas (duales) y excluyentes que se organizan lógicamente para presentar dilemas a los que se responde «sí» o «no». Las características empleadas usualmente son de tipo anatómico o morfológico, por lo que las claves dicotómicas también suelen auxiliarse de algunas ilustraciones, como las que se muestran a continuación.

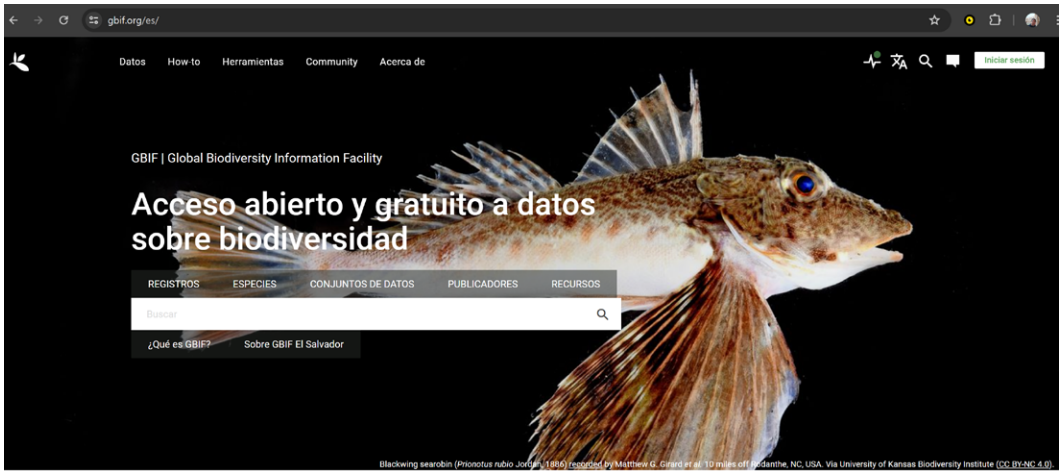




Ejemplo de características utilizadas en una clave dicotómica para identificar plantas. Arriba: tipos de hojas por su forma. Abajo: presencia de látex.

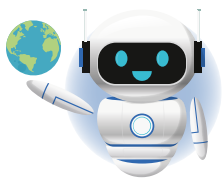
Otra herramienta fundamental son las **plataformas de biodiversidad**. Se trata de sitios web que almacenan y nos permiten encontrar todo tipo de información de la biodiversidad de distintas partes del mundo y en diferentes formatos. Entre las plataformas más importantes, se encuentra el Sistema Global de Información sobre Biodiversidad (GBIF, por su nombre en inglés). En el buscador del GBIF puedes digitar el nombre científico de cualquier especie y obtener información sobre su clasificación taxonómica, sitios de ocurrencia, imágenes y varias estadísticas.

3. Ingresa al sitio www.gbif.org/es (disponible en el QR de la derecha). En su página de inicio encontrarás un cuadro de búsqueda.



Aquí puedes acceder a la plataforma de biodiversidad. https://qrs.ly/szfvbxq

Las plataformas a menudo muestran los sitios de avistamiento de las especies.

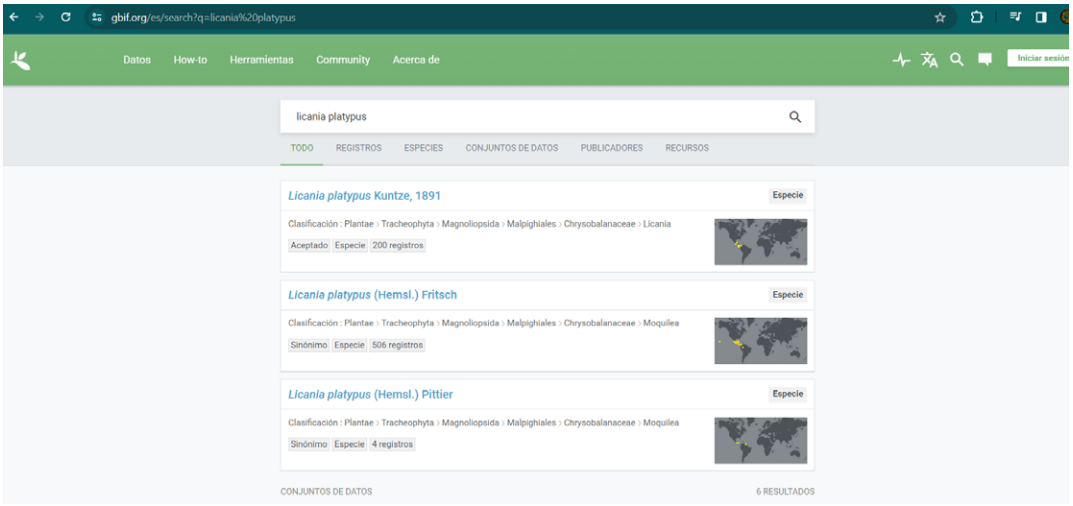


4. Ingresa uno a uno el nombre científico de las especies amenazadas o en peligro de extinción que se detallan en la página 94. Los resultados se despliegan como en el ejemplo mostrado también en la página 94.
5. Accede al primer resultado con el nombre científico. A la izquierda se despliegan los nombres de los taxones por cada categoría taxonómica. Escríbelos en orden desde el más incluyente hasta el menos incluyente.

p. 54

A mí me avistaron cuando pasé por el parque El Espino camino a casa. Por eso aparezco en la página.





Ejemplo de resultado de búsqueda para la especie *Licania platypus* (sunzapote).

6. Accede a «Ver galería», revisa las imágenes y consulta con tus compañeros para verificar si han tenido avistamientos de alguna de las especies. Si es así, lista los sitios de avistamiento.

p. 55

Algunas especies en la lista de amenazadas o en peligro de extinción para nuestro país:



Porites lobata **(coral de arrecife)**



Lobatus galeatus **(caracol cambute)**



Megasoma elephas **(escarabajo rinoceronte)**



Dermophis mexicanus **(tepelcúa)**



Incilius canaliferus **(sapo)**



Iguana iguana **(iguana)**



Epiphyllum crenatum **(galán de noche de altura)**



Sterculia apetala **(castaño)**



Annona glabra **(anona de manglar)**

Comunicación

Anteriormente aprendimos qué son las categorías taxonómicas y la raíz de los nombres científicos. Además, observamos que existen herramientas que ayudan a la identificación de individuos o especímenes. Ahora practicaremos cómo identificar un organismo por sus características anatómicas y morfológicas.

C. Categorías taxonómicas

A continuación haremos un ejercicio para aprender la lógica de utilización y elaboración de claves dicotómicas o taxonómicas.

Materiales:

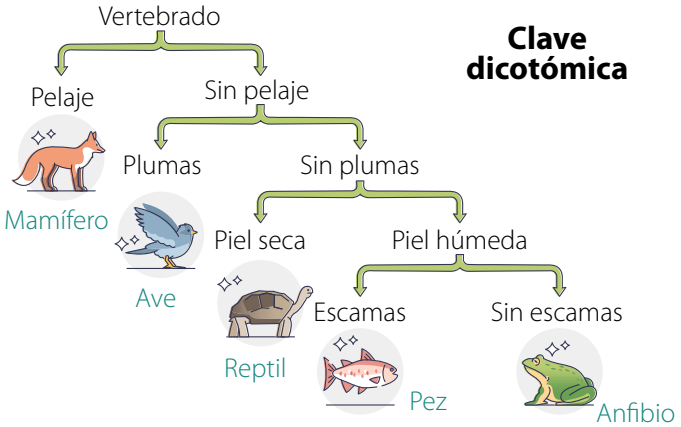
- Hojas o ramas de ciprés, bambú, pascua y mango (pueden ser varias fotografías)
- Microscopio estereoscópico o lupa
- Regla milimetrada

Procedimiento:

1. Mantén tu equipo de trabajo de la *actividad B*.
2. Observen detalladamente las muestras de plantas.
3. Lean las siguientes instrucciones e intenten asociarlas con las muestras vegetales que tienen:

I.	Hojas muy pequeñas, como escamas, de menos de 0.5 mm de largo	Especie: *Cupressus lusitanica*
	Hojas no como escamas, de más de 2 mm de largo	Pasa a «II»
II.	Tronco hueco como la caña	Especie: *Bambusa vulgaris*
	Planta sin tronco hueco, no como caña	Pasa a «III»
III.	Planta que no exuda látex al ser cortada.....	Especie: *Mangifera indica*
	Al ser cortadas, las ramas jóvenes y el tronco exudan un látex opaco, blanco o coloreado	Pasa a «IV»
IV.	Látex blanco; hojas simples de lámina entera y a menudo dentadas.....	Especie: *Euphorbia pulcherrima*

Lo anterior es una clave taxonómica o dicotómica diseñada exclusivamente para identificar las especies de plantas que has traído. Como puedes apreciar, las claves consisten en una secuencia encadenada de dilemas que nos indican las características por observar o comprobar para identificar el grupo o la especie a la que pertenece un individuo dentro de una colección exclusiva de grupos o especies. A la derecha tienes una representación gráfica de una clave diseñada para identificar grupos de vertebrados. Nota que no puedes identificar un invertebrado con esa clave.



4. Determinen las características que utilizan clave taxonómica de plantas para identificar cada especie.
5. Usen la clave taxonómica para etiquetar cada una de sus muestras con el nombre científico correcto.
6. Ahora diseñen su propia clave taxonómica para identificar cuatro especies presentes en una isla desolada en el departamento de La Unión. Para ello revisen la información del Cuaderno de Trabajo.
7. Hagan un esquema para su clave taxonómica tomando como ejemplo la clave para vertebrados.
8. Intercambien su clave con otro grupo de trabajo para verificar que ambas funcionen adecuadamente.

p. 55
p. 56

Sistemática y cladística

Indagación

Las semanas previas hemos utilizado distintos sistemas de clasificación artificial de organismos y profundizamos en algunas herramientas para identificación de especímenes. Ahora nos centraremos en los **sistemas de clasificación filogenética**, es decir, aquellos que buscan reflejar las relaciones evolutivas de los seres vivos, para lo cual utilizaremos la **cladística**. Este es un enfoque de clasificación que busca agrupar a los organismos basándose en su ancestro común más reciente. Los grupos formados se llaman **clados**. Por tanto, el propósito de la cladística es que los grupos taxonómicos reflejen a los clados y mostrar sus relaciones evolutivas en diagramas de árbol llamados **cladogramas**.



ANIMALES PREHISTÓRICOS

Para reconstruir árboles filogenéticos con animales prehistóricos se suelen usar como referencia algunas características de sus fósiles.

Los árboles filogenéticos pueden ser tan complejos que a veces parecen telarañas.



Aquí puedes acceder a la plataforma de biodiversidad.
https://qrs.ly/szfvbxq

A. Dendrograma y cladograma

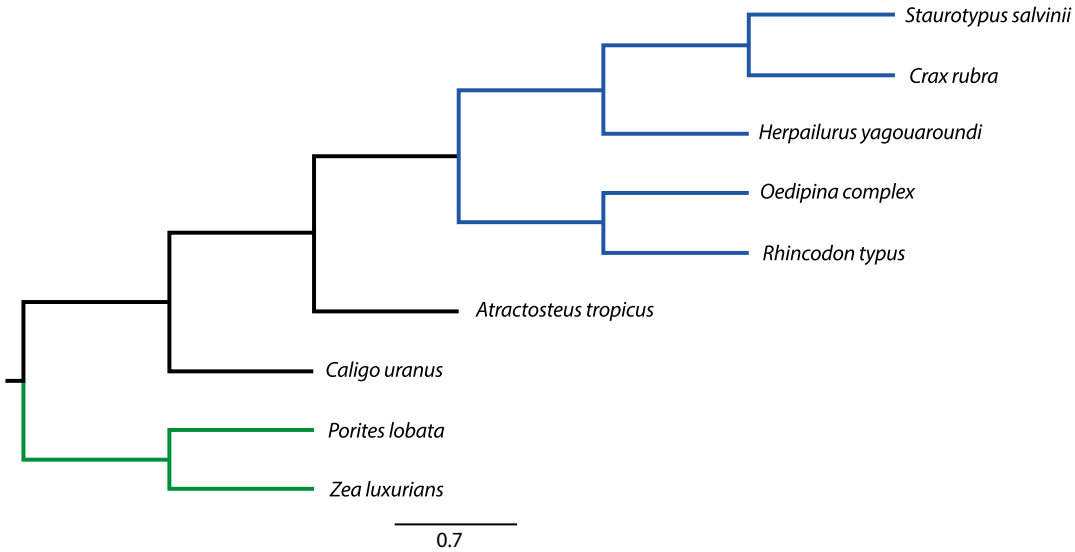
Comenzaremos la semana estudiando la forma típica de representar los clados: los **dendrogramas** o diagramas de árbol. Como vimos antes, estos son gráficos que organizan los datos en categorías que se van dividiendo, por lo que parecen un árbol. En sistemática, los dendrogramas se conocen como **árboles filogenéticos**, pues los datos que muestran son representaciones de las relaciones evolutivas entre organismos, es decir, muestran filogenias.

Material:

- Dispositivo con acceso a internet

Procedimiento:

1. Observa el siguiente árbol filogenético que refleja relaciones evolutivas entre especies amenazadas y en peligro de extinción de El Salvador. Este fue elaborado a partir de secuencias cortas de ADN.



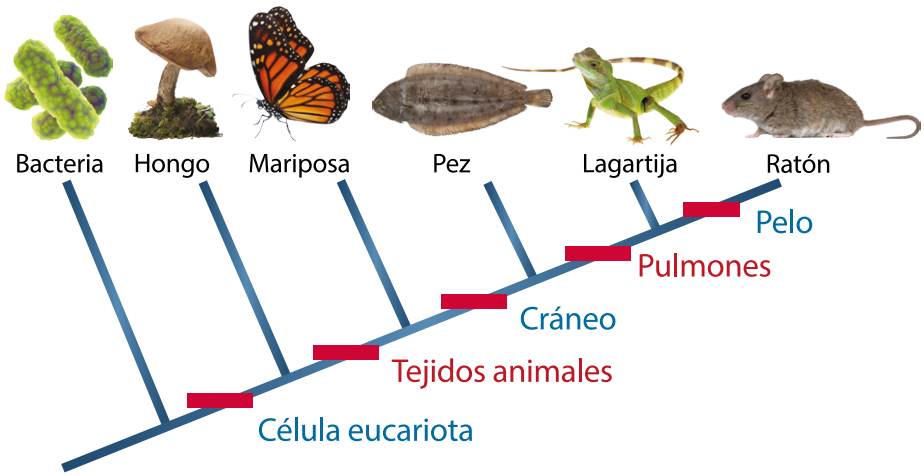
2. Analiza el texto «Sistemática filogenética» de la página 97.
3. Busca en la base de datos de GBIF (www.gbif.org/es) los nombres científicos de los organismos del árbol para identificar los reinos de la naturaleza a los que pertenecen.
4. Responde las preguntas de tu Cuaderno de Trabajo.
5. Analiza con atención los árboles filogenéticos que se muestran en tu Cuaderno de Trabajo y desarrolla lo ahí solicitado.

p. 57

Sistemática filogenética

La sistemática se sustenta en que todos los seres vivos tienen un origen común, por lo tanto, su historia evolutiva o filogenia puede ser rastreada infiriendo las conexiones entre linajes. Las conexiones se representan en árboles filogenéticos. Si te fijas bien, los árboles filogenéticos no difieren mucho de otros dendrogramas que elaboramos antes. De hecho, se pueden construir a partir de un análisis de grupos externos. La diferencia radica en el tipo de dato utilizado para construirlos. Estos datos deben reflejar relaciones genéticas. Por ejemplo, se puede construir a partir de datos morfológicos y anatómicos clave, o bien a partir de datos de secuencias genéticas.

Cada rama del árbol surge a partir de un sitio llamado **nodo**. Este representa un ancestro común entre el individuo que surge de esa rama y el resto de individuos que están más arriba en el árbol. El árbol también puede tener una raíz, la línea de donde este comienza. La raíz representa el ancestro común entre todos los individuos. Entonces, un **cladograma** es un tipo de árbol filogenético elaborado con la técnica cladística, de manera que cada rama termina en un clado y cada nodo es el ancestro común más reciente.



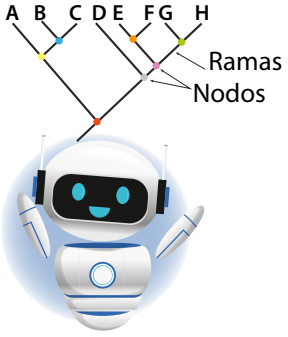
Cladograma simplificado de los animales que muestra las relaciones entre ellos y con otros grupos. En este caso, la distancia horizontal implica un grado de parentesco; así, la mayor divergencia se produce entre la bacteria y el ratón. También se marcan algunos rasgos clave.

Recordando el concepto de evolución como «un cambio en las frecuencias alélicas de una población a través del tiempo» podemos prever que los cambios a largo plazo pueden originar diferentes grupos taxonómicos, los cuales conservan características clave que se pueden utilizar como referencia en la construcción de un árbol filogenético. De igual manera, la forma de los árboles no es única, por ejemplo, pueden construirse árboles circulares. De hecho, dos árboles filogenéticos de distinta forma pueden considerarse el mismo si conservan la misma posición de su raíz y sus nodos.

Sabes, yo pienso en los árboles filogenéticos, como los árboles genealógicos, describen una historia entre generaciones a través de largos períodos temporales.



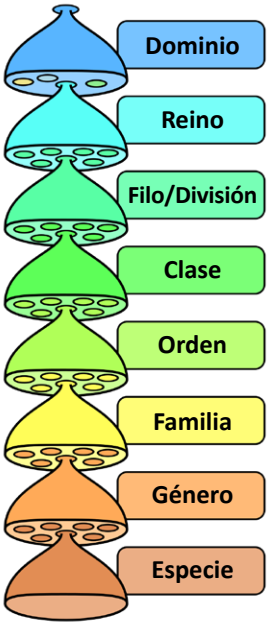
Así es, Irene. De hecho, los nodos o sitios de donde parten las ramificaciones del árbol filogenético representan ancestros comunes con el resto de individuos representados.



En conclusión, los árboles filogenéticos son representaciones que nos permiten reconocer, desde una perspectiva genealógica, el historial evolutivo de un grupo o individuo, y, por tanto, identificar sus parentescos. Si bien se pueden construir con datos morfológicos, hoy en día se prefieren los datos genéticos.

Creatividad

Previamente mencionamos que la sistemática estudia la diversificación de los seres vivos presentes y pasados y sus relaciones a través del tiempo o filogenia, mientras que la taxonomía utiliza esta información para generar un sistema de clasificación y nombrar a los organismos y sus grupos, siendo la especie la unidad fundamental de esta clasificación. Ahora daremos un vistazo a los principales grupos en los que se catalogan actualmente los seres vivos.



Categorías taxonómicas ordenadas de la más general a la más específica.

B. Describiendo todas las formas de vida

Como sabemos, la taxonomía propone un sistema jerárquico de ocho niveles llamados categorías taxonómicas, donde las más amplias incluyen a las más pequeñas. Con la presente actividad conoceremos cómo están definidos los taxones de mayor rango y qué tipo de formas de vida representan.

Materiales:

- Plumones de colores
- Pliego de cartulina

Procedimiento:

1. Revisa el apartado teórico «Dominios y reinos de la naturaleza».
2. Forma equipos de trabajo. Tu docente designará un dominio por cada equipo: *Bacteria*, *Eukarya*, o *Archaea*.
3. Preparen una exposición del dominio designado, la cual debe incluir:
   - Características biológicas del dominio.
   - Lista de reinos que abarca.
   - Principales usos de los organismos.
4. Completen la tabla de sus Cuadernos de Trabajo para el dominio asignado. Llenarán los demás cuando expongan los otros equipos.

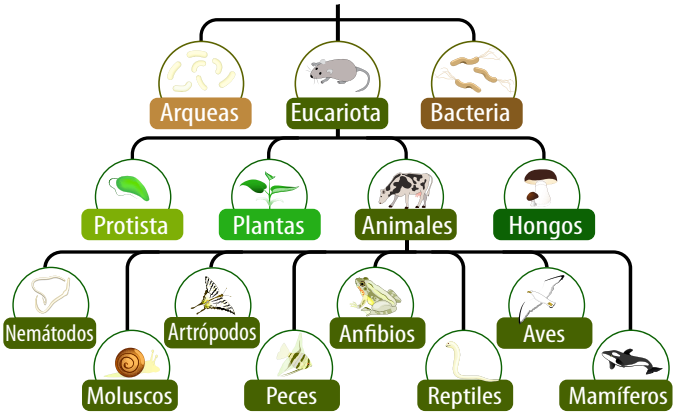
p. 58

Dominios y reinos de la naturaleza

Siendo la categoría taxonómica más reciente y de mayor jerarquía, existen pocos taxones con el rango de dominio. La importancia de los dominios es que concilian las exigencias del sistema filogenético (que debe reflejar la historia evolutiva) con la practicidad de agrupar las especies en pocos taxones, pues sería prácticamente imposible aprenderse los nombres de todas las familias o de los géneros.

Actualmente la clasificación más aceptada es el **sistema de los tres dominios** propuesto por Woese et al. en 1990. En este sistema, la vida puede agruparse en apenas tres taxones básicos con categoría de dominio: ***Bacteria*** (procariotas); ***Archaea*** (procariotas); ***Eukarya*** (eucariotas). Estos cuentan con relaciones filogenéticas representadas en el siguiente cladograma simplificado:

Árbol filogenético de los seres vivos
Sistema de los tres dominios



Los dominios contienen a los reinos, pero aún está en discusión cuántos existen. Al momento se aceptan por lo menos seis reinos. A continuación veremos los más relevantes:

El dominio *Bacteria* está conformado por el reino ***Eubacteria*** o bacterias verdaderas.

Las características biológicas de las bacterias son:

- Células procariotas.
- Pared celular con la sustancia peptidoglucano.
- Cosmopolitas (viven en todo el mundo).
- Pueden ser autótrofas o heterótrofas.
- La sustancia de reserva suele ser glucógeno.

Principales usos de las bacterias:

- Producción de biocombustibles.
- Producción de alimentos fermentados.
- Degradadores de contaminantes ambientales.

Al dominio *Archaea* ocasionalmente se le atribuye el reino homónimo ***Archaea*** o arqueas, pero algunas clasificaciones nombran hasta cinco reinos distintos; dentro de ellos destacan: *Euryarchaeota*, *Proteoarchaeota* y *DPANN*.

Las características biológicas de las arqueas son:

- Células procariotas.
- Forma de bacterias, aplanadas o ameboides.
- Los lípidos de membrana tienen enlaces éter en lugar de éster, como el resto de seres vivos.
- Pared celular de glucoproteínas y proteínas.
- Hábitats extremos.

Principales usos de las arqueas:

- Productores de biocombustibles.
- Facilitan la digestión en diferentes animales.

El dominio *Eukarya* o *Eukaryota* está formado por al menos cuatro reinos, siendo los más consolidados: ***Fungi*** (hongos), ***Plantae*** (plantas) y ***Animalia*** (animales). Antes se usaba el reino Protista, pero ahora se discute su división en distintos grupos.

Las características biológicas de los eucariotas son:

- Células eucariotas, con núcleo y mitocondrias.
- Pueden tener o no pared celular.
- Autótrofos o heterótrofos.
- Unicelulares o multicelulares.
- Almidón o glucógeno como sustancia de reserva.

Principales usos de los eucariotas:

- Producción de alimentos.
- Producción de materias primas para diversas industrias.
- Generación de productos farmacológicos.
- Recreación y compañía.

1. Dominio Bacteria



Fueron los primeros procariotas descubiertos. Comprende unas 30 000 especies de bacterias y cianobacterias; sin embargo, se estima que podrían ser millones de especies.

2. Dominio Archaea



Su descubrimiento derivó en el sistema de los tres dominios. Contiene unas 20 000 especies de arqueas, pero cada día se descubren más. Se plantea dividirlo hasta en cinco reinos.

3. Dominio Eukaria



En el dominio *Eukaria* se encuentra la mayoría de las especies descritas por la ciencia, con más de 1 600 000, donde solamente los artrópodos son cerca de 1 000 000 de especies y las plantas terrestres, unas 300 000. Ante esta diversidad se han propuesto hasta once reinos distintos, de los cuales los más aceptados son tres: *Plantae*, *Fungi* y *Animalia*.

Comunicación

Anteriormente exploramos la biodiversidad en el nivel de dominio. Ahora nos centraremos en los reinos pertenecientes al dominio *Eukarya*. Exploraremos sus características biológicas, sus principales subgrupos y sus usos, concentrándonos en aquellos más consolidados.

C. Estudiando los reinos de la naturaleza

Como vimos antes, el dominio *Eukarya* contiene la mayor cantidad de especies descritas, lo que se debe principalmente a sus formas de vida multicelulares. Conozcamos cuáles son estas.

Materiales:

- Plumones de colores
- Pliego de cartulina

Procedimiento:

1. Analiza el texto «Los reinos del dominio *Eukarya*».
2. Integra grupos. Tu docente asignará un reino a cada grupo: *Animalia*, *Plantae*, o *Fungi*.
3. Completen las tablas de sus Cuadernos de Trabajo con la información del reino asignado.
4. Preparen una exposición acerca del reino, la cual debe incluir:
   - Características biológicas.
   - Principales grupos que abarca el reino.
   - Número estimado de especies.
5. Expongan siguiendo los tiempos y criterios especificados por su docente.
6. Completa los demás cuadros de tu Cuaderno de Trabajo a partir de la exposición de los otros grupos.

p. 59

Los reinos del dominio *Eukarya*

Las relaciones filogenéticas dentro del dominio *Eukarya* son complejas, por lo que su agrupación en clados aún está en revisión. Los protistas, por ejemplo, constituyen un grupo muy variado de organismos cuya categoría de reino está ampliamente desacreditada. Históricamente se agruparon aquí a todos aquellos eucariotas unicelulares o pluricelulares sin tejidos que no cumplían con las características estructurales de otros reinos.

Dentro de los protistas se tenían los grupos:
Protozoos. Incluía todos los protistas parecidos a animales (animaloides), es decir, seres unicelulares con célula tipo animal, y heterótrofos.
Algas. Protistas parecidos a plantas (vegetaloides), es decir, seres unicelulares o pluricelulares con célula tipo vegetal y autótrofos fotosintéticos, aunque muchas especies carecen de paredes celulares y pueden ser heterótrofas.

El reino ***Fungi*** incluye más de 144 000 especies conocidas como hongos, levaduras y mohos. Sus características principales son:

- Eucariotas de alimentación heterótrofa por absorción de nutrientes.
- Paredes celulares que contienen **quitina**.
- Reproducción por **esporas**.
- Sus formas multicelulares se componen de **hifas**, una agrupación filamentosa de células que en conjunto se denomina **micelio**.

Algunos de los principales grupos son:
Endomicorrizas (*Glomeromycota*). Hongos filamentosos que penetran las raíces de las plantas conformando una asociación mutualista llamada micorriza (hongo-raíz).
Mohos y hongos inciertos (*Zygomicota*). Los mohos son hongos filamentosos con esporas esféricas, como los que cubren tortillas y panes viejos.



Moho de la tortilla y seta de *Amanita muscaria*.

Basidiomicetos (*Basidiomycota*). Son los más conocidos entre los hongos, pues muchas especies forman **setas** que asemejan sombrillas o repisas. Se trata de hongos filamentosos que producen esporas particulares llamadas las basidiosporas.

El reino ***Plantae*** incluye unas 300 000 especies de las llamadas plantas verdes o plantas terrestres. Las características que definen al reino son:

- Célula tipo vegetal que forma tejidos.
- Paredes celulares del polisacárido celulosa.
- Sésiles en la etapa final de su desarrollo.
- Autótrofos fotosintéticos con cloroplastos.
- Tener clorofilas *a* y *b* como pigmentos fotosintéticos.
- Almidón como sustancia de reserva.

Los principales grupos de plantas son:

Plantas no vasculares. Aquellas que no presentan tejido vascular, raíces, ni hojas verdaderas. En esta categoría entran los comúnmente llamados **musgos**. Se distinguen tres grupos: *Bryophyta*, *Hepatophyta*, *Anthocerotophyta*.

Plantas vasculares. Aquellas que presentan tejidos vasculares, hojas y raíces. Tradicionalmente estas se subdividen en **vasculares inferiores** y **vasculares superiores**. Las plantas vasculares inferiores no presentan semilla ni frutos. Este grupo incluye a los **helechos** y se subdivide en tres grupos: *Equisetophyta*, *Lycopodiophyta* y *Pteridophyta*. Las plantas vasculares superiores presentan semillas, y se subdividen en dos grupos, **gimnospermas** y **angiospermas**.



Plantas *Hepatophyta* (izquierda) y *Cycadophyta* (derecha).

Las gimnospermas no producen fruto, solo semillas desnudas. Este grupo incluye a los pinos y los cipreses. Se aglomeran en tres subgrupos: *Coniferophyta*, *Ginkgophyta* y *Cycadophyta*. Las plantas angiospermas producen frutos que recubren las semillas. Este grupo incluye la mayoría de árboles, arbustos y hierbas. Se aglomeran en dos subgrupos: **monocotiledóneas** y **dicotiledóneas**.

El reino ***Animalia*** incluye el mayor número de especies descritas, cerca de 1 200 000. Las características que definen al reino son:

- Multicelulares con célula tipo animal.
- Funciones celulares diferenciadas.
- Heterótrofos de metabolismo aeróbico (requieren de oxígeno para respirar).
- Motilidad en al menos una etapa vital.
- Carencia de paredes celulares.
- Glucógeno como sustancia de reserva.

Aunque usualmente se dice que los animales son vertebrados e invertebrados, en realidad se aceptan unos 21 filos (o fila) de animales, donde los vertebrados forman apenas una clase dentro del filo *Chordata* (cordados). Sin embargo, los 21 filos pueden acomodarse en dos grandes grupos:

Parazoa. Animales asimétricos, que no forman tejidos. Acá se agrupan las esponjas (filo *Porifera*).
Eumetazoa. Animales con simetría. Se dividen en:

Radiata. Tienen simetría radial y dos capas de tejido. Acá se ubican las medusas (filo *Cnidaria*).
Bilateria. Tienen simetría bilateral y presentan tres capas de tejido embrionario. Estos a su vez se subdividen en dos grandes grupos:
Protostomados. Animales que originan primero la boca como estructura gástrica en su desarrollo embrionario. La mayoría de invertebrados se ubican en este grupo.
Deuterostomados. Animales que originan primero el ano como estructura gástrica en su desarrollo embrionario. Entre ellos se encuentran los cordados y, por tanto, los vertebrados.



Izquierda: esponja marina (*Porifera*). Derecha: nudibranquio, un tipo de molusco (protostomado).

Resumen

La biodiversidad puede definirse como la diversidad de todos los tipos y formas de vida, de los genes a las especies, a través de una amplia gama de ecosistemas. Esta puede estudiarse a diferentes niveles: genético, específico y ecosistémico; es decir, alelos, especies y ecosistemas.

La biodiversidad tiene una estructura compuesta por diferentes poblaciones y especies, las cuales tienen usos para el ser humano y funciones dentro de los ecosistemas; esto último indica su valor real. Las funciones de la biodiversidad, en cualquiera de sus niveles, generan beneficios que conocemos como contribuciones de la naturaleza a las personas (NPC, por su denominación en inglés).

Debido a la magnitud y al carácter escalar de la biodiversidad, sus componentes pueden agruparse bajo diferentes criterios. Por ejemplo, algunos organismos se parecen mucho entre sí, ya que cuentan con características comunes. Así, los mamíferos comparten características como la presencia de glándulas mamarias y pelo, los anfibios presentan características como la respiración cutánea y que una parte de su ciclo de vida se desarrolla en el agua.

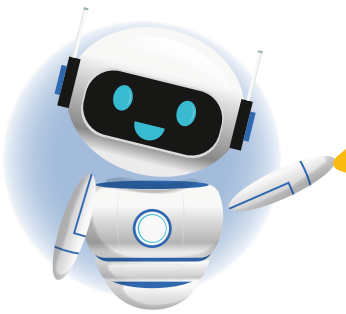
Estos colectivos de criterios se pueden organizar en sistemas de clasificación denominados artificiales, ampliamente utilizados en los ámbitos de nutrición, agricultura, veterinaria y ecología, así como en la cultura popular.

Es posible generar un ordenamiento jerárquico de seres vivos si tomamos en cuenta la similaridad entre ellos. Por ejemplo, tomando como criterio las características observables podemos agrupar individuos de la misma o de diferentes especies y representar los resultados en un diagrama de árbol o dendrograma. Sin embargo, esto se vuelve casi imposible si se consideran los más de 1.8 millones de especies descritas por la ciencia.

Actualmente se considera que la mejor forma de agrupar organismo es reflejando sus relaciones evolutivas. Así, la taxonomía biológica se encarga de clasificar y nombrar a los organismos vivos bajo las reglas de la sistemática, un campo de la biología que estudia las formas de vida presentes y pasadas y sus vínculos evolutivos. El padre de esta disciplina fue Carl Linnaeus, un botánico sueco que creó un sistema jerárquico de clasificación y nombramiento de las especies: el sistema de nomenclatura binomial.

Los nombres de cada grupo biológico se llaman taxones (o taxa) y se les asigna un rango dentro de las ocho categorías taxonómicas. Los taxones de mayor rango agrupan organismos cuyo ancestro común es cada vez más lejano, por eso contienen mayor diversidad. Lo opuesto sucede con los de menor rango.

Actualmente, para determinar y representar grupos, se utiliza la cladística, lo que ha supuesto un gran cambio en los taxones de reinos y dominios.



Busca las siguientes palabras dentro del texto y aprende su significado.

- **Biodiversidad**
- **Agrupamiento**
- **Dendrograma**
- **Sistemática**
- **Filogenia**
- **Taxonomía**
- **Taxón**
- **Clado**

Los códigos de barra de ADN

Como vimos antes, el ADN tiene funciones como almacenar la información genética y brindar soporte estructural para la lectura de esta información. Esto significa que no todas sus regiones son iguales: algunas regiones tienen secuencias variables y otras se encuentran altamente conservadas. Al secuenciar el ADN de distintas especies se descubrió que todas las especies tienen secuencias particulares. Estas pueden utilizarse como un código de identificación de una especie a partir de cualquier tipo de muestra de ADN.

¿Cómo funciona esta tecnología? Como recordarás, todas las células de un individuo cuentan con al menos una copia de todo el ADN; a este conjunto se le llama genoma y es lo suficientemente estable para que se pueda acumular en diferentes sitios naturales, como cuerpos de agua, suelo y rocas. Por tanto, podemos extraer el ADN no solo de los seres vivos, sino también de dichos sitios.

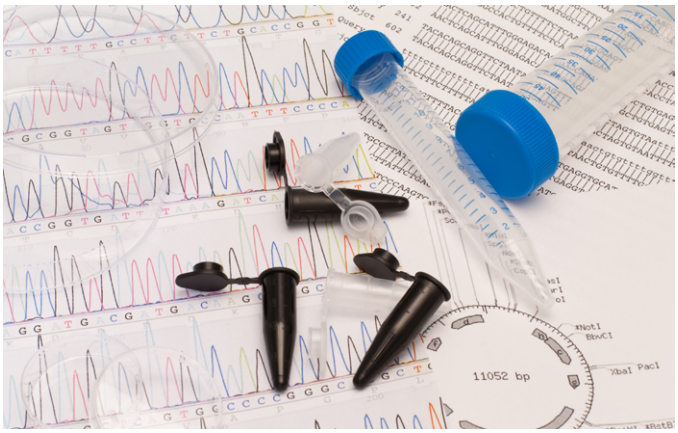
La clave es utilizar el procedimiento adecuado para extraer el ADN, para lo cual se puede hacer uso de ***kits* comerciales para la extracción de ADN**, que pueden recuperar el material genético de cualquiera de los sitios mencionados.



Ejemplo de uso de un *kit* de extracción de ADN.

Una vez tenemos el ADN extraído, se efectúa una amplificación por PCR de al menos una de las regiones de ADN identificadas como altamente conservadas en la especie.

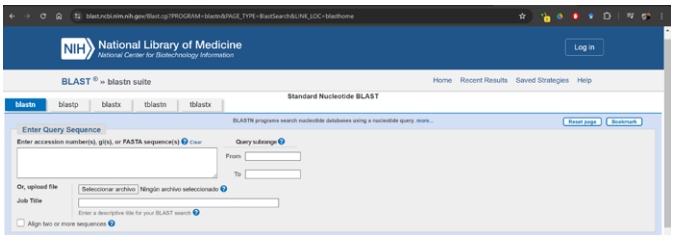
Posteriormente se utiliza un **secuenciador de ADN**, aparato que permite determinar la secuencia presente en la región amplificada. El resultado se analiza en una computadora que genera un archivo de texto plano.



Ejemplo de archivos generados por un secuenciador y en una búsqueda con NBLAST.

Del archivo de secuencia a la identidad. Los archivos de secuencias de proteínas y ácidos nucleicos de todo el mundo se guardan en plataformas denominadas bases de datos de secuencias, o simplemente **bases de datos bioinformáticas**. Una de las más usadas es GenBank.

Dentro de estas bases de datos se pueden efectuar búsquedas y comparaciones de secuencias de ADN usando como entrada otra secuencia. Uno de estos buscadores es el nucleotid blast (Blastn):



Apariencia de un buscador Blastn.

El resultado de una búsqueda Blastn es similar al de buscadores como Google, donde el primer resultado corresponde a la secuencia más parecida a la secuencia buscada. Al contrastar la especie de ese registro se infiere la identidad de la secuencia buscada.

Quiero ser...

¿Te resultan interesantes los fenómenos abordados en la unidad? Descubre cómo puedes convertirte en un profesional en la materia.

Carrera: Licenciatura en Biología **Duración:** 5 años/10 ciclos



Descripción. Preparar al profesional conocido como biólogo, que debe ser capaz de comprender y valorar la vida en todas sus manifestaciones y niveles, adquiriendo la formación y la capacidad científica-técnica que le permita respetarla, conservarla y fomentarla. Además, deberá conocer la realidad del país para enmarcar los recursos bióticos en el medioambiente buscando descubrir sus interrelaciones sin desvincularlas del contexto social, cultural, económico, político y ecológico. La carrera ofrece las bases para desempeñarse en investigación y desarrollo en distintas áreas, tales como:

Bachilleratos sugeridos:
general y bachillerato técnico vocacional agropecuario.

- Botánica
- Ecología y ambiente
- Taxonomía y clasificación
- Biología de la conservación
- Genética y Biotecnología
- Zoología

Conocimientos y habilidades por desarrollar:

Conocimientos generales:

- Biología
- Física
- Matemática
- Química
- Tecnología
- Inglés

Habilidades:

- Pensamiento crítico
- Investigación
- Creatividad
- Comunicación
- Resolución de problemas
- Capacidad de cálculo
- Abstracción y lógica

Carrera: Ingeniería en Gestión Ambiental **Duración:** 5 años/10 ciclos



Descripción. El graduado de la carrera de Ingeniería en Gestión Ambiental podrá tomar decisiones y brindar soluciones a las problemáticas medioambientales, con habilidad para el trabajo en equipo en un enfoque multidisciplinario e integral, confiado en sí mismo, flexible frente al cambio, consciente de su papel como profesional en la intervención responsable del manejo y transformación de los recursos naturales y la protección del ambiente, mediante el diagnóstico, prevención, mitigación, remediación y control de la contaminación de diversa índole con el objeto de contribuir al desarrollo sustentable del país y la región según normativas y aspectos legales vigentes. Las principales áreas de estudio son:

Bachilleratos sugeridos:
general y bachillerato técnico vocacional agropecuario.

- Consultorías ambientales
- Gestión de proyectos ambientales
- Energías renovables
- Ordenamiento territorial
- Estrategias de control y prevención ante problemáticas ambientales

Conocimientos y habilidades por desarrollar:

Conocimientos generales:

- Biología
- Física
- Matemática
- Química
- Tecnología
- Inglés

Habilidades:

- Pensamiento crítico
- Investigación
- Creatividad
- Comunicación
- Resolución de problemas
- Capacidad de cálculo
- Abstracción y lógica

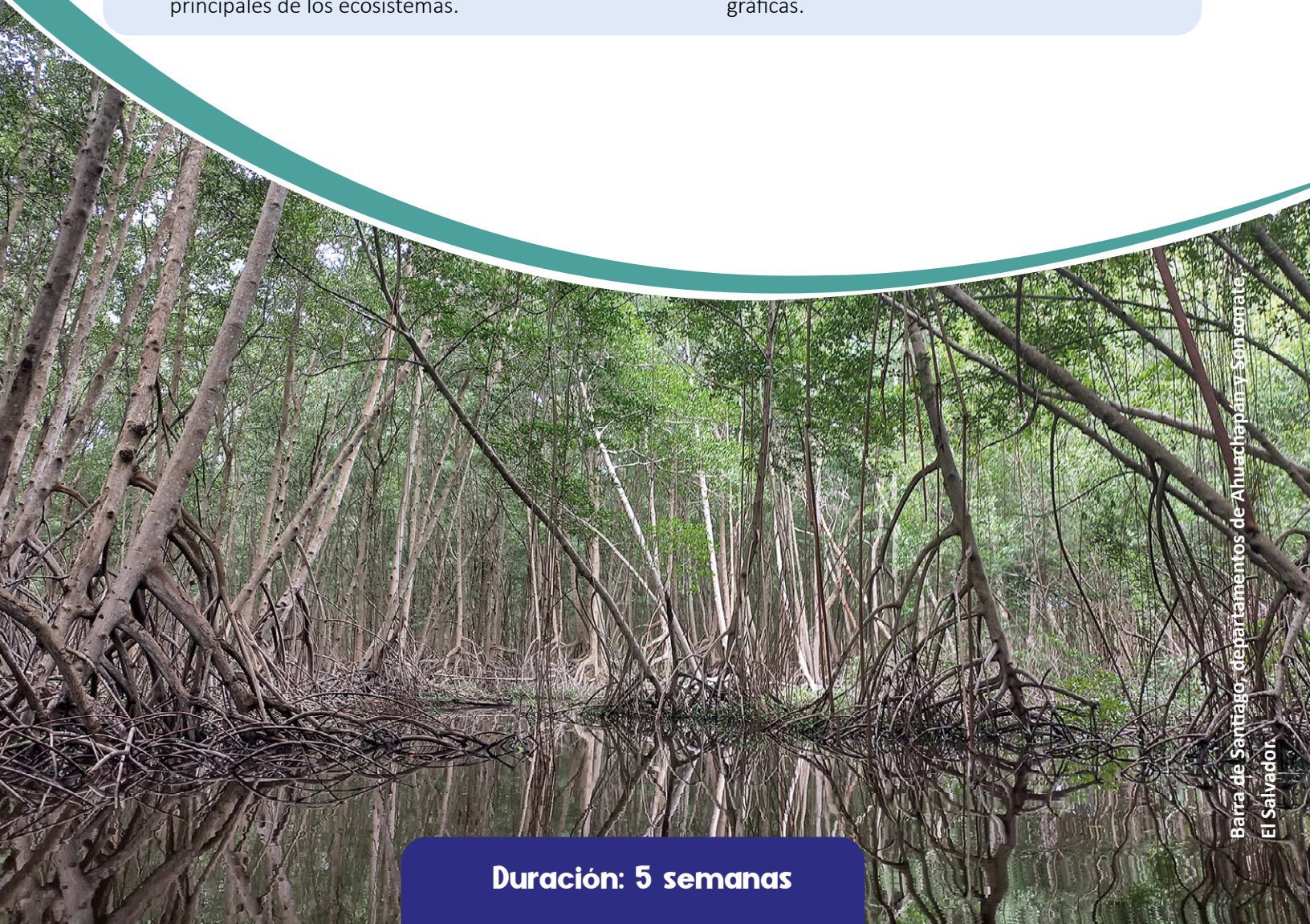
Unidad 4

Ecología

Eje integrador: interacciones

En esta unidad aprenderemos a:

- Identificar tipos de interacciones ecológicas que ocurren en su entorno.
- Describir la estructura y dinámica elemental de una población utilizando datos experimentales.
- Identificar las características y componentes básicos de las comunidades biológicas.
- Reconocer la estructura general y las funciones principales de los ecosistemas.
- Identificar contribuciones de la naturaleza a la gente (NCP) con incidencia en su comunidad.
- Relacionar los conceptos de perturbación y sucesión ecológica.
- Identificar variables utilizadas como criterios para clasificar biomas.
- Ejemplificar aplicaciones de las unidades biogeográficas.



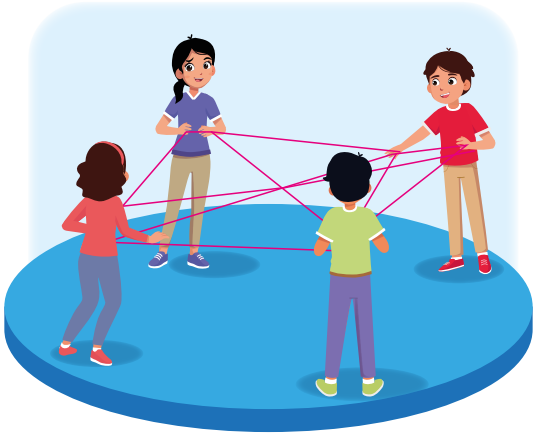
Barra de Santiago, departamentos de Ahuachapán y Sonsonate, El Salvador.

Duración: 5 semanas

Interacciones ecológicas

Al observar a tu alrededor encontrarás que existen elementos que carecen de vida (materia inerte); estos elementos son conocidos como componentes abióticos. Por otro lado, los seres vivos son conocidos como componentes bióticos de un ecosistema. Los componentes bióticos y abióticos coexisten entre sí.

Para entender mejor estas relaciones, haz la siguiente actividad.



A. Identificando los componentes del entorno

Cuando hablamos de ecología generalmente pensamos en espacios muy boscosos, lagos, ríos, entre otros. Pero en realidad nos referimos a la interacción que hay entre los organismos vivos con su medio. Observa tu entorno e identifica los diferentes componentes bióticos y abióticos; puede ser en el salón de clases o en una zona verde.

Material:

- Bollo de lana de cualquier color

Procedimiento:

1. Elige el elemento que quieres representar, puede ser vivo o inerte, de forma que un jugador puede ser un árbol, el suelo, un colibrí, una flor, el sol, entre otros.
2. Forma un círculo con todos los estudiantes de tu clase.
3. Toma la punta del bollo de lana o espera tu turno y menciona el elemento del entorno que representas.
4. Lanza a otro jugador el bollo de lana sin soltar el extremo que sujetaste, de modo que se va formando una especie de telaraña o red como en la imagen anterior, hasta que todos estén conectados.
5. Genera o participa en un debate sobre la interrelación de los componentes del entorno, con algunas preguntas, por ejemplo: ¿Cuál es la importancia del mantenimiento de todos y cada uno de los elementos del ecosistema?
6. Analiza qué sucede si eliminamos algunos de los elementos, como un árbol, el suelo, entre otros.
7. Observa y discute cómo afecta al resto de elementos si mueves, subes, bajas o tensas el hilo.
8. Termina la actividad en tu Cuaderno de Trabajo:
   a. Elabora una lista de los elementos que mencionaron en la actividad y clasifícalos en bióticos y abióticos.
   b. ¿Cómo se relacionan unos elementos con otros? Describe un ejemplo.
   c. ¿Hay alguna modificación en estas relaciones si se elimina o se modifica uno de los elementos con los que está relacionado? Representa un ejemplo.
   d. Explica cuál es la importancia de las interrelaciones de los elementos del entorno.

p. 62

Como te habrás dado cuenta, los seres vivos y el ambiente físico interactúan en una compleja red de relaciones. Si recuerdas, la ecología es el estudio de las interacciones entre los organismos (factores bióticos) y entre los organismos y su medio físico (factores abióticos), como el agua, la temperatura, el pH, el viento, nutrimentos químicos, entre otros.

Ahora has aprendido que estas interacciones son dinámicas y dan lugar a las diversas condiciones de los ecosistemas. Pero ¿qué es un ecosistema? Veamos lo siguiente.

Creatividad

La forma en la que los diferentes componentes bióticos se relacionan entre sí y con su entorno es muy diversa; por ejemplo, compiten por los recursos que les provee su medio natural, se ayudan mutuamente o se comen unos a otros. Para que lo comprendas mejor, desarrolla las siguientes actividades.

B. Nuestro ecosistema

Después de identificar los componentes bióticos y abióticos, observemos más en detalle las interacciones entre estos componentes en nuestro entorno haciendo un recorrido.

Material:

- Lupa

Procedimiento:

1. En el área indicada para la observación (el patio, la cancha o el mismo salón de clases), observa los diferentes seres vivos.
2. Describe el ecosistema que observas identificando los componentes bióticos y abióticos.
3. Observa cómo se relacionan entre ellos; por ejemplo, es posible que observes una telaraña con insectos en ella, una abeja sobre una flor, un gusano sobre una planta, entre otras.
4. Registra tus observaciones describiendo dónde los encuentras y con quién se relacionan, además de las ventajas y desventajas, si las hay o no, para cada uno de los individuos. Puedes guiarte por los siguientes ejemplos:

p. 63

El ecosistema es el conjunto de especies de un área determinada que interactúan entre ellas y con su ambiente abiótico.



Al observar las interacciones entre los organismos puedes notar que estas se dan entre individuos de una misma especie o de diferentes especies. Estas interacciones, además de otros factores, determinan el desarrollo, distribución y tamaño de estos individuos.



Así se hace...

Organismos		Descripción
Perro	Garrapata	**Perro con garrapatas en el cuerpo.** El perro se ve afectado porque las garrapatas se alimentan de la sangre, lo que le ocasiona enfermedades en la piel. La garrapata se beneficia porque se alimenta del perro.
Flor	Abeja	**Abeja sobre una flor.** La abeja se alimenta del polen de la flor, lo que beneficia también a la planta, pues le ayuda en su proceso de polinización.

C. Competencia por sobrevivir

Todos los organismos de alguna manera competimos para obtener los recursos necesarios que nos permiten desarrollarnos, vivir saludables, reproducirnos; es decir, para realzar nuestras funciones vitales. Esto significa que las interacciones se dan entre los organismos y también con los componentes abióticos de los ecosistemas.

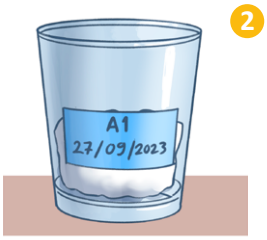


Materiales:

- 6 vasos transparentes
- Dos tipos de semillas de rápida germinación (tomate, frijol, maicillo, maíz)
- Sustrato: algodón, papel higiénico o papel toalla
- Aspersor de agua manual

Procedimiento:

1. Coloca en cada vaso algodón o papel higiénico húmedo hasta cubrir el fondo del vaso.
2. Etiqueta cada vaso colocando una letra y la fecha de siembra.
3. Coloca las semillas en cada vaso, según la siguiente distribución:



Experimento A		
A1	A2	A3
4 semillas de maíz	6 semillas de maíz	8 semillas de maíz

Experimento B		
B1	B2	B3
2 semillas de maíz	3 semillas de maíz	4 semillas de maíz
2 semillas de frijol	3 semillas de frijol	4 semillas de frijol



4. Cubre las semillas con una capa delgada de algodón o del sustrato que estés utilizando.
5. Riega diariamente para mantener húmedo el sustrato.
6. Llena la ficha de observación experimental elaborando esquemas y describiendo tus observaciones, como en el siguiente ejemplo.

p. 64

Ficha de observación experimental					
Fecha de siembra: 27/09/2023					
Día		28/09/2023			
A	1				



7. Después de una semana y con los datos de la ficha de observación experimental, responde:
   a. ¿Hubo alguna diferencia en el crecimiento de las plantas de maíz en los experimentos? Explica lo que observaste.
   b. ¿Cómo llamarías a la interacción representada en el experimento B? Explica.

p. 64

Todas las interacciones entre los organismos se pueden clasificar en dos grandes grupos: intraespecíficas e interespecíficas.

Interacciones intraespecíficas. Ocurren entre organismos de una misma especie, y pueden ser beneficiosas o perjudiciales para alguno de los individuos involucrados. Algunas son temporales y otras, permanentes. Entre estas interacciones están la competencia intraespecífica y la cooperación.

La **competencia intraespecífica** se manifiesta como un comportamiento social, ya que los individuos que intervienen pertenecen a la misma especie, por lo tanto, se toleran unos a otros, lo que limita el número de organismos que viven en un determinado lugar y compiten por los mismos recursos. Existen dos tipos de competencia: territorialidad y jerarquía por dominancia.

La **cooperación** es una modalidad de las relaciones intraespecíficas que incluye la colonia, la sociedad y las asociaciones gregarias y familiares; se caracteriza por la ayuda mutua entre los organismos de la misma especie que forman la población.

Competencia intraespecífica



En un gallinero puedes observar que generalmente solo hay un gallo. Si hay más, estos compiten entre sí y el dominante garantiza su reproducción.

Cooperación



Habrás notado que cuando las hormigas encuentran una porción grande de comida, una hoja, por ejemplo, la transportan hasta su nido entre varias.

Interacciones interespecíficas. Son las que se presentan entre organismos de diferentes especies. Estas relaciones pueden ser positivas (+) cuando los organismos involucrados se benefician, o pueden ser negativas (-) cuando generan efectos adversos o dañinos a los organismos involucrados. Por otro lado, algunas interacciones pueden no representar beneficio ni daño, estas son las neutras (0).

Las principales relaciones interespecíficas son la competencia interespecífica, la depredación, el comensalismo y la simbiosis, que contempla a su vez las relaciones parasitarias y mutualistas.



La **competencia interespecífica** se da cuando individuos de diferentes especies utilizan un mismo recurso que se encuentra en cantidad limitada, como el territorio, el agua, el alimento o la luz. Un ejemplo es la competencia entre los cultivos de maíz y diferentes plantas que compiten por recursos como el agua y los minerales, además del espacio.

La **depredación** se presenta tanto en animales como en plantas, y es una interacción en la que una especie llamada depredador ingiere a otra, a la que se denomina presa. Solo se beneficia el que ataca, captura y mata a la presa, que es un organismo al que el depredador devora total o parcialmente (+ /-). Es frecuente que el tamaño del depredador sea mayor que el de la presa; cuando la presa es más grande, los depredadores cazan en grupo. A lo largo del tiempo, los depredadores han desarrollado capacidades para superar a la presa; así mismo, las presas han mejorado sus estrategias para sobrevivir y no ser comidas por los depredadores.



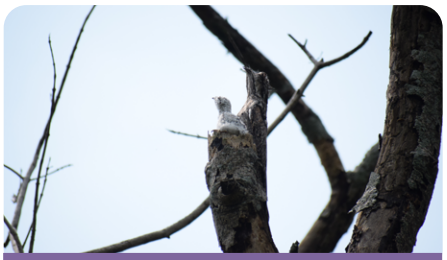
Chichicaste

Algunos organismos desarrollan estrategias químicas, como la capacidad de producir sustancias que pueden ser tóxicas (hongos y hormigas), venenosas (víboras y alacranes), irritantes (plantas urticarias como el chichicaste y las medusas), corrosivas (escarabajo bombardero) o mal olientes (zorrillo y flor cadáver).



Armadillo

Entre las estructuras mecánicas de defensa que desarrollan algunos organismos están las espinas (cactus y rosas), las púas (puerco espín y erizo de mar), el caparazón (armadillos y tortugas), las garras (leones y osos), los dientes (jaguares y tiburones), las conchas (caracoles y almejas), etc.



Pájaro estaca

Hay especies que biológicamente tienen características que favorecen su supervivencia, como el desarrollo de la vista (águilas y cazadores nocturnos), el oído (ciervos, murciélagos y lobos), el olfato (osos y tiburones), la velocidad (venados y guepardos), el camuflaje (insectos, peces, aves como el pájaro estaca), etc.

La **simbiosis** es la asociación estrecha entre organismos de diferentes especies a largo plazo. Se conocen como **simbiontes** a los miembros de la relación, que pueden salir beneficiados (+), perjudicados (-) o no ser afectados (0). Existen tres tipos principales de relaciones simbióticas: el **mutualismo**, el **comensalismo** y el **parasitismo**.

MUTUALISMO

El mutualismo ocurre cuando dos especies se benefician recíprocamente (+/+), y con frecuencia favorece la obtención de alimento y evitar depredadores.

Comensalismo



Consiste en una relación en la que una especie es beneficiada (comensal) y la otra (hospedero) no es dañada ni beneficiada (+/0). Por ejemplo, las orquídeas y las epífitas, que viven fijas a la corteza de los árboles sin que el árbol se vea afectado.

Parasitismo



Es la relación entre dos especies en la que una (parásito) sale beneficiada y la otra (huésped) es dañada (+/-). El parásito solo daña y debilita al huésped, no le causa la muerte directamente. Por ejemplo, las garrapatas en los perros.

Comunicación

En las actividades desarrolladas observaste cómo se relacionan los diferentes organismos, tanto de la misma especie o como de especies diferentes, y con los factores abióticos del ecosistema en el que se desarrollan. Según las especies en la interacción obtengan beneficios o no, se clasifican de la siguiente manera.

D. Clasificando interacciones ecológicas

Elabora unas tarjetas con las diferentes relaciones ecológicas observadas para agruparlas posteriormente.

Materiales:

- Hojas de cartulina tamaño carta
- Plumones
- Tirro ancho
- Tijera
- Fotografías de las diferentes interacciones observadas

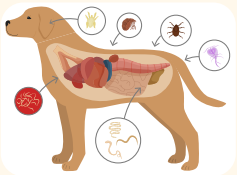
Procedimiento:

1. Corta un cuarto de la página de cartulina, es decir, tarjetas de 14 cm × 10.5 cm.
2. En una cara de la tarjeta, pega una fotografía o dibuja una de las interacciones observadas. Repite el procedimiento con las demás tarjetas, según el número de interacciones que vas a registrar.
3. En la otra cara de la tarjeta, describe la fotografía o el dibujo e identifica el tipo de interacción. Especifica los beneficios de cada organismo involucrado, si fuera el caso, o declara su inexistencia si no hubiera ningún beneficio.
4. En plenaria, coloca las tarjetas en la pizarra y explica al menos una de las interacciones observadas.
5. Completa la tabla en tu Cuaderno de Trabajo con la información de las interacciones interespecíficas observadas y las compartidas por el grupo.

p. 65

Fíjate que...

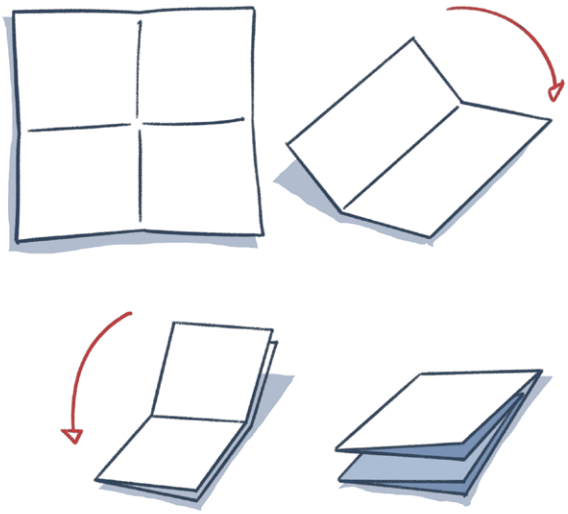
El parásito pretende dañar y debilitar al huésped, pero no causar la muerte directamente, ya que de él obtiene alimento, lugar para vivir y reproducirse, por lo que si el huésped muere se verá seriamente afectado.



Unidad 4

Así se hace...

Sigue el proceso para la elaboración de las tarjetas.





Ecología de poblaciones

Indagación

Al observar el entorno te has dado cuenta de que existe una gran variedad de organismos que viven en espacios muy diversos y tienen algunas características que los hacen únicos. ¿Te has preguntado cómo contarlos o de qué manera saber cuántos existen? Desarrolla la siguiente actividad.

A. Agrupando organismos

Observa la imagen e identifica cuántos tipos de organismos hay.



Responde:

a. ¿Qué animales son?
b. ¿Cuántos tipos hay?
c. ¿Qué características observaste para identificarlos?
d. Observa tu entorno y trata de agrupar los organismos por sus características.

p. 66

Imagina que nunca se hubiera clasificado a todos los seres vivos de la Tierra. Sería muy difícil explicar cuántos existen y dónde se encuentran. Por esta razón se ha tratado de ordenar o clasificar a las especies para entender mejor dónde viven y cómo se relacionan unas con otras.

Esta clasificación también se utiliza para conocer la estructura de la organización ecológica de los individuos, donde la especie es la unidad básica de organización y la población es la estructura superior en la que se agrupan las especies. Haz un experimento para comprender mejor el concepto de población.

Ojo al dato...

Para diferenciar una especie de otra, los biólogos han empleado los nombres científicos. Desde 1753, el científico sueco Carlos Linneo formalizó un sistema binomial que se caracteriza por tener dos nombres. Por ejemplo, el nombre científico del ser humano es *Homo sapiens*.



POBLACIÓN

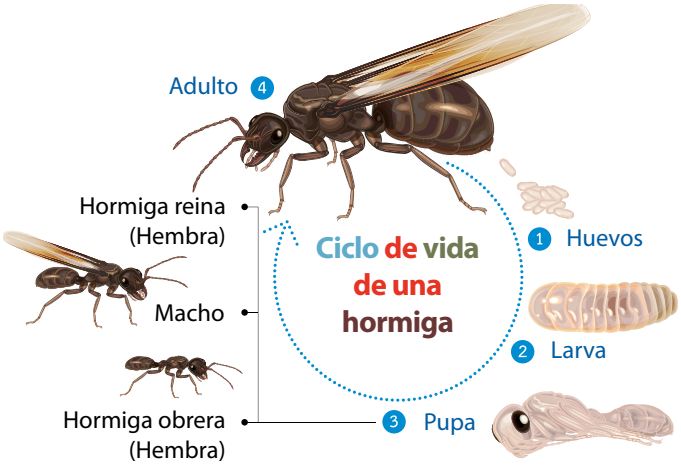
Una población es el conjunto de individuos de una misma especie.

Creatividad

En la mayoría de los casos, los individuos de una especie no se encuentran solos, sino que hay organismos de su misma especie con los cuales se relacionan de diferentes maneras. Trata de observar los organismos vivos de tu entorno.

B. La vida en una colonia

Uno de los seres vivos que seguramente encontrarás son las hormigas, y quizás te hayas dado cuenta de que siempre andan en grupos, pues son muy organizadas, lo que las convierte en uno de los grupos de insectos más exitosos e interesantes por su habilidad para formar colonias avanzadas.



Las hormigas se desarrollan mediante metamorfosis completa, pasando por las fases de huevo, larva, pupa y finalmente adulto. Construye un hormiguero para conocer más de esta población de insectos.

Materiales:

- 2 frascos de vidrio con tapadera, uno grande y otro pequeño que quepa en el otro
- 1 frasco de vidrio para recolectar las hormigas
- Lupa
- Tierra
- Arena
- Agua
- Tela negra o de un color oscuro
- Miel o azúcar

Ojo al dato...

Una **población** es un conjunto de organismos con características similares y con capacidad de reproducirse entre sí y de tener descendencia fértil.

Procedimiento:

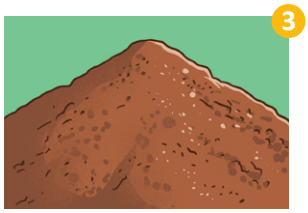
Parte I. Preparación de materiales

1. Busca los frascos adecuados, que deben estar limpios y sin marcas de letras o pegatinas para ver el interior sin dificultad. El frasco pequeño sirve para ocupar el espacio del medio, para que la colonia de hormigas construya sus túneles y deposite sus huevos cerca del borde exterior, poniendo estos procesos a plena vista.



2. Prepara el sustrato con una mezcla de 2 partes tierra y 1 de arena. Es necesario que esté suelto y que permanezca húmedo para que las hormigas puedan excavar y construir túneles. Si experimentas con hormigas de tu jardín o de una zona cercana, lo mejor es usar la tierra en la que viven en su ambiente natural. Con una pala, saca suficiente tierra para llenar el espacio extra entre los dos frascos. La mezcla debe estar ligeramente húmeda. Si está muy seca, las hormigas se secarán; si está muy húmeda, se ahogarán.





3. Identifica un hormiguero en espacios como el parque, el jardín, las zonas verdes, entre otros. Los reconocerás porque las hormigas generalmente forman sus nidos en la tierra, haciendo pequeños montículos en forma de volcán. Si no ubicas el nido, busca algunas hormigas y síguelas, ellas te guiarán hasta él. Observa el hormiguero para que te asegures de que no sean hormigas que muerdan o piquen.



4. Con una cuchara, introduce unas 20 o 25 hormigas en el frasco para recolectar las hormigas. Es importante que incluyas una hormiga reina, pues es posible que sin la reina las hormigas no se reproduzcan y probablemente mueran en tres o cuatro semanas, que es su ciclo natural de vida.

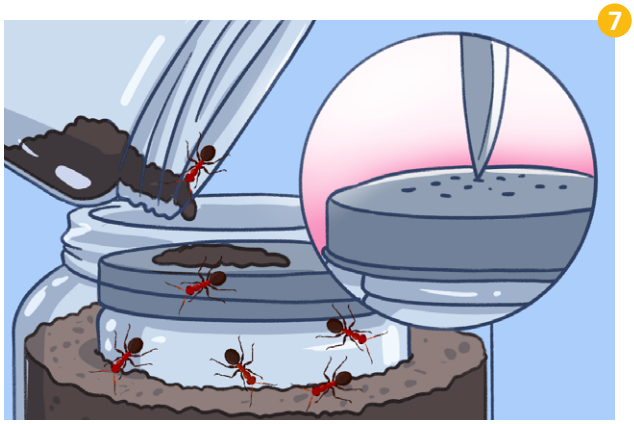


Parte II. Creación de la colonia

5. Cierra el frasco más pequeño con la tapa y colócalo dentro del más grande. Previamente debes haber aplicado pegamento en la parte inferior para mantenerlo en el centro del frasco más grande. Asegúrate de ajustar la tapa con fuerza para que las hormigas caigan accidentalmente dentro del frasco.



6. Llena el espacio extra entre los dos frascos con la mezcla de tierra y asegúrate de que esté suelta para que las hormigas puedan moverse con facilidad. En la parte superior del frasco, deja un espacio libre de al menos 3 cm; este espacio vacío servirá para que las hormigas no escalen y escapen del frasco cuando retires la tapa.



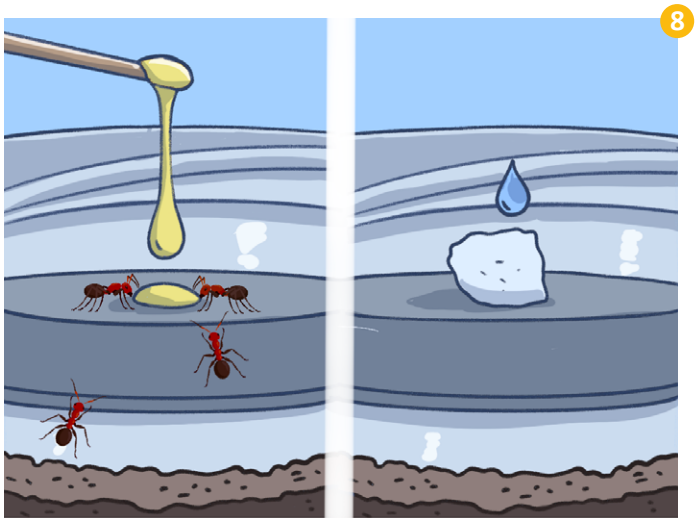
7. Con un punzón o un cuchillo afilado, haz pequeños agujeros en la tapa del frasco grande para permitir que las hormigas reciban oxígeno. Introduce con cuidado las hormigas en el frasco y ciérralo.

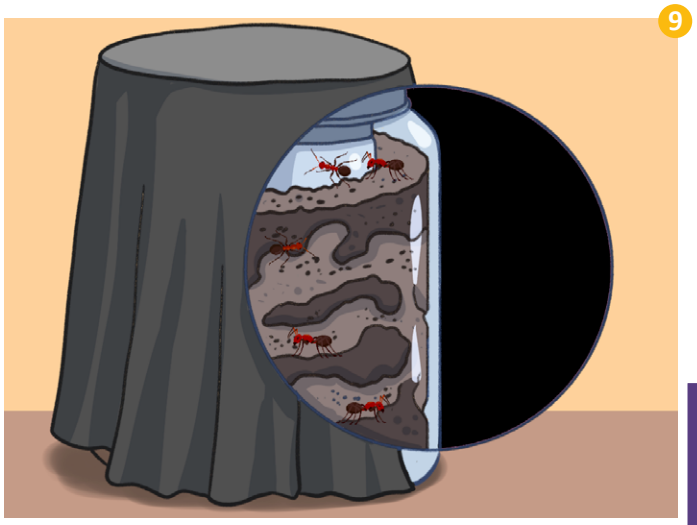
   Asegúrate de que los agujeros no sean demasiado grandes porque las hormigas podrían escapar y construir su nido en otro lugar.

Parte III. Cuidado de la colonia

8. Para alimentar a tus hormigas, coloca unas gotas de miel o trozos de fruta cada dos días. Si ves que la tierra se seca, introduce un algodón empapado en agua para mantener la humedad.

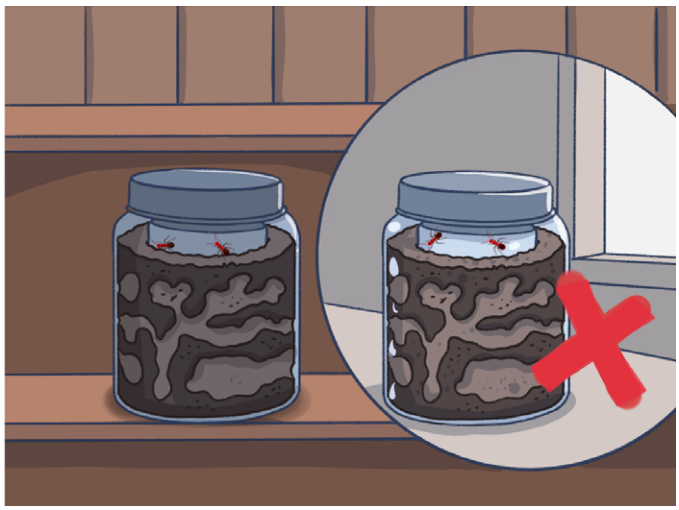
9. Cubre el hormiguero con la tela negra y asegúrate de no dejarlo expuesto a la luz. Las hormigas viven en la oscuridad, ya que trabajan y construyen sus túneles cuando no hay luz.





10. Manipula el hormiguero con cuidado. Las hormigas son frágiles, por lo que sacudir el frasco o manipularlo con fuerza puede dañarlas si sus túneles colapsan. Además, recuerda guardarlo en lugar que mantenga una temperatura cálida constante. No lo coloques debajo de la luz solar directa o el vidrio podría calentarse.





Las colonias de hormigas son poblaciones estructuradas por castas, es decir, por grupos especializados que desarrollan funciones específicas. Por consiguiente, es importante conocer las diferentes etapas de desarrollo de sus individuos y de la colonia misma. El ciclo de vida de la colonia se da en tres fases: fundación, crecimiento y reproducción.

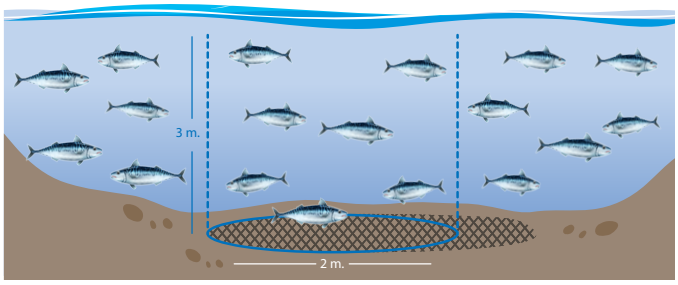
Observa diariamente haz anotaciones en el Cuaderno de Trabajo.

p. 67

La estructura y la dinámica de las poblaciones es el objeto de estudio de la ecología de poblaciones. Una población está conformada por individuos de una misma especie que habitan en un mismo lugar al mismo tiempo y son ecológicamente equivalentes, es decir, presentan el mismo ciclo de vida e intercambian información genética entre ellos. Las características y los procesos de cada individuo, como la edad, el estadio, el tamaño, el sexo y el comportamiento, determinan las de la población que integran. Para el estudio de una población se debe considerar cómo los individuos que la conforman interactúan entre ellos y con el ambiente. Conoce algunas de las características de las poblaciones.

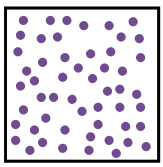
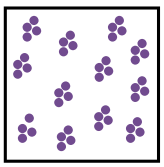
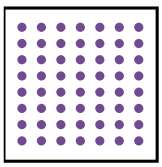
Densidad de población

Es el número de organismos de una especie por unidad de área o volumen; por ejemplo, el número de peces por metro cúbico de agua en un lago. Está regulada por factores como la alimentación y la competencia por el espacio, entre otros, ya que si la población aumenta ellos se reducen.



Distribución poblacional

Es la forma en que los individuos están dispersos dentro del área habitada. La descripción de la distribución espacial suministra información adicional; por ejemplo, dónde se encuentra la mejor fuente de sus suministros, sus patrones de conducta, los lugares de anidación, los suelos más fértiles, entre otros. En general, se distinguen tres tipos o patrones de distribución.

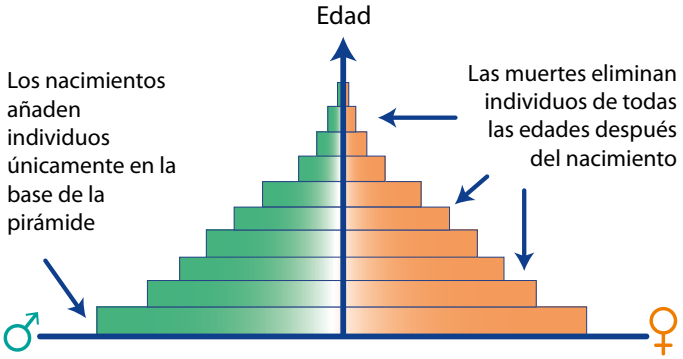
Azar	Agrupado	Regular
		
Forma irregular. La presencia de un individuo no afecta directamente la ubicación de otros.	Agrupados en agregados o manchones. La presencia de un organismo aumenta la probabilidad de encontrar a otro.	Espaciados de manera uniforme dentro del área. La presencia de un organismo disminuye la probabilidad de encontrar otro en su proximidad.

Crecimiento poblacional

Es el aumento en el número de individuos que forman una población. Toda población tiene un potencial máximo de crecimiento y una serie de factores que lo limitan; ambos conceptos se conocen como **potencial biótico** y **resistencia ambiental**. Las poblaciones presentan cambios constantes en el número de individuos, y los factores que intervienen en este proceso son la **natalidad**, que es el aumento del número de organismos de una población en un periodo determinado; la **mortalidad**, es decir, el número de individuos que mueren en una población en un periodo concreto, y la **migración**, que es el movimiento de los organismos de una región a otra. Si migran hacia el exterior de la población, recibe el nombre de emigración, y si es hacia dentro, es denominada inmigración.

Estructura de la población

En una población no todos los individuos son iguales; son diferentes en edad, peso, tamaño, sexo. Las proporciones numéricas entre individuos de distinto tipo dan una idea de algunas características dinámicas de la población; por ejemplo, una población con mayor número de organismos jóvenes tiene más probabilidad de expansión en el futuro, mayor capacidad de dispersión o más necesidad de recursos alimentarios.



Para conocer las características de una población es necesario observar las diferentes necesidades de la especie, tales como espacio, alimento, luz, parejas, refugio, agua, entre otras, que son determinantes en la supervivencia y la reproducción de los individuos.

C. Estadística de poblaciones

Para estudiar el comportamiento de las poblaciones y sus interacciones a través del tiempo, la estadística brinda las herramientas indispensables y efectivas para describir, analizar e interpretar los datos observados. Asimismo, partiendo del análisis estadístico se puede proyectar y estimar el crecimiento de las poblaciones.

Con los resultados del experimento anterior, efectúa algunas mediciones y estimaciones, tomando en cuenta que es una población simulada.

1. **Tamaño de la población**. Es el número total de individuos, en este caso sería el número inicial de hormigas que colocaste en el hormiguero.

$$N = \text{Número total de individuos}$$

2. **Densidad poblacional**. Es el número de individuos por área o volumen del hábitat. Para calcular la densidad poblacional de las hormigas del experimento debes tomar en cuenta el tamaño del hormiguero.

$$D = \frac{N}{\text{Área o volumen}}$$

4.1 p. 68

Fíjate que...

El tamaño y la densidad son importantes para describir el estado actual de la población y para hacer predicciones de cómo cambiará en el futuro.

3. Los principales factores en las fluctuaciones de una población son los nacimientos (natalidad) y las muertes (mortalidad), factores que dan información de los cambios que suceden en una población y determinan su crecimiento o su declive. Una de las formas de registrar estas variaciones es una tabla de vida, que agrupa el número de individuos nacidos y muertos en las diferentes categorías de edad o de tamaño o por estadio. Por ejemplo, una mariposa pasa por los estadios de huevo, cinco fases larvales, una de crisálida y la de adulto. Una tabla de vida para esta mariposa es un recuento de la cantidad de huevecillos que sobreviven de la puesta original; después se contabiliza por cada estadio la cantidad de larvas, de crisálidas y de adultos, hasta la muerte del último. Además, se incluye la información de los huevecillos depositados por los adultos. En el caso del ser humano, las tablas de vida se dividen en grupos de edades, generalmente en periodos de cinco años. Observa el ejemplo de la tabla 1 y elabora la tabla de vida en el Cuaderno de Trabajo.

Tabla 1. Ejemplo de una tabla de vida.

Años	i(x)	d(x)	q(x)
0-1	1 000	750	75
2-3	250	210	84
4-5	40	30	75

x = número de individuos al inicio de la edad específica.
i = número de individuos sobrevivientes en ese rango de edad.
d = número de individuos muertos de la cohorte original, durante el intervalo de edad.
q = tasa de mortalidad, es decir, la cantidad de individuos que mueren en un año por cada 100, $q=(d/i)x100$

4. Curvas de supervivencia. Después de elaborar una tabla de vida es necesario hacer la representación gráfica de la evolución de una población según los cambios en número de individuos durante un período determinado o hasta la muerte del último individuo de esa cohorte (grupo de individuos de una población que han nacido en un período definido).

Ten en cuenta que el hormiguero construido es una simulación de una población de hormigas y que el punto de partida será la cantidad de hormigas introducidas inicialmente.

Comunidades biológicas

Los organismos están agrupados en diferentes niveles ecológicos, cada uno con características y propiedades que lo definen. Por ejemplo, en la semana anterior conocimos las agrupaciones de individuos de una especie, es decir, las poblaciones; ahora aprenderemos sobre siguiente nivel ecológico.

A. Conjunto de poblaciones

Al observar las diferentes poblaciones de organismos te das cuenta de que también hay otras poblaciones en un mismo espacio que interactúan entre sí, con otros organismos y con los factores abióticos de una zona en particular.

1. Observa las imágenes, en las que hay poblaciones de diferentes especies de árboles en cada uno de los grupos.

A



B



2. Responde:
   a. ¿Cuántas especies hay?
   b. ¿Cuántas poblaciones identificas?
   c. Calcula el porcentaje de cada una de las poblaciones.
   d. ¿Cuál población se encuentra en mayor cantidad?

p. 69

En la actividad anterior fue fácil contar la cantidad de especies de una población y el número de individuos de cada una, es decir, a los organismos que integran una comunidad. Pero en un bosque, ¿cómo hacer para conocer la cantidad de especies y el número de individuos de una comunidad? Lee la sección *Así se hace...*

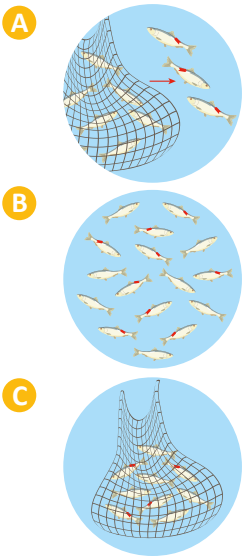
Técnicas de muestreo

El estudio de una comunidad es complejo, ya que los datos pueden ser muchos y, por tanto, se buscan esquemas de la estratificación de la comunidad, es decir, de la disposición de las especies tanto de forma horizontal como vertical. Las capas vegetales permiten el establecimiento y desarrollo de las comunidades animales en los ecosistemas terrestres; por ejemplo, aves y murciélagos se establecen en las capas superiores de los bosques; mamíferos y reptiles, en las capas intermedias, y artrópodos, insectos y microorganismos, en la hojarasca y las raíces. En un área grande, como un bosque, sería muy difícil observar a cada uno de los miembros de la comunidad, por lo que se toman **muestras** de ella y se hacen estimaciones aproximadas. Para este fin conoceremos dos métodos: la captura y recaptura y el de cuadrantes.

El método de captura y recaptura es utilizado generalmente para organismos que se mueven, y consiste en capturar una muestra de animales y marcarlos con etiquetas, bandas, pintura u otras marcas corporales (A); luego se liberan en su entorno para que se mezclen con el resto de la población (B) y después se hace otro muestreo, que incluirá algunos de los individuos marcados (recapturas) y otros sin marcar (C). Mediante el cálculo de la relación entre individuos marcados y sin marcar se puede estimar cuántos individuos de cada población hay en una comunidad utilizando la siguiente ecuación:

$$N = \frac{nM}{x} \qquad 4.2$$

Donde: N= Población total
n=Total de individuos segunda captura
M= Número de marcados primera captura
x=Número de marcados segunda captura



El método de cuadrantes es más utilizado en el caso de organismos inmóviles, como plantas y animales muy pequeños y lentos. Consiste en marcar un área cuadrada dentro del hábitat mediante palos, cuerdas o un marco de madera, de plástico o de metal colocado en el suelo (A y B) y contar el número de individuos de cada especie que hay dentro del área delimitada (C). Al final, los datos se pueden usar para calcular la densidad y el tamaño de cada población de la comunidad, además de la diversidad y riqueza de la comunidad.

La densidad se calcularía como:

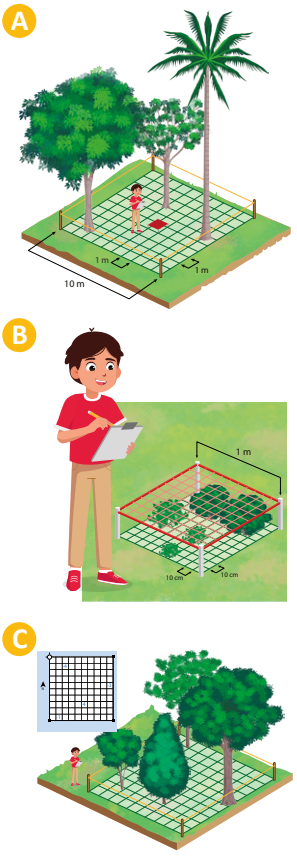
$$N = \frac{\Sigma n/p}{A} \qquad 4.3$$

Donde: D = Densidad poblacional
Σn = Sumatoria del número de individuos por parcela
p = Número de cuadrantes
A = Área de las parcelas

El tamaño de la población total se calcularía como:

$$N = D \times A$$

Donde: N = Población total
D = Densidad poblacional
A= Área total



El tamaño del cuadrante depende de la talla de los organismos a muestrear.

Tamaño	Área	Organismos
10×10 cm	0.01 m^2	Muy pequeños, como líquenes en árboles y troncos, musgos o algas.
0.5×0.5 m	0.25 m^2	Pequeñas plantas: hierba, pequeños arbustos. Animales sésiles o de lento movimiento.
1.0×1.0 m	1 m^2	Plantas de talla media: grandes arbustos.
5.0×5.0 m	25 m^2	Árboles maduros.

Creatividad

A los grupos de poblaciones de diferentes especies que interactúan en un mismo espacio y tiempo se les conoce como comunidades; estas tienen características únicas en su estructura y funcionamiento. Las comunidades tienen una estructura y función de acuerdo con las interacciones de los diferentes tipos de organismos que la conforman y dan las bases para la regulación ecológica; es decir, los organismos no viven de manera desordenada en el planeta.

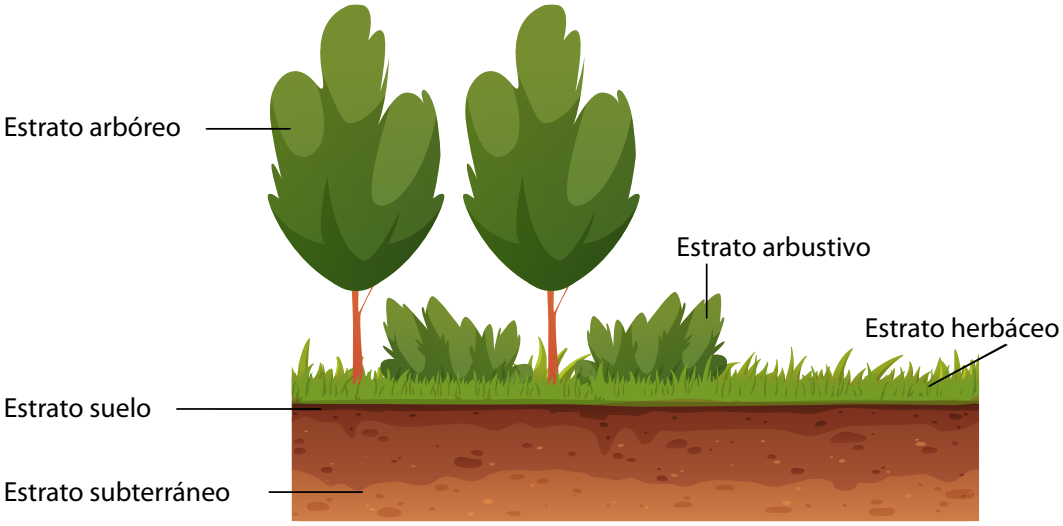
Las comunidades tienen una diversidad de especies, que depende de muchos factores, como el clima, la topografía, los recursos disponibles, la capacidad de adaptación, entro otros. Algunas de las cualidades emergentes propias de las comunidades biológicas son:

Riqueza de especies	Número de especies en una comunidad.	**Estructura trófica**	Conjunto de las relaciones alimenticias entre las diferentes especies.
Dominancia	Especie sobresaliente considerada clave de ese ecosistema.	**Interacciones**	Relaciones que se dan entre los organismos de una comunidad.
Especies clave	Son aquellas que aunque se encuentren en pequeñas cantidades son esenciales para el funcionamiento de los ecosistemas.	**Abundancia**	Número de individuos de cualquier especie presentes en una comunidad.
Diversidad	Variedad de especies presentes en una comunidad. Es una medida del número de estas en una comunidad (riqueza de especies) y de la importancia relativa de cada una, con base en su abundancia, productividad o tamaño (uniformidad de especies).	**Estratificación**	Corresponde a las disposiciones de las especies tanto de forma horizontal como vertical. Las capas vegetales permiten el establecimiento y desarrollo de las comunidades animales en los ecosistemas terrestres.



COMUNIDAD

La comunidad es un conjunto de poblaciones que habitan un espacio determinado.



B. Abundancia y riqueza de una comunidad vegetal

Las comunidades pueden ser tan pequeñas como todos los organismos que viven en el tronco de un árbol en descomposición o tan grande como todos los organismos que habitan en un bosque. La distribución y abundancia de las especies dependen en gran medida de los factores abióticos del lugar, por lo cual las diversas especies presentan adaptaciones a diferentes condiciones microclimáticas; es así como podemos encontrar especies con capacidades fisiológicas que les permiten sobrevivir en ambientes secos, en ambientes muy húmedos o incluso en el agua. Desarrolla una actividad para conocer la comunidad vegetal de tu entorno.

Materiales:

- Cinta métrica
- 4 estacas
- Hilo grueso o cordel
- Brújula



Procedimiento:

1. Elabora un croquis del área de la comunidad vegetal que estudiarás. Consulta con tu docente para decidir si se hace en el centro escolar, en un parque, en una zona verde o cerca de tu lugar de vivienda. Utiliza la brújula para ubicar los puntos cardinales.
p. 69
2. Define el estrato a muestrear: herbáceo o arbustivo.
3. Delimita el área en parcelas con el método de cuadrantes (ver la sección *Así se hace…* en la página 119); el tamaño dependerá del estrato elegido para muestrear.
4. Asigna una letra o un número a tu parcela (por ejemplo, Parcela A, Parcela B), tratando de que no se repita con la de otro compañero o compañera.
5. Registra todas las especies presentes asignándoles un número y colocando el nombre común y, si es posible, también el nombre científico; si no los conoces, identifica el organismo como especie 1, 2, entre otros. Ejemplo:
p. 70

N.°	Especies vegetales	Número de individuos
1	*Citrus limon*	5
2	Especie 1	2
3	Naranja	2
4	Especie 2	2

6. Con los datos recopilados en la comunidad, obtén los siguientes valores:
   a. Riqueza de especies
   b. Abundancia
   c. Abundancia relativa

Si te habrás dado cuenta, la abundancia y riqueza de especies de una comunidad varía dependiendo del éxito reproductivo, adaptación al entorno, ausencia o presencia de depredadores o perturbaciones humanas.

Fíjate que…

El tamaño de los cuadrantes depende de la densidad de las plantas a las que se medirá; si es necesario, hay que adecuar el tamaño para que no haya parcelas sin individuos.

Ojo al dato…

La abundancia relativa es el porcentaje de individuos de cada especie en relación al total que conforman una comunidad.

Comunicación

Cuando se lleva a cabo una caracterización de comunidades de grandes extensiones, el rango de distribución de la mayoría de las especies que las componen en diferentes lugares no es constante ni recurrente. Al comparar la composición florística de varios fragmentos, ubicados en varios lugares, se han encontrado coincidencias frecuentes en géneros, mas no tanto en especies y, en general, la composición es muy variable, aunque puede distinguirse un grado de similitud.

C. Similitud de comunidades

Con el fin de comparar la composición de especies al interior de la comunidad, en varias localidades se han propuesto índices numéricos que asignan un valor a la semejanza en composición; en este caso utilizaremos el coeficiente de Jaccard para comparar la composición de los cuadrantes. Se trabajará con los datos de composición de especies de la actividad anterior.

Material:

Hoja de datos de especies de dos cuadrantes.

Procedimiento:

1. Comparte los datos de tu cuadrante y solicita los datos de otra persona que haya realizado su muestreo del mismo estrato.
2. Elabora una tabla con los datos de similitud de cada par de comunidades (o cuadrantes).
3. Calcula el coeficiente de similitud de Jaccard y responde las interrogantes.

p. 71

Así se calcula...

Coeficiente de similitud de Jaccard

Con el fin de comparar la composición de especies al interior de una comunidad en varias localidades, se han propuesto índices numéricos que asignan un valor a la semejanza en composición, como el coeficiente de Jaccard, que se obtiene con la siguiente ecuación:

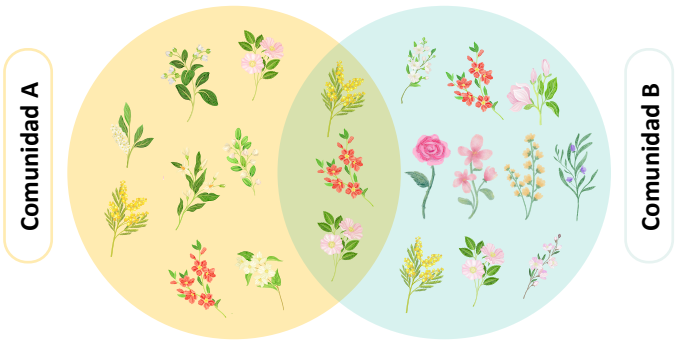
$$CJ = \frac{c}{a + b - c} \qquad 4.4$$

Donde:

c = número de especies en común entre las comunidades (o cuadrantes) A y B
a = cantidad de especies en la comunidad (o cuadrante) A
b = cantidad de especies en la comunidad (o cuadrante) B

El rango de este índice va desde cero (0), cuando no hay especies compartidas, hasta uno (1), cuando los dos sitios comparten las mismas especies. Este índice mide diferencias en cuanto a la presencia o la ausencia de especies.

Por ejemplo:



Donde: $c = 3$, $a = 8$ y $b = 10$
Entonces el coeficiente de Jaccard es:

$$CJ = \frac{3}{8 + 10 - 3} = 3/15 = 0.2$$

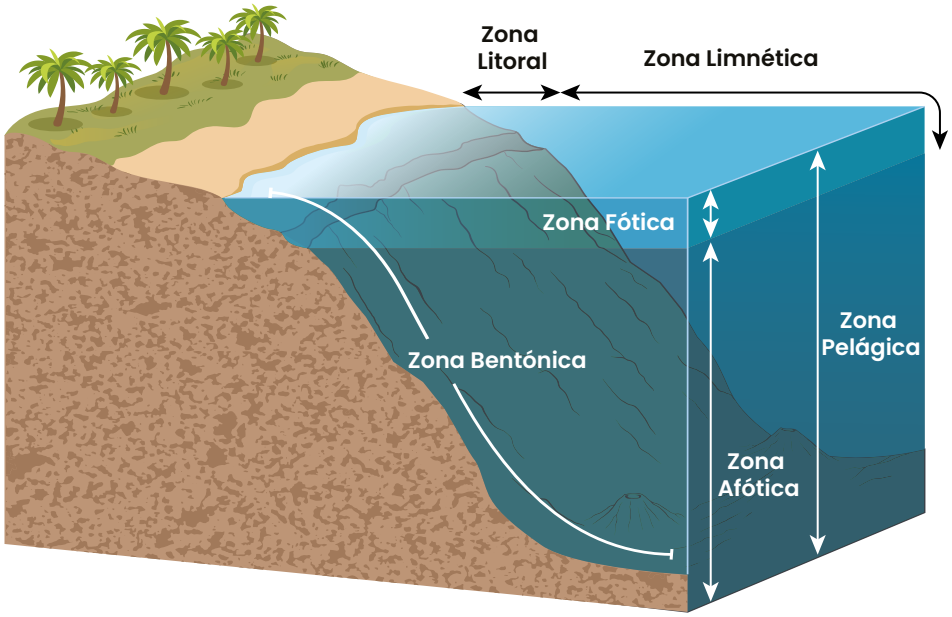
Comunidades terrestres y acuáticas

Conocer las comunidades que ocupan los diversos ecosistemas es necesario para alcanzar un desarrollo sostenible, ya que brinda información de la capacidad de los recursos naturales de un territorio y promueve la conservación de especies de importancia ecológica, médica, económica y científica.

Las **comunidades acuáticas** son aquellas que se desarrollan en los cuerpos de agua: mares, océanos, estuarios, pantanos, ríos y lagos, entre otros.

Los océanos regulan la temperatura global y crean las corrientes oceánicas y atmosféricas; sus organismos fotosintéticos producen la mayor parte del oxígeno en la Tierra y absorben una gran cantidad de dióxido de carbono, que se expulsa a la atmósfera.

Además de los océanos, existen los sistemas de aguas continentales, que tienen una relación directa con los suelos y componentes abióticos que rodean al cuerpo de agua dulce, por lo que están expuestos a las condiciones físico-químicas locales y se ven afectados por estas. Las aguas continentales están física y químicamente estratificadas en forma vertical y horizontal, como se observa en el siguiente modelo de zonificación de un lago.



Ojo al dato...

Las comunidades terrestres están presentes en tierra seca, continentes e islas. Hay diversos tipos, de acuerdo con la zona terrestre que pueblan, que va desde la costa hasta las zonas montañosas y la atmósfera.

Los ecosistemas de agua dulce ocupan una porción relativamente pequeña en la superficie terrestre, sin embargo tienen una importante participación en el ciclo hidrológico: ayudan a recircular la precipitación, que fluye como drenaje superficial hacia el océano.

Los cuerpos de agua continental (lago) poseen varias zonas en común con las aguas oceánicas; en la zona fótica es donde se encuentra la mayor variedad de especies acuáticas.

Para las **comunidades terrestres**, el suelo es el componente abiótico constante. A diferencia de los océanos, son fragmentados en continentes e islas, rodeados por los mismos océanos, que son una barrera inaccesible para gran cantidad de animales y plantas.

Hemos estudiado como los organismos de la misma especie forman poblaciones y como el conjunto de poblaciones constituyen comunidades. También aprendimos que las comunidades individuales y su ambiente abiótico constituyen ecosistemas.

Ecosistemas

Indagación

Los ecosistemas nos brindan muchos beneficios; algunos son fáciles de identificar a simple vista, como los paisajes bonitos para recrearnos o las plantas comestibles. Otros beneficios no se observan a simple vista, pero son sumamente valiosos, como la fijación del carbono o la regulación del clima. En esta semana exploraremos las funciones principales de los ecosistemas y cómo estas contribuyen a nuestro bienestar y el de la sociedad en general.

Fíjate que...

El proceso más importante de fijación de carbono se lleva a cabo en la fotosíntesis, donde se da la conversión del dióxido de carbono a compuestos orgánicos y es realizado por las plantas, las algas y las cianobacterias.



A. Estructura y funciones de los ecosistemas

Cuando pensamos en las funciones de los ecosistemas, usualmente imaginamos las grandes extensiones de bosques donde se produce mucho oxígeno. Sin embargo, el patio o zona verde de nuestra escuela también puede albergar un ecosistema que desempeña funciones importantes. ¡Vamos a descubrirlo!

Materiales:

- Lápiz
- Pizarra

Procedimiento:

1. Forma equipos y recorre la zona verde o el patio de tu centro educativo con la guía de tu docente.
2. En tu grupo, identifiquen tres seres vivos y la función que desempeñan en el ecosistema de la zona verde de tu centro educativo.
3. Ahora, con base en las funciones de los organismos identificados, analicen en un sentido más amplio cuáles son las funciones del ecosistema de la zona verde de tu centro educativo. Discútanlo en grupo y anótenlo en su Cuaderno de Trabajo. p. 72
4. Al retornar al aula, cada grupo escribirá en la pizarra los seres vivos identificados y su función, y a la par las funciones del ecosistema de la zona verde.
5. Ahora, con base a las funciones que identificaron para los seres vivos, clasifíquenlos en una de las siguientes categorías:
   - Productor primario: también llamados «autótrofos», capturan la energía solar por medio de la fotosíntesis.
   - Consumidor primario: también llamados «herbívoros», se alimentan de los productores primarios.
   - Consumidor secundario: también llamados «carnívoros», se alimentan de los consumidores primarios.
   - Descomponedor: se alimentan por medio de la descomposición de los restos (como cadáveres o partes del cuerpo) de los demás integrantes del ecosistema.
6. Responde en tu Cuaderno de Trabajo:
   a. Elije una de las funciones del ecosistema de la zona verde y explica con tus palabas en qué consiste.
   b. ¿Consideras que las funciones del ecosistema de la zona verde trae algún beneficio para tu centro educativo? Explica tu respuesta.

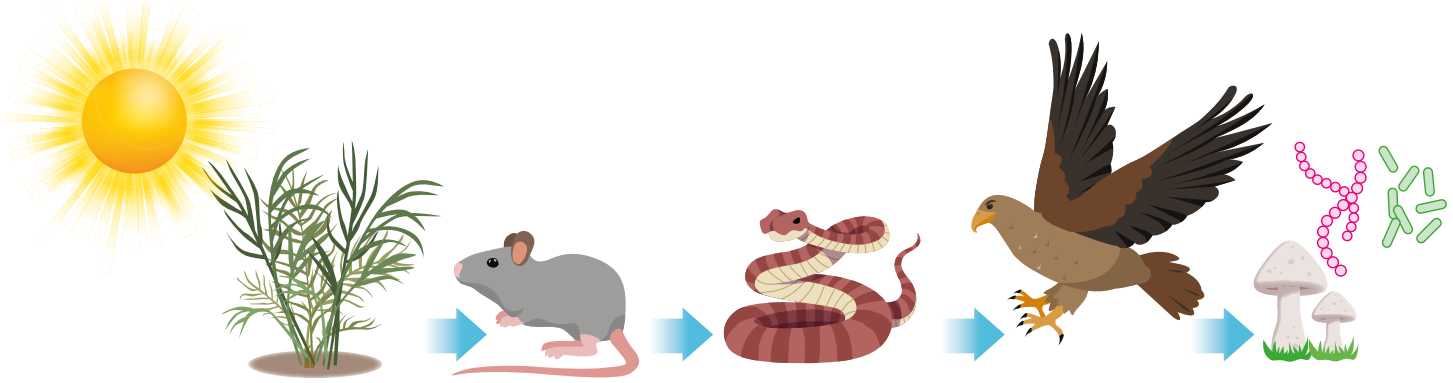
Con la actividad anterior pudimos observar que todos los seres vivos cumplen funciones específicas y que la falta de uno de ellos puede alterar un ecosistema completo. Por ejemplo, si no hay plantas un animal herbívoro no podrá alimentarse y por consiguiente tampoco un animal carnívoro.

Independientemente de su tamaño, la dinámica de los ecosistemas envuelve dos procesos fundamentales: el flujo de energía y los ciclos de la materia. Tanto la energía como la materia se transforman en los ecosistemas mediante la fotosíntesis y las relaciones de alimentación.

El flujo de la energía en los ecosistemas ocurre por medio de las **cadenas alimentarias**. La energía, principalmente proveniente del Sol, entra a los ecosistemas por medio de los **productos primarios**, los cuales capturan la energía solar por medio de la fotosíntesis. Dentro de los productores primarios se encuentran las plantas, las algas y las cianobacterias.

Los organismos que se alimentan de los productos primarios reciben el nombre de **consumidores**; esto incluye animales herbívoros, como los roedores en los ecosistemas terrestres o como el zooplancton en los ecosistemas acuáticos. Los consumidores se clasifican como primarios cuando se alimentan directamente de los productores o como secundarios cuando se alimentan de los consumidores primarios.

Los **descomponedores** o saprótrofos son organismos microscópicos de los ecosistemas que se encargan de descomponer las moléculas de los restos de todos los organismos de la cadena alimentaria; de esta forma se abastecen de energía y nutrientes. Los descomponedores son principalmente hongos y bacterias.



Primer nivel trófico: productores

Segundo nivel trófico: consumidores primarios

Tercer nivel trófico: consumidores secundarios

Cuarto nivel trófico: consumidores terciarios

Descomponedores (saprótrofos)

Los ciclos de la materia se refieren al movimiento que tiene la materia desde un organismo a otro, y desde los organismos al ambiente abiótico y viceversa. Este movimiento es cíclico e implica interacciones biológicas, geológicas y químicas, por lo que reciben el nombre de **ciclos biogeoquímicos**.

En estos ciclos, los elementos químicos, como el carbono y el nitrógeno, circulan entre componentes bióticos y abióticos del ecosistema. Los organismos que hacen fotosíntesis asimilan estos elementos químicos a partir del suelo, el aire y el agua y los incorporan a sus propios cuerpos. Luego estos elementos son devueltos al ambiente por medio de los procesos metabólicos internos de plantas y animales, y por medio de la función de los organismos descomponedores.

En el siguiente video puedes conocer un poco más sobre los ciclos biogeoquímicos: https://qrs.ly/78frtcg

Creatividad

Las funciones de los ecosistemas, o funciones ecosistémicas, proveen de beneficios a los seres humanos. Por ejemplo, la función de la fotosíntesis nos provee de oxígeno. Otros beneficios de los ecosistemas son más tangibles, como las frutas y las verduras que nos dan las plantas. Veamos ahora cómo nos beneficiamos de las funciones del ecosistema que nos rodea.

Ojo al dato...

Las funciones ecosistémicas son procesos biológicos, geoquímicos y físicos que tienen lugar en un ecosistema y producen un servicio para el ser humano.

La etnobotánica estudia los usos que tienen las plantas y, en general, las funciones que desempeñan en una cultura.

En El Salvador se han identificado aproximadamente 183 plantas que la población reporta como de uso medicinal.



B. Festival vegetal

Uno de los beneficios o contribuciones que nos aportan los ecosistemas son alimentos, como las frutas y las verduras. En esta actividad valoraremos la contribución que hacen las plantas en nuestro diario vivir.

Materiales:

- Plantas o productos de origen vegetal que usen en tu casa o tu comunidad
- Pliego de cartulina, papel bond o rotafolio
- Plumones
- Tirro

Procedimiento:

1. Trae al salón de clase partes de plantas que uses en tu casa. Pueden ser alimentos o cualquier materia prima de origen vegetal.
2. Forma equipos y luego monta una estación para hacer una presentación de los productos que llevaste a clase.
3. Elabora un cartel o rotafolio, según los recursos con los que cuentes, en el que identifiques qué parte de la planta corresponde a esa fruta o verdura y los usos que tiene esa parte. Puedes utilizar de referencia la sección *Así se hace...* de la página 127.
4. Contesta en tu Cuaderno de Trabajo:
   a. Menciona dos beneficios que brindan las plantas a tu comunidad.
   b. Menciona dos eventos culturales o religiosos que se desarrollen en tu comunidad en los que se utilice plantas.
   c. Además de los usos que tienen las plantas en tu comunidad, identifica dos funciones que tienen en los ecosistemas y cómo esto se traduce en un beneficio para los seres humanos.
   d. ¿Consideras que las plantas también pueden tener algún efecto negativo sobre las actividades de tu comunidad? Si es así, menciona un ejemplo.
5. Ahora el resto de la clase podrá acercarse a cada uno de los montajes para que cada grupo presente sus hallazgos.
6. En una plenaria, comparte las respuestas a las preguntas de tu Cuaderno de Trabajo.

p. 73



Así se hace...

Alimento o materia prima de origen vegetal	Parte de la planta	Usos
Leña 	Ramas, tronco	Combustible
Loroco 	Flor	Alimento

Ojo al dato...

Según datos de la Organización Mundial de la Salud (OMS), alrededor del 40 % de los medicamentos usados en la actualidad se basan en productos naturales, como las plantas.



Unidad 4

Las **contribuciones de la naturaleza a la gente** (*NCP, Nature´s Contributions to People*, por su nombre en inglés) son todos los aportes, tanto positivos como negativos, de la naturaleza viva a la calidad de vida de las personas. El término naturaleza viva hace referencia a la diversidad de organismos y ecosistemas y a sus procesos ecológicos y evolutivos asociados. Entre las contribuciones beneficiosas de la naturaleza se incluyen la regulación del clima, del aire, del agua y de los océanos; la provisión de bienes materiales como energía, alimento, medicinas y materias primas, y contribuciones no materiales como experiencias recreativas, culturales y espirituales que sustentan nuestra calidad de vida. Aunque muchas de las contribuciones de la naturaleza son positivas, también hay impactos negativos, como la transmisión de enfermedades y los ataques de animales depredadores que dañan a seres humanos o cultivos. Muchas NCP pueden percibirse como beneficios o perjudiciales en función del contexto cultural, temporal o espacial.

Contribuciones beneficiosas o positivas



Los ecosistemas nos brindan oportunidades para actividades físicas y recreación que son beneficiosas para nuestro bienestar.

Contribuciones perjudiciales o negativas



El dengue y el chikungunya son enfermedades transmitidas por el zancudo o mosquito.

CONTRIBUCIÓN DE LA NATURALEZA

La regulación de la cantidad y ubicación del agua dulce, por medio del ciclo del agua, es una contribución positiva de los ecosistemas.

Comunicación

Como habrás reflexionado en la actividad anterior, los ecosistemas pueden brindarnos tanto contribuciones positivas como negativas. Estas contribuciones se pueden clasificar en distintos grupos y su ocurrencia no se limita a determinados ecosistemas, por lo que podemos identificarlas en nuestro entorno cercano.

La naturaleza puede ser una fuente de inspiración para el diseño tecnológico. El biomimetismo es la imitación de los modelos, sistemas y elementos de la naturaleza con el fin de resolver problemas humanos complejos.



C. Las contribuciones del ecosistema

En esta actividad elegirás un ecosistema e identificarás contribuciones positivas y negativas.

Materiales:

- Pliego de cartulina, papel bond o rotafolio
- Plumones
- Colores
- Tirro

Procedimiento:

1. Forma grupos con los compañeros de tu clase.
2. Elige uno de los siguientes ecosistemas para trabajar: manglar, bosque o río.
3. En tu Cuaderno de Trabajo, identifica los siguientes elementos del ecosistema:
   a. Componentes abióticos
   b. Al menos tres productores
   c. Al menos tres consumidores primarios
   d. Al menos tres consumidores secundarios
4. En un cartel o rotafolio, elaboren un esquema o representación del ecosistema que eligieron, e incluyan los elementos identificados en el punto anterior.
5. Identifiquen y escriban en el cartel:
   - Tres contribuciones positivas del ecosistema para la población humana que le rodea.
   - Tres contribuciones negativas del ecosistema para la población humana que le rodea.
6. Cada grupo presentará al resto de la clase sus hallazgos y reflexiones.
7. Para finalizar, contesta en tu Cuaderno de Trabajo:
   a. Escribe dos ejemplos específicos de cómo la naturaleza contribuye a la vida cotidiana en tu comunidad. Describe brevemente cómo estas contribuciones mejoran la salud, la economía o el bienestar de las personas que viven allí.
   b. Escribe dos ejemplos específicos de fenómenos climáticos extremos que hayan ocurrido en tu comunidad. Explica qué aprendizajes han surgido de estas experiencias para prepararse mejor en el futuro.

p. 74



Fíjate que...

El velcro es un ejemplo de biomimetismo. Fue inventado en 1941 por el ingeniero suizo George de Mestral y la idea se le ocurrió luego de observar cómo las semillas de una planta parecida al «mozote» se adherían al pelo de su perro.



Las contribuciones de la naturaleza a la gente se pueden clasificar en varias categorías, entre las que se encuentran:

Categoría	Descripción
Polinización y dispersión de semillas	Los animales transportan el polen entre flores y dispersan semillas, larvas o esporas de organismos, tanto beneficiosos como perjudiciales para el ser humano.
Regulación de la calidad del aire	Los ecosistemas regulan los gases atmosféricos, ya sea facilitando su flujo o impidiéndolo; además filtran, fijan, degradan o almacenan contaminantes.
Regulación del clima	Los ecosistemas regulan el clima al interactuar con los gases de efecto invernadero, compuestos químicos de origen biológico y aerosoles.
Formación, protección y descontaminación de los suelos	Formación y mantenimiento de los suelos, que incluye la retención de sedimentos, la prevención de la erosión, el mantenimiento de la fertilidad de los suelos y el almacenamiento y degradación de sustancias contaminantes.
Regulación de riesgos y fenómenos extremos	Los ecosistemas atenúan los impactos de los eventos extremos y disminuyen los riesgos.
Regulación de organismos perjudiciales para los seres humanos	Los ecosistemas y los organismos regulan pestes, patógenos, predadores, parásitos y organismos potencialmente dañinos.
Energía	Producción de combustibles a partir de biomasa. La biomasa incluye desechos animales, cultivos para biocombustibles, leña y residuos agrícolas.
Alimento	Producción de alimentos provenientes de organismos silvestres o domesticados, tanto terrestres como acuáticos.
Materiales	Producción de materiales derivados de organismos (tanto cultivados como silvestres) y uso directo de organismos para decoración, transporte o trabajo.
Recursos genéticos y medicinales	Elaboración de productos medicinales a partir de organismos; producción de genes e información genética.
Experiencias físicas y psicológicas	La naturaleza proporciona oportunidades para actividades físicas y psicológicas beneficiosas, relajación, recreación, ocio y disfrute estético.
Apoyo a las identidades culturales	Algunos paisajes, hábitats o especies son la base de experiencias religiosas, espirituales o sociales, de narraciones y mitos; brindan un sentido de pertenencia o arraigo.
Aprendizaje e inspiración	La naturaleza brinda oportunidades para desarrollar capacidades por medio de la educación, la adquisición de conocimiento y la inspiración para el arte y el diseño tecnológico.

Los ecosistemas que vemos ahora no siempre fueron así. Han sufrido cambios a lo largo del tiempo que repercuten en el tipo y en la cantidad de especies que habitan en ellos. Estos cambios pueden tener un origen natural, como eventos climáticos extremos, o pueden ser causados por actividades humanas, como incendios, talas o reforestaciones.

A. Sucesiones ecológicas y perturbaciones

El término sucesión ecológica se refiere al proceso de desarrollo de una comunidad con el paso del tiempo; esto implica que las especies que habitan el ecosistema van cambiando según las etapas de ese desarrollo. En esta actividad conoceremos más sobre el término de sucesión ecológica y cómo se relaciona con las perturbaciones.

Materiales:

- Cartulina o papel de colores
- Tijera
- Plumones
- Tirro

Procedimiento:

1. Forma equipo con tus compañeros de clase.
2. En equipo, observen las siguientes imágenes de dos bosques.





3. Contesta en tu Cuaderno de Trabajo:
   a. Consideras que el incendio de la imagen de la izquierda ocurrió hace dos años. ¿Cómo crees que ha cambiado el área después de ese tiempo? ¿Cómo crees que se verá dentro de diez años?
   b. Identifica y escribe cuatro etapas o pasos por los que crees que pasará ese bosque durante los próximos diez años.
4. Elaboren tarjetas de cartulina o de papel y escriban en cada una las etapas que identificaron en el punto anterior.
5. Tu docente pedirá que cada grupo pase al frente y pegue en la pizarra la secuencia del desarrollo del bosque después del incendio.
6. Identifiquen y discutan las etapas similares o diferentes y lleguen a un consenso, como clase, sobre el orden de las etapas. Escríbelas en tu Cuaderno de Trabajo.

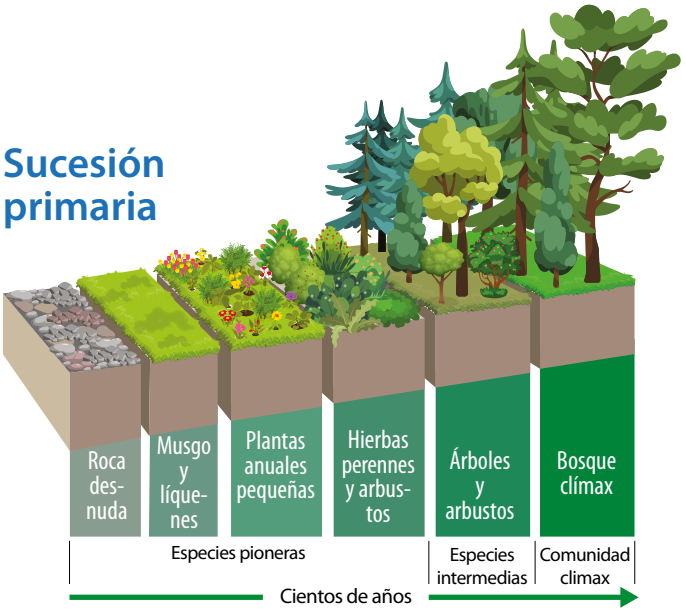
p. 75
p. 75

p. 76

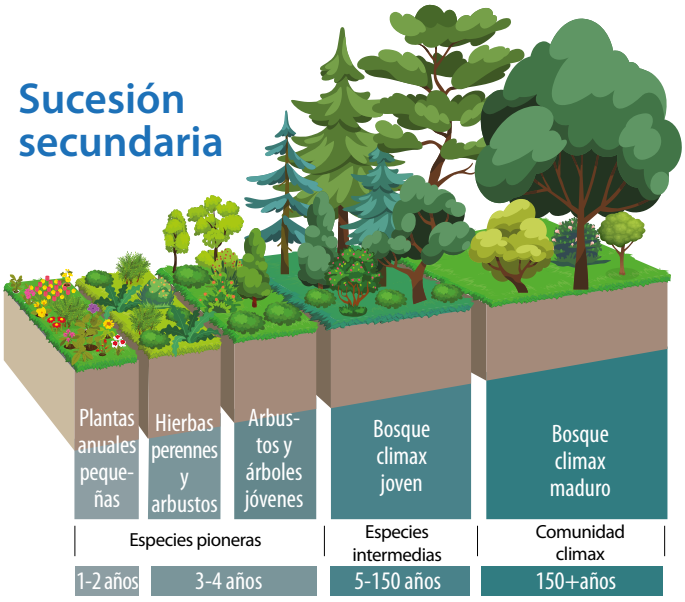
7. Ahora vuelvan al trabajo en equipo y responde sobre la imagen de la derecha:
   a. ¿Consideras que hace 100 años ese bosque era igual a como se ve en la imagen? Explica tu respuesta.
   b. ¿Qué factores podrían hacer que ese bosque cambie en el futuro?
8. Ahora tu docente pedirá a dos grupos que compartan las respuestas de las preguntas del *numeral 7*.
9. Con base en lo expuesto y discutido en el punto anterior, contesta en tu Cuaderno de Trabajo:
   a. Menciona dos ejemplos de perturbaciones de origen natural y dos perturbaciones causadas por el ser humano que podrían hacer que los bosques cambien.
   b. Menciona un ejemplo de perturbación que hayas observado en un ecosistema cercano.

Podemos distinguir dos tipos de sucesión: primaria y secundaria.

La **sucesión primaria** es el cambio en la cantidad y el tipo de especies a lo largo del tiempo en un hábitat que no estaba previamente habitado; la sucesión primaria tiene lugar cuando el suelo aún no se ha formado. Por ejemplo, después de una erupción volcánica en la roca desnuda se podrían observar primero una comunidad de líquenes (relación simbiótica entre un hongo y un alga o cianobacteria). Los líquenes son a menudo el elemento más importante en la comunidad pionera, es decir la primera comunidad en aparecer en la sucesión. Estos secretan ácidos que ayudan a romper la roca y de esa forma comienza a formarse suelo joven. Luego la comunidad de líquenes va siendo sustituida por musgos y helechos resistentes a sequía, luego por pastos y hierbas y arbustos bajos, que sucesivamente pueden ser reemplazados por árboles forestales.



En cambio, la **sucesión secundaria** ocurre cuando la cantidad y el tipo de especies cambia como producto de una perturbación; en la sucesión secundaria ya existía el suelo previamente. Algunos ejemplos de perturbación son los incendios y la deforestación.



Las perturbaciones, tanto las naturales como las originadas por actividades humanas, provocan cambios en la composición y en la abundancia de las especies y altera la disponibilidad de recursos.

Independientemente de su origen, se espera que las sucesiones evolucionen hacia una **comunidad clímax**, que es una comunidad estable cuya composición está determinada por el clima. A pesar de esta estabilidad, se sabe que la composición y la abundancia de las especies en el ecosistema pueden variar en cierta medida a lo largo del tiempo.

Creatividad

Los **biomas** son grandes zonas geográficas que comparten caracterísiticas similares en cuanto al clima, el suelo y los seres vivos que los habitan. Las variables climáticas, como la temperatura y la precipitación, tienen una gran importancia para clasificar los biomas.

Ojo al dato...

La biogeografía es la rama de la biología que se ocupa de la distribución geográfica de los seres vivos en la Tierra, así como los factores que influyen en dicha distribución.

La temperatura se expresa en grados Celsius, representados por los símbolos °C, sin punto y sin espacio entre ellos.



B. Creando Biomas. Parte 1

En esta actividad vamos a crear nuevos biomas y discutiremos los criterios y características para describirlos.

Procedimiento:

1. Forma equipos con tus compañeros de clase.
2. Cada grupo deberá imaginar un bioma y caracterizarlo. Puedes utilizar de referencia la sección *Así se hace...* al final de esta página.
3. En esta primera parte únicamente elaborarán una definición de las características del bioma, y en la siguiente sección lo representarán gráficamente. Pueden inspirarse en algún bioma que conozcan o crear uno completamente nuevo.
4. Para iniciar la caracterización deberán discutir en grupo y escribir en su Cuaderno de Trabajo lo siguiente:
   a. Nombre del bioma
   b. Zona/s geográfica/s del planeta donde se encuentra.
   c. Rango de temperatura del bioma. Pueden definir una temperatura promedio para cada una de las estaciones climáticas y con base en eso establecer el rango de temperatura.
   d. Tres animales que habitan en su bioma.
   e. Elijan tres criterios de clasificación adicionales, que ustedes consideren relevantes, y describan las características de su bioma para ese criterio.
5. Estos resultados les servirán de insumo para la segunda parte de la actividad en la sección de Comunicación.

p. 77

Así se hace...

Nombre del bioma	Bosque lluvioso	
Zona del planeta donde se encuentra	Zona noroccidental de Norteamérica, sur de Australia, sur de Suramérica	
Rango de temperatura del bioma	Invierno: 12 °C	Primavera: 19 °C
	Verano: 23 °C	Otoño: 15 °C
	Rango de temperatura del bioma: 12 °C-23 °C	
Animales que lo habitan	Ardillas, venados, salamandras	
Otro criterio de clasificación	Criterio de clasificación: Humedad Descripción de la humedad del bosque lluvioso: 70-80 % de humedad	

Comunicación

La clasificación de las zonas de vida terrestres en biomas es una herramienta que nos puede ayudar a comprender mejor los factores que influyen sobre la distribución de las especies y su futuro en el contexto del cambio climático.

C. Creando Biomas. Parte 2

En la siguiente actividad presentarán los resultados del bioma que crearon en equipo, dando respuesta a diversas preguntas que se les plantearán.

Materiales:

- Cartulina o papel bond
- Colores o plumones
- Papeles de colores
- Tijera
- Pegamento

Procedimiento:

1. Elaboren una representación gráfica de su bioma en un cartel, incluyendo los aspectos que describieron en el *numeral 3* de la actividad anterior y también lo siguiente:
   - Un mapamundi sencillo donde indiquen la ubicación de su bioma.
   - Un gráfico que muestre la variación de la temperatura promedio a lo largo del año.
   - Un dibujo que muestre la fauna y flora más característica de ese bioma.
2. Cada grupo presentará al resto de la clase su trabajo.
3. Luego de que cada grupo presente su trabajo, toda la clase discutirá lo siguiente con la guía del docente y contestarán en su Cuaderno de Trabajo:
   a. ¿Cuáles criterios de clasificación fueron más comunes entre los trabajos?
   b. ¿Consideran que los criterios de clasificación más comunes son viables de aplicar en los ecosistemas de El Salvador? Expliquen su respuesta.
   c. ¿Cuáles biomas son similares? ¿Podrían unificarse en un solo tipo de bioma?
   d. ¿Qué podría suceder si condiciones como la temperatura o la precipitación cambiaran drásticamente en tu bioma? ¿Cómo se vincula esto con el cambio climático?

p. 77-78

D. Intercambio de especies

En la siguiente actividad presentarán un análisis de algunas de las aplicaciones que tiene la clasificación de los biomas.

Materiales:

- Cartulina o papel bond
- Plumones

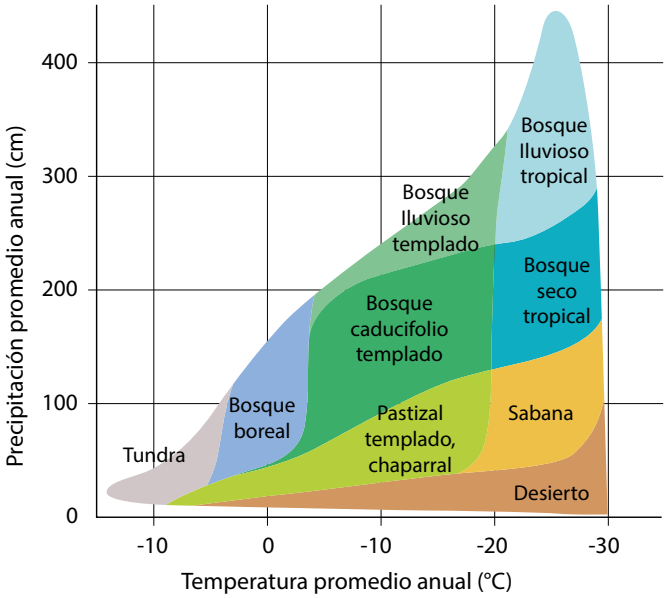
Procedimiento:

1. Escriban el nombre de una de las especies animales que seleccionaron para su bioma e intercámbienlo con otro grupo.
2. Analicen lo siguiente y contesten en su Cuaderno de Trabajo:
   a. ¿Consideras que la especie nueva podría sobrevivir en tu bioma? Justifica tu respuesta.
   b. ¿Cuáles crees que son los impactos de introducir especies a nuevos biomas a los que no pertenecen?
   c. ¿Crees que hay alguna especie que pueda habitar todos los biomas? Explica tu respuesta.

p. 78

La clasificación de los biomas a escala mundial se basa principalmente en criterios climáticos. Entre estos criterios climáticos, los más importantes son la temperatura y la precipitación. La temperatura y la precipitación son la base para construir gráficos llamados **climogramas**, que muestran la temperatura y la precipitación promedio anual de regiones particulares.

Como puedes observar en la imagen de la derecha, algunos biomas muestran valores similares de temperatura promedio, tales como el bosque lluvioso tropical y el bosque seco tropical.



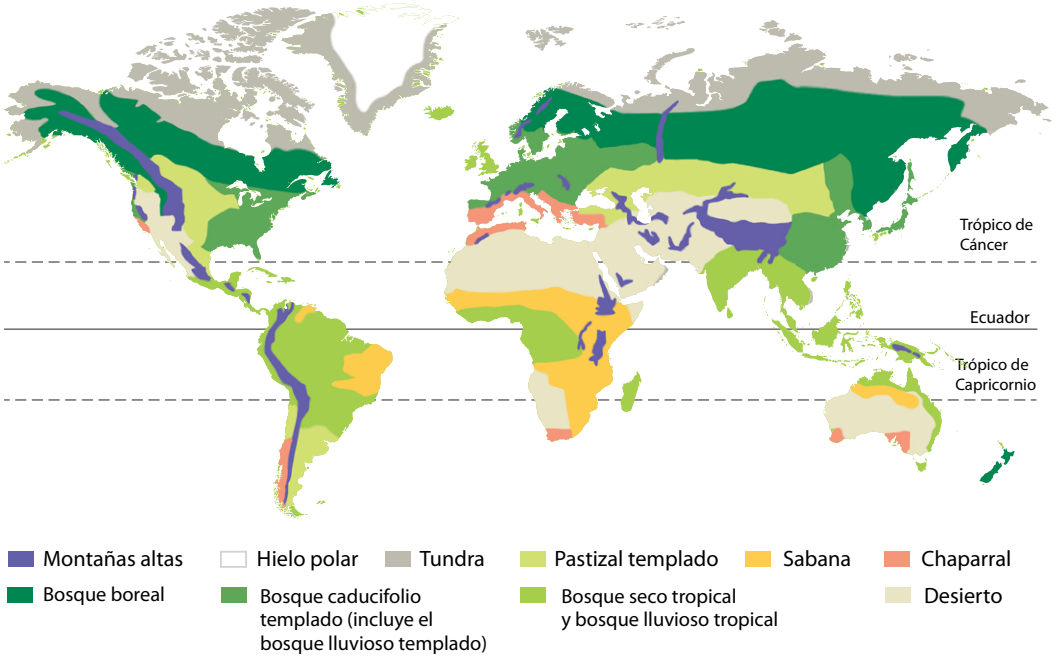
CLASIFICACIÓN CLIMÁTICA DE KÖPPEN

La clasificación climática de Köppen es un sistema de patrones climáticos utilizados para distribución de los biomas mundiales.

En esos casos adquieren relevancia otras variables, tanto abióticas como bióticas, para clasificar a los biomas. Otras variables relevantes incluyen el tipo de suelo, el clima durante las distintas estaciones y el tipo de vegetación.

La mayoría de los biomas terrestres reciben su nombre de sus principales características físicas o climáticas y de su vegetación predominante. Por ejemplo, el nombre del bioma «bosque seco tropical» indica que se encuentra en la latitud tropical y que su vegetación está dominada por especies caducifolias que pierden sus hojas en el invierno y por tanto parecen «secas».

Dado que los patrones climáticos responden al gradiente latitudinal, la distribución de los biomas también muestra un gradiente latitudinal, como se puede observar en el siguiente mapa de la distribución mundial de los biomas:



Ojo al dato...

El sistema de zonas de vida de Holdridge es otro esquema para clasificar las áreas terrestres según sus condiciones climáticas y biológicas.

Las especies que componen cada tipo de bioma varían entre distintas ubicaciones. Por ejemplo, tanto en Asia como en América se encuentran el bioma de bosque tropical lluvioso. Sin embargo, las especies que habitan ambos bosques no son idénticas, e incluso se pueden detectar especies **endémicas**, es decir, que solamente habitan en un lugar determinado y por tanto su zona de distribución es limitada.

Un ejemplo de esto son las especies de primates que se encuentran en ambos bosques. El orangután únicamente se encuentra en el bosque tropical lluvioso del continente asiático, mientras que el uacarí calvo únicamente se encuentra en el bosque tropical lluvioso de Suramérica, específicamente en la Amazonía.

En el siguiente enlace puedes visualizar las zonas de vida en las que se clasifica El Salvador: https://qrs.ly/87frtch



El orangután de Borneo (*Pongo pygmaeus*) es una especie de primate que se encuentra únicamente en Asia.



El uacarí calvo (*Cacajao calvus*) es una especie de primate que habita únicamente en la selva amazónica.

A diferencia del caso anterior, algunas especies tienen distribuciones prácticamente mundiales y las podemos encontrar en más de un continente; estas especies reciben el nombre de **cosmopolitas**.

El cambio climático es una de las amenazas a las que se enfrentan los biomas. Se espera que los impactos del cambio climático resulten en cambios en la extensión de los biomas y en una transformación de los hábitats a escala global.

Algunos estudios sugieren que para mediados de este siglo algunos biomas sufrirán cambios tan drásticos en sus condiciones climáticas que se convertirán en un tipo de bioma diferente, sobre todo en aquellas zonas donde la cobertura de áreas naturales protegidas es menor.

Por tanto, las áreas naturales protegidas son zonas importantes para proteger a los ecosistemas de los impactos del cambio climático.

Fíjate que...

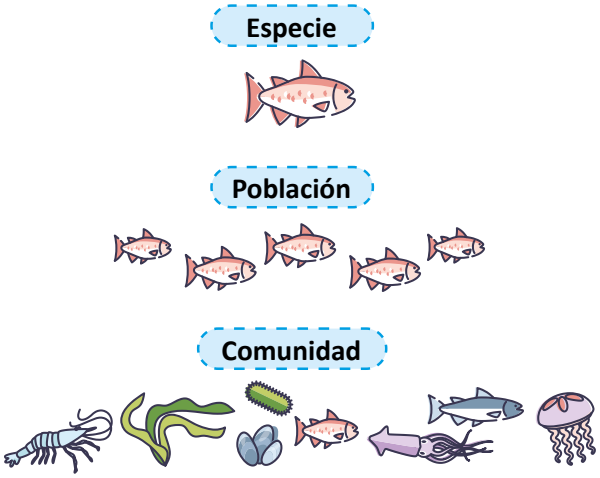
El cambio climático afectará a los bosques tropicales provocando cambios en la composición de especies, la producción de semillas, el crecimientos de los árboles y los ciclos de nutrientes. Esto puede repercutir en las contribuciones positivas que hacen estos biomas a las sociedades.

Resumen

La ecología estudia las interacciones de los organismos entre sí y con los componentes abióticos del entorno. Si las interacciones se dan entre organismos de una misma especie, se denominan intraespecíficas; si ocurren entre organismos de especies distintas, hablamos de interespecíficas.

La dinámica y la estructura de una población está determinada por los componentes bióticos y abióticos.

Los organismos se estudian en diferentes niveles de organización:



Para estudiar a los organismos en sus diferentes niveles de organización hay diversas técnicas de muestreo. Su aplicación dependerá del tipo de organismo por estudiar, del hábitat y de otros factores.

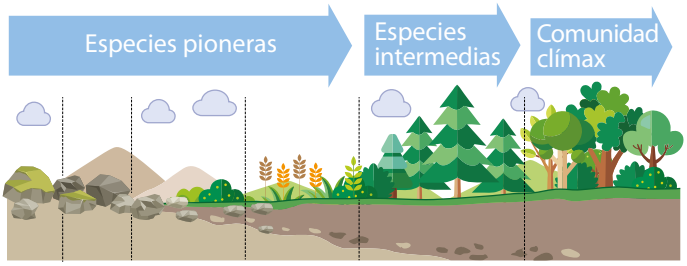
Algunas de las más utilizadas son la captura y recaptura y el cuadrante. Con los datos obtenidos mediante estas técnicas se hacen análisis estadísticos para establecer proyecciones del comportamiento de las poblaciones y de las comunidades de organismos en determinadas condiciones.

La dinámica de los ecosistemas envuelve dos procesos fundamentales: el flujo de energía y los ciclos de la materia.

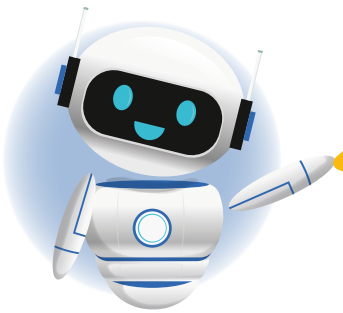
El flujo de la energía en los ecosistemas ocurre por medio de las cadenas alimentarias; los ciclos de la materia se refieren al movimiento que tiene la materia desde un organismo a otro, y desde los organismos al ambiente abiótico y viceversa.

Las contribuciones de la naturaleza a la gente (NCP, por su nombre en inglés) son todos los aportes, tanto positivos como negativos, de la naturaleza viva a la calidad de vida de las personas.

Sucesión ecológica se refiere al proceso de desarrollo de una comunidad con el paso del tiempo. La sucesión primaria es el cambio en la cantidad y el tipo de especies a lo largo del tiempo en un hábitat que no estaba previamente habitado; mientras que la sucesión secundaria ocurre cuando la cantidad y el tipo de especies cambia como producto de una perturbación.



Los biomas son grandes zonas geográficas que comparten características similares en cuanto al clima, el suelo y los seres vivos que los habitan. Las variables climáticas, como la temperatura y la precipitación, tienen una gran importancia para clasificar los biomas.



Busca las siguientes palabras dentro del texto y aprende su significado. Te será de mucha utilidad.

- **Interacciones**
- **Población**
- **Comunidad**
- **Muestra**
- **Ecosistema**
- **Contribución**
- **Sucesión**
- **Perturbación**
- **Bioma**

Tecnología



Telemetría y GPS

La telemetría es una herramienta tecnológica que permite rastrear especies animales sedentarias o migrantes desde una escala local, regional o global, además de recopilar una gran cantidad de datos que pueden ser utilizados tanto en estudios de campo descriptivos como en modelos estadísticos más complejos.

En los últimos años se ha innovado con el diseño de dispositivos de localización que incorporan tecnologías de Sistema de Posicionamiento Global (*Global Positioning System*, GPS) para recopilar información biológica de las especies, patrones de comportamiento, movimientos migratorios, causas de mortalidad, entre otros.

La información recopilada es muy útil para ubicar y rastrear la vida silvestre, las rutas migratorias, los tipos de alimentación, los cambios en el comportamiento por alteración en las condiciones del entorno, el seguimiento a especies en peligro de extinción, entre otros.

Conozcamos a...

Silvio Crespín

Silvio es originario de San Salvador y estudió la carrera de Licenciatura en Biología en la Universidad de El Salvador. Hacia el final de la carrera, se interesó en la ecología y la conservación de la biodiversidad. Esto le llevó en el 2011 a iniciar sus estudios de la Maestría en Ciencias Biológicas en la Universidad de Chile. Como producto de su tesis de maestría, Silvio realizó aportes importantes para el país, dentro de los que destacan la primera evaluación completa del estado de conservación de los ecosistemas terrestres de todo El Salvador, y la primera del mundo en realizarse en un país entero, y la estimación de cambios en el valor económico de los servicios ecosistémicos. Al finalizar sus estudios de maestría, Silvio inició sus estudios en el Doctorado en Ciencias Biológicas, mención Ecología y Biología Evolutiva, donde enfocó su investigación en la resolución de conflictos entre humanos y la vida silvestre. Actualmente, Silvio sigue contribuyendo a la ciencia en El Salvador y centra sus investigaciones en comprender cómo la sociedad y la naturaleza interactúan para generar dinámicas de coexistencia y sustentabilidad.





Quiero ser...

¿Te resulta interesante los procesos abordados en la unidad? Descubre cómo puedes volverte un profesional en la materia.

Carrera: Licenciatura en Biología **Duración:** 5 años/10 ciclos



Bachillerato sugerido:
general.

Descripción. La biología es una disciplina que tiene como objeto el estudio de los seres vivos. También se relaciona con otras ciencias, como la química, la física, la geofísica, la matemática, la estadística, entre otras.

La biología se diversifica en otras especialidades:

- Ecología
- Microbiología
- Bioquímica
- Genética

Conocimientos y habilidades por desarrollar:

Conocimientos generales:

Biología	— —
Física	— — —
Matemática	— — —
Química	— — —
Tecnología	— — — — —
Inglés	— — —

Habilidades:

Pensamiento crítico	— — — —
Investigación	— — —
Creatividad	— — — —
Comunicación	— — —
Resolución de problemas	— — — —
Capacidad de cálculo	— — — —
Abstracción y lógica	— — — —

Carrera: Ingeniería en Gestión Ambiental **Duración:** 5 años/10 ciclos



Bachillerato sugerido:
general.

Descripción. La Ingeniería en Gestión Ambiental es un área de la ingeniería que se enfoca en el desarrollo sostenible y el manejo integral del medio ambiente. Los profesionales de esta área son capaces de comprender los procesos del medio ambiente, analizar el impacto ambiental y solucionar problemas ambientales a través de la investigación y la tecnología.

La ingeniería en gestión ambiental puede especializarse en:

- Educación ambiental
- Legislación ambiental
- Biotecnología
- Agricultura sostenible

Conocimientos y habilidades por desarrollar:

Conocimientos generales:

Biología	— — —
Física	— —
Matemática	— —
Química	— — — — —
Tecnología	— — — — —
Inglés	— — —

Habilidades:

Pensamiento crítico	— — — —
Investigación	— —
Creatividad	— — — —
Comunicación	— — —
Resolución de problemas	— — — — —
Capacidad de cálculo	— — —
Abstracción y lógica	— — —

Unidad 5

Recurso hídrico

Eje integrador: sistemas

En esta unidad aprenderemos a:

- Identificar las etapas del ciclo hidrológico incluyendo la intervención antrópica.
- Representar una cuenca hidrográfica.
- Reconocer variaciones en la infiltración y distribución vertical del agua en los suelos.
- Identificar los tipos de acuíferos.
- Identificar las regiones hidrogeológicas del país.
- Identificar y determinar parámetros de calidad del agua.
- Identificar las propiedades físicas de la atmósfera.
- Reconocer los principales parámetros que inciden en la calidad del aire.
- Explicar la clasificación de la calidad del aire según el Índice Centroamericano de Calidad del Aire (ICCA).
- Utilizar una aplicación para la consulta y registro de parámetros meteorológicos.
- Describir los parámetros meteorológicos empleados en la clasificación de los ciclones tropicales.



Río Sapo, Perquín, Morazán

Duración: 6 semanas

Hidrósfera

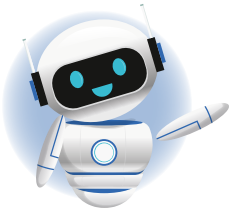
Indagación

El agua es un recurso vital y especial, pues cubre la mayor parte del planeta Tierra. Las interacciones globales del agua hacen que el planeta sea sostenible. Para el ser humano el agua es un recurso indispensable y de especial importancia para vivir. ¿Te gustaría aprender más sobre el agua?

A. Conozcamos el ciclo hidrológico

Un ciclo que no tiene principio y fin, que mantiene el agua en circulación en el planeta, reciclándola constantemente, en sus diferentes estados de agregación. El ciclo hidrológico nos dice dónde está y cómo se mueve el agua en la Tierra. En esta actividad aprenderemos las etapas y los elementos de este ciclo, así como las distintas interacciones que tiene con el sistema Tierra.

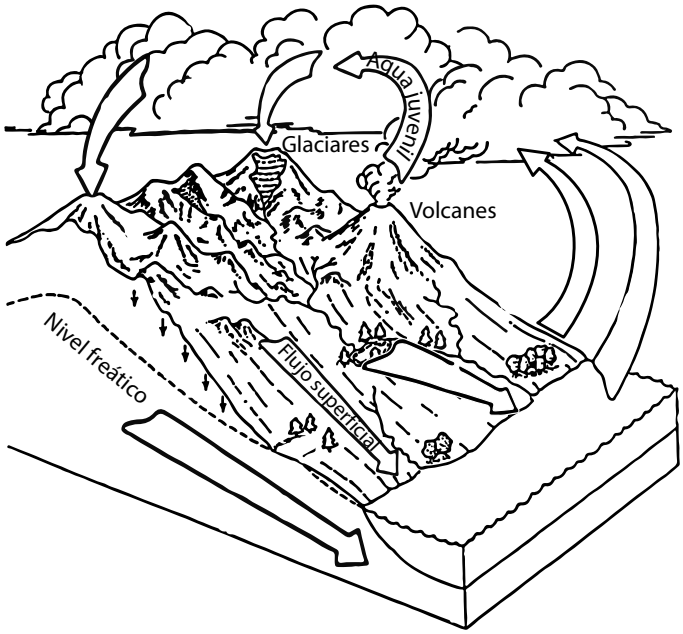
Hidrósfera es la totalidad de agua en el planeta. Esto incluye el agua en sus diversas formas: líquida, sólida y gaseosa. Podemos decir que se conforma por aguas superficiales y subterráneas.



Procedimiento:

1. Observa y completa el ciclo hidrológico con las palabras faltantes

p. 82



- Escorrentía
- Transpiración
- Evaporación
- Flujo de agua subterránea
- Infiltración
- Precipitación (lluvia)
- Precipitación (nieve)

Como ves, el ciclo hidrológico en realidad tiene muchos elementos en interacción y también varias etapas. El ciclo hidrológico ocurre debido a la energía que el Sol proporciona. En nuestro planeta el agua se encuentra en áreas continentales (agua subterránea, ríos, lagos y glaciares), océanos y atmósfera.

Notación...

La **hidrología** estudia la ocurrencia, distribución, movimiento y química de todas las aguas de la Tierra.

2. Responde las siguientes preguntas sobre algunos procesos del ciclo del agua:
   a. ¿Qué elementos contribuyen a la transpiración?
   b. ¿En qué regiones se produce la evaporación?
   c. ¿De dónde proviene el agua subterránea?
   d. ¿En qué consiste el proceso que ocurre antes de la precipitación?

Como ya es conocido, la evaporación hace que el agua se convierta en vapor y ascienda a la atmósfera; luego, esta puede enfriarse y formar gotas. A este fenómeno le llamamos condensación. Cuando estas gotas son suficientemente grandes y bajo otras condiciones específicas, se forma la precipitación. Pero, como habrás notado, hay otros procesos, como la **transpiración**, la **escorrentía**, la **infiltración**, la sublimación y el **deshielo**.

Interacciones de la Hidrósfera



Atmósfera: agua y energía son transmitidos entre la hidrósfera y la atmósfera por medio del ciclo de agua, por los procesos de evaporación y precipitación.



Geósfera: formación de características geológicas (por ejemplo, cañones fluviales y valles glaciares), erosión de la superficie, movimiento de agua através de fallas geológicas, relación con el vulcanismo y más.



Biósfera: las plantas extraen agua de la superficie terrestre y la mueven en el interior de ellas. Seres vivos habitan en el agua. La mayoría de organismos dependen del agua para vivir.



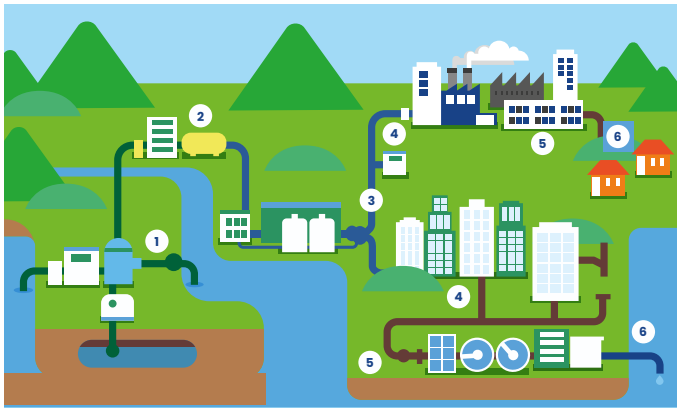
Criosfera: en muchas partes del planeta el deshielo de glaciares y la nieve proporciona agua.

B. Ciclo hidrológico y el ser humano

Claramente, el ciclo del agua se ve afectado por las actividades humanas. Ahora conozcamos el **ciclo urbano del agua**, que se refiere al proceso de captación, purificación, suministro, uso, tratamiento y disposición del agua en áreas urbanas.

Procedimiento:

1. Lee y observa los elementos generales de este ciclo.



1. **Captación del agua.** Obtención de fuentes naturales.
2. **Purificación y almacenamiento.** Se adecua para el consumo humano.
3. **Suministro.** A través de tuberías o empresas encargadas de esta actividad.
4. **Recolección.** Se recolecta a través de sistemas de alcantarillado.
5. **Tratamiento de aguas residuales.** Métodos avanzados de limpieza del agua residual.
6. **Reutilización.** Uso en industria, agricultura o usos comunes (lavar un auto y más). De esta forma también puede ser devuelta a la naturaleza.

Este ciclo tiene importancia, ya que su implementación adecuada permite minimizar el impacto ambiental, especialmente en el ciclo hidrológico.

2. Ahora responde:
   a. ¿De dónde proviene el agua que usas en casa y en el centro educativo?
   b. ¿Sabes a dónde va a parar el agua que usas en tu casa y en el centro educativo?
   c. ¿El agua que usas cumple con el ciclo urbano del agua?
   d. De las etapas del ciclo urbano del agua, ¿cuál o cuáles es necesario practicar más en nuestro país?
3. Discute tus respuestas en clase.

p. 83

Como hemos aprendido, el ciclo urbano del agua afecta al ciclo hidrológico, pero si el agua que extraemos y utilizamos la regresamos al ambiente con la misma calidad o al menos cercana, el impacto será mínimo.

Haz un buen uso del agua, cuídala, no la desperdicies. En muchas zonas de El Salvador el acceso al agua aún es limitado o incluso difícil.



Observa las regiones o cuencas hidrográficas de El Salvador: https://qrs.ly/6kfrtcj

C. Cuencas hidrográficas

La hidrósfera se constituye por aguas superficiales y subterráneas. Las aguas superficiales en los continentes incluyen ríos, lagos y glaciares. La precipitación transfiere agua desde la atmósfera hasta los continentes.

Como recordarás, el ser humano tiene una influencia directa en el ciclo del agua, por lo que se necesita una adecuada gestión del agua y una comprensión sobre los fenómenos naturales relacionados al transporte de agua en los continentes. Por esa razón, es momento de ver un enfoque importante que se relaciona con el concepto de **cuenca hidrográfica**.

Procedimiento:

1. Observa los elementos de una cuenca y luego responde las preguntas.



Una **cuenca** es una región geográfica definida por los límites naturales de un sistema de drenaje de agua.

Fíjate que...

Hay tres tipos de cuencas hidrográficas:

Exorreicas o abiertas. Drenan sus aguas al mar o al océano.

Endorreicas o cerradas. Desembocan en lagos o lagunas y no tienen comunicación fluvial al mar.

Arreicas. Las aguas se evaporan o se filtran en el terreno antes de encauzarse en una red de drenaje.

Las cuencas permiten entender mejor el ciclo hidrológico en un espacio determinado, pues el agua en una cuenca está fluyendo hacia un punto en común, desde la zona alta hasta una zona topográficamente de menor elevación, lo que permite analizar y gestionar el agua en esa determinada zona.

2. Abre el mapa interactivo de las zonas hidrográficas o revisa el mapa de la página 145 y selecciona una cuenca hidrográfica.
3. Dibújala en el Cuaderno de Trabajo, escribe sus elementos y luego responde:
   a. ¿Qué relación hay entre ríos principales y afluentes?
   b. ¿Es posible que en la zona baja de la cuenca se faciliten inundaciones?
   c. ¿Afectan a las zonas medias y bajas actividades como la contaminación, el desperdicio o la sobreexplotación del agua en zonas altas de la cuenca? Explica.
   d. ¿En qué cuenca o región hidrográfica vives?

p. 83

Las cuencas son importantes para el estudio del agua y sus interacciones, pero también para concientizarnos sobre la influencia que tenemos en este recurso. Para una comprensión adecuada del estudio de las cuencas hidrográficas es importante estudiar la escorrentía, la transpiración y otros elementos del ciclo hidrológico.
Ahora nos centraremos en las mediciones del caudal de ríos y en conocer técnicas de medición de volumen de cuerpos superficiales. Estas mediciones son esenciales en el estudio del recurso hídrico.

Creatividad

Cuando el agua cae por la precipitación llega a la superficie del suelo y parte de esta comienza a escurrir. El agua entonces fluye sobre la superficie terrestre hacia ríos, lagos y eventualmente hacia los océanos. Esta agua que escurre es un componente principal en la recarga de las cuencas. Otra parte de agua que llega a la superficie se infiltra. La precipitación y la escorrentía afectan entonces el caudal de los ríos en una cuenca y contribuyen a su volumen de agua.

D. Caudales y volúmenes de cuerpos superficiales

A continuación, haremos una práctica experimental que nos ayudará a conocer un método básico para medir caudales en ríos. Luego nos centraremos en ver la importancia de este tipo de mediciones.

Materiales:

- Molde de aluminio ($46 \times 34 \times 7$ cm)
- Tapón plástico (2.5 cm de diámetro)
- Manguera con rosca (2 a 3 m)
- Cronómetro
- Rocas
- Papel aluminio

Procedimiento:

1. Coloca una capa de arena de una altura de 5 cm en la caja.
2. Haz un canal de 6 a 8 cm de ancho.
3. Cubre el interior del canal con papel aluminio.
4. Desplázate a un lugar donde haya un grifo.
5. Conecta la manguera.
6. Abre un agujero en la caja donde inicia el río para introducir la manguera.
7. Comienza a suministrar agua con un flujo suave para evitar daños.
8. Coloca el tapón en el extremo superior del río.
9. Mide el tiempo que tarda en llegar al otro extremo y anota el dato.

p. 84

3



10. Calcula la rapidez promedio a la que se movió el tapón; esa será la rapidez promedio y aproximada del río.

$$v_{río} = \frac{d}{t} \qquad 5.1$$

11. Calcula el caudal usando:

$$Q = v_{río} A \qquad 5.2$$

Donde el área (A) es el producto de las dimensiones del canal o río, ancho por alto.

Este método puede tener errores asociados y no es muy exacto, pero aun así es usado.

12. Ahora analiza y resuelve lo siguiente:
    a. Calcula la cantidad de agua que pasa por ese río en 24 horas, considerando un caudal constante.
    b. Si analizas un río de verdad en la época lluviosa y seca, ¿crees que el caudal será constante o cambiará? Explica.

Al conocer el caudal del río principal de una cuenca se puede saber cuánta agua sale de la cuenca y cuánta agua no ha llegado ahí, ya sea por evaporación o infiltración, o también por la demanda del agua por parte de los seres humanos.

El caudal es la cantidad de agua que fluye en un punto específico en un período de tiempo determinado.

Notación...

La transpiración es el proceso mediante el cual las plantas liberan vapor de agua a la atmósfera desde sus hojas y otras partes.

A continuación, se presentan algunos aspectos importantes relacionados con la medición de los caudales de los ríos, entre ellos la gestión del agua.

- Administrar y distribuir para el abastecimiento de agua, riego agrícola, generación de energía hidroeléctrica y actividades industriales.
- Pronóstico de inundaciones.
- Protección a la biodiversidad acuática y a los hábitats naturales.
- Investigaciones sobre el ciclo del agua, y más.

Otros cuerpos de agua como lagos y lagunas reciben agua por precipitación, escorrentía, aporte de ríos y de agua subterránea; estas fuentes pueden variar de acuerdo con la zona geográfica en que se encuentren. Entonces, ¿cómo podemos saber cuánta agua tiene un cuerpo de agua? Midiendo el volumen. Pero ¿cómo? Si se conoce la **batimetría** del cuerpo de agua (la profundidad) y el área superficial se puede calcular el volumen; para eso se usan métodos como el sonar, perfiles de profundidad, entre otros.

En el estudio de las cuencas hidrográficas es de especial interés conocer cuánta agua entra y sale de la cuenca. En las entradas de agua se encuentra la precipitación, la escorrentía y la infiltración. En las salidas se encuentra la evaporación y la transpiración, que se relaciona con la cobertura vegetal de la cuenca.

E. Variación de caudal y volumen de cuerpos de agua

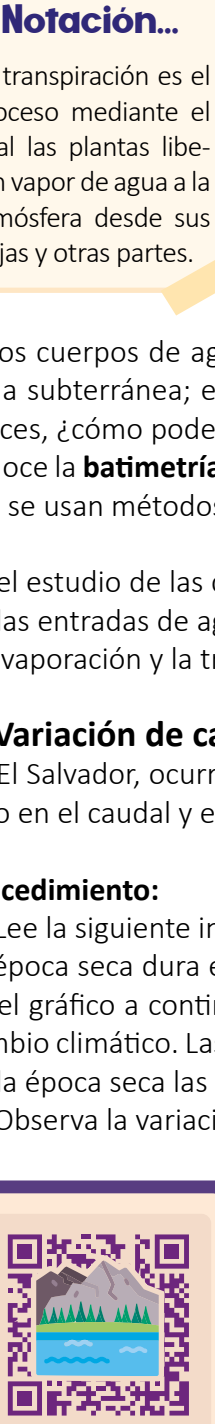
En El Salvador, ocurren variaciones en la precipitación debido a las épocas seca y lluviosa. ¿Sabes cómo influye esto en el caudal y en el volumen de agua de los ríos y los lagos? Averigüémoslo a continuación.

Procedimiento:

1. Lee la siguiente información:

La época seca dura en El Salvador aproximadamente seis meses, y la época lluviosa también, como se muestra en el gráfico a continuación, esto puede modificarse por el fenómeno de El Niño, y en los últimos años por el cambio climático. Las transiciones entre una época y otra inician a mediados de octubre y abril respectivamente. En la época seca las precipitaciones disminuyen y en la época lluviosa aumentan.

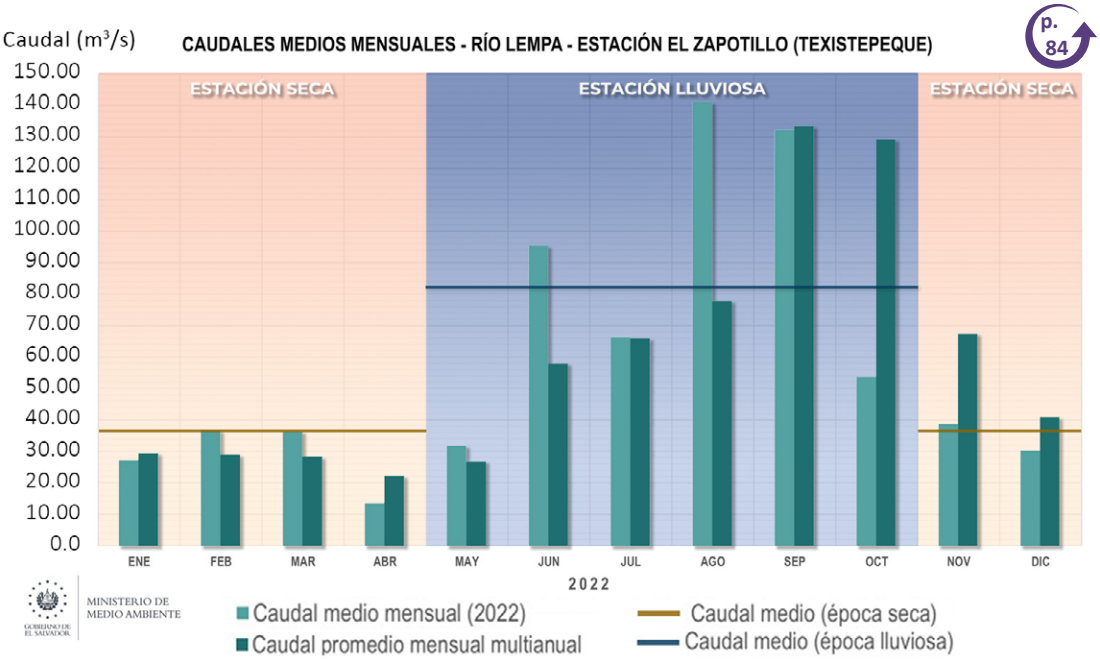
2. Observa la variación anual del caudal del río Lempa y responde las preguntas en el Cuaderno de trabajo.



BATIMETRÍA DE UN LAGO

Las diferentes técnicas de batimetría permiten conocer el volumen de agua de los lagos y las lagunas al mostrar su topografía.

p. 84



¡Las variaciones de época tienen consecuencias importantes en los caudales y volúmenes de ríos y lagos!

Comunicación

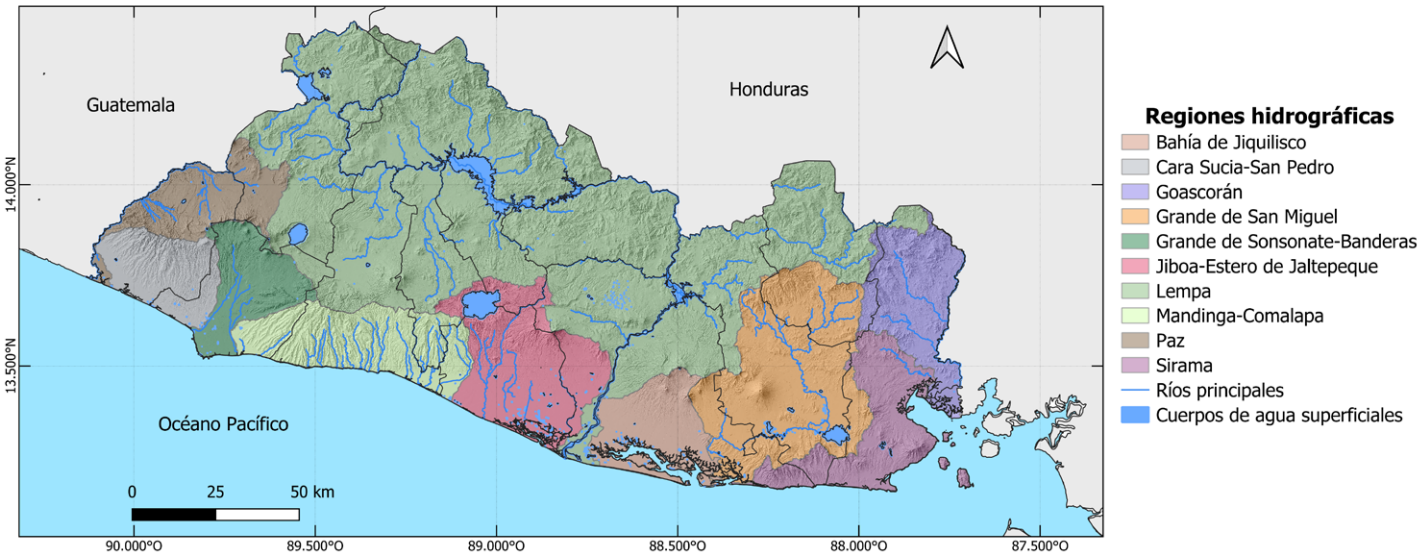
Es momento de conocer la distribución de aguas superficiales, cuencas o regiones hidrográficas en el país. Será necesario hacer una revisión a los cuerpos superficiales de agua del país (ríos y lagos).

F. Regiones hidrográficas y principales cuerpos de agua en El Salvador

En El Salvador se han establecido regiones hidrográficas para la gestión e investigación del recurso hídrico.

Procedimiento:

1. Forma grupos de trabajo.
2. Realicen una exposición sobre las regiones hidrográficas y los cuerpos de agua superficiales de El Salvador usando los mapas y la información proporcionada.



Hay 10 regiones hidrográficas en El Salvador, la más grande es la del Lempa. Todas estas tienen una conexión directa al océano. Estas regiones están relacionadas en su mayoría con ríos principales o con regiones montañosas importantes (como la cordillera de El Bálsamo). Las principales cuencas de El Salvador son: río Paz, río Lempa, río Grande de San Miguel y río Jiboa. El 56 % de la superficie de la cuenca del Lempa pertenece al territorio salvadoreño y el resto a Guatemala y Honduras. Estas cuencas se clasifican como exorreicas, según la clasificación que aprendimos al principio. También hay cuencas endorreicas, como la de la zona del lago de Coatepeque, que no tiene drenaje al exterior.

Vista el sitio web para observar los ríos de El Salvador, podrás ver los nombres al acercarte: https://qrs.ly/8zfrtck

Sin embargo, las cuencas hidrográficas en El Salvador se enfrentan a una dura realidad: el cambio climático y las acciones humanas, como el crecimiento demográfico, la urbanización, la deforestación, entre otros factores.

De forma general podemos decir que existe una buena disponibilidad de agua en el país. Lamentablemente, la forma en que se ha gestionado está teniendo consecuencias negativas, a lo que podemos agregar aspectos como el impacto de las sequías en algunas zonas del país como consecuencia del **corredor seco** de Centroamérica, una franja de territorio clasificada como bosque seco tropical, vulnerable a eventos climáticos extremos que combinan periodos largos de sequía con periodos más cortos de lluvias intensas.

Indagación

Agua subterránea

Bajo la superficie terrestre que habitamos existe un recurso valioso, que es muy sensible a la explotación y la contaminación: el agua subterránea. Si has observado la lluvia cayendo en la tierra has notado que parte de esta es «absorbida», esta observación nos hace pensar que el agua fluye hacia el interior del suelo.

Babilonios y egipcios siglos atrás cavaban pozos artesanales para extraer agua de las profundidades del suelo y esta práctica es una fuente importante de agua dulce en la actualidad. ¿Te gustaría aprender más sobre el agua subterránea? En eso nos centraremos en esta semana.

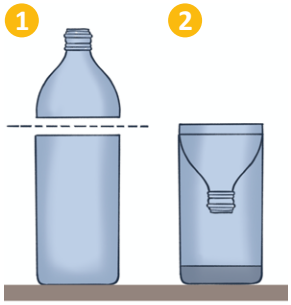
Notación...

El agua subterránea se encuentra debajo de la superficie terrestre en los espacios porosos y fracturados de rocas y suelos.

A. Infiltración

Cuando ocurre la precipitación, el agua puede ser interceptada por la vegetación antes de llegar a la superficie. Una vez en la superficie terrestre puede moverse como escorrentía o ser absorbida hacia el interior de la superficie.

La infiltración ocurre cuando el agua penetra en el suelo y se mueve hacia abajo a través de los poros y espacios entre las partículas del suelo. Aprendamos más sobre este interesante proceso.



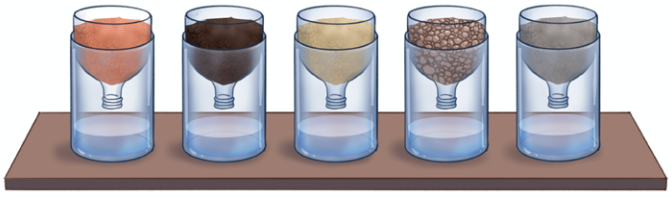
Materiales:

- 5 botellas de plástico de $1.5\ \mathrm{L}$
- Cemento
- Arena
- Arcilla
- Cronómetro
- Cúter
- Grava
- Tierra
- Agua

Procedimiento:

1. Corta la parte superior de las botellas, antes de donde se empiezan a hacer más angostas.
2. Coloca las boquillas invertidas en las bases de las botellas, como un embudo.
3. Coloca cada uno de los materiales en cada botella, cuidando que no se vayan al fondo.
4. Agrega en cada botella un volumen igual de agua simultáneamente y con cuidado.
5. Mide un tiempo de 10 minutos y observa lo que pasa en cada recipiente.
6. Dibuja el nivel alcanzado y responde:
   a. ¿Por qué el agua no tardó lo mismo en pasar a través de los diferentes materiales?
   b. Ordena los materiales del más lento en permitir el paso del agua al más rápido.
   c. ¿Ocurre lo mismo con el agua lluvia? Explica.

p. 85



Por medio del experimento demostramos que para los distintos tipos de materiales que conforman el suelo el agua infiltra a diferentes velocidades.

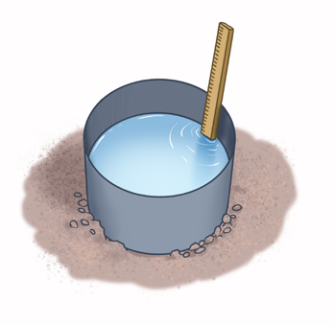
B. Capacidad de infiltración

En esta actividad vas a comprobar cómo es la capacidad de infiltración del suelo de tu centro escolar. Eso te permitirá entender cómo ocurre la infiltración de la lluvia y cómo se ve afectada por factores como la cobertura vegetal, la **impermeabilización** y otros.

Materiales:

- Recipiente de plástico o metal, de 15 a $20\ \text{cm}$ de diámetro y de 20 a $40\ \text{cm}$ de profundidad.
- Cuchara de albañil
- Cinta métrica
- Cronómetro
- Pala doble
- Agua

Procedimiento:



1. Cava un agujero cilíndrico del mismo diámetro y profundidad que el recipiente que tienes.
2. Quítale la base al recipiente cilíndrico con mucho cuidado.
3. Introduce el recipiente cilíndrico en el agujero.
4. Llena el recipiente con agua.
5. Espera $5\ \text{min}$ para realizar la primera medida del descenso del agua. La medición de altura podría ser desde la base hasta la máxima altura de agua, o bien desde parte superior del recipiente hacia abajo.
6. Realiza una medida cada $5\ \text{min}$.
7. Espera a que el agua se infiltre y si no acaba de infiltrarse, como máximo, realiza mediciones durante $50\ \text{min}$.
8. Construye una gráfica con eje vertical correspondiente a la altura en cm, y en la horizontal al tiempo en min. p. 85
9. Responde: p. 86
   a. ¿Fue constante la rapidez con la que se infiltró el agua? Explica.
   b. ¿Por qué el agua tardó más en infiltrar a medida transcurrió el tiempo?
   c. Explica por qué en algunos suelos la infiltración es más rápida que en otros.

A la rapidez con la que el agua infiltra se le conoce como **tasa de infiltración**, que también se define como el flujo de agua que penetra en el suelo por unidad de tiempo. Para medir la tasa de infiltración se puede utilizar un instrumento como el infiltrómetro.

Por otra parte, la capacidad de infiltración es el máximo nivel de agua que el suelo puede absorber dependiendo de sus propiedades físicas y del estado de humedad antes de que ocurra la precipitación, como lo comprobamos en el experimento anterior.

Las unidades utilizadas para expresar tanto la capacidad como la tasa de infiltración son mm/h, ya que se miden los milímetros de lluvia infiltrados en un tiempo determinado. La tasa de infiltración puede ser igual a la capacidad de infiltración; cuando el aporte de lluvia supera la capacidad de infiltración, entonces es cuando ocurre la escorrentía superficial.

Fíjate que...

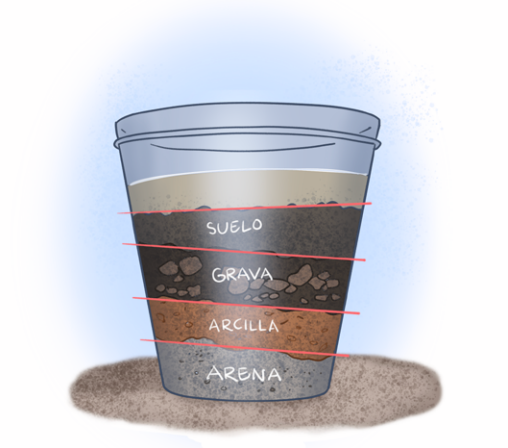
La capacidad de infiltración está influenciada por las propiedades del suelo, la vegetación, la topografía y otros factores. Por eso es importante, por ejemplo, mantener la cobertura vegetal para que la infiltración no disminuya o evitar la impermeabilización de los suelos.

Creatividad

Ya estamos preparados para conocer lo que ocurre con el agua que infiltra, para eso vamos a elaborar un modelo que nos ayude visualizar el comportamiento del agua infiltrada y vamos a relacionar este modelo con algunas características geológicas del medio y con su posición respecto al terreno.

C. Acuíferos

Es claro que el agua se mueve a través de la superficie terrestre hacia el interior de ella. ¿Qué ocurre en su viaje al interior de la Tierra? ¿Cómo es posible que se almacene y esté disponible para su extracción? Respondamos estas preguntas con el siguiente experimento.



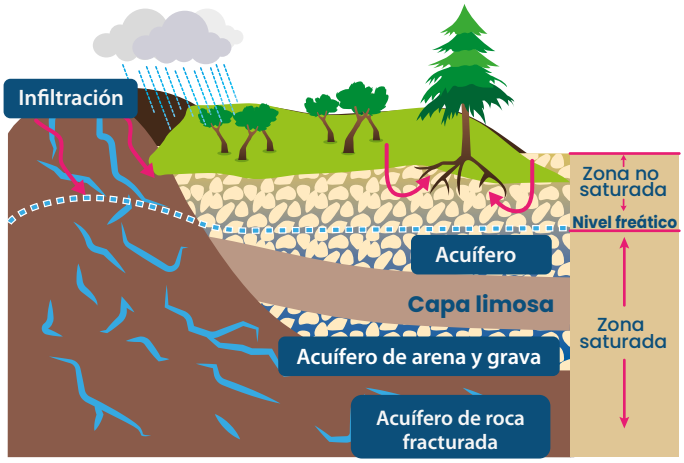
Materiales:

- Recipiente de vidrio o plástico transparente
- Arena fina colada
- Arcilla o tierra muy compacta
- Tierra
- Grava o rocas pequeñas
- Agua

Procedimiento:

1. Coloca en la base del recipiente una capa de grava.
2. Agrega una capa de arena.
3. Incorpora una capa arcilla de al menos $10\ \text{cm}$ de espesor.
4. Coloca de nuevo una capa de grava.
5. Agrega como última capa la tierra. Luego responde:

p. 86



a. ¿En qué capa se acumuló el agua?
b. ¿Qué función está haciendo la capa de arcilla o suelo compacto?
c. ¿De qué manera podría llegar agua hasta las capas inferiores?

Fíjate que...

Existen algunos materiales que pueden ser capas de confinamiento, como la arcilla compacta, por su baja permeabilidad.



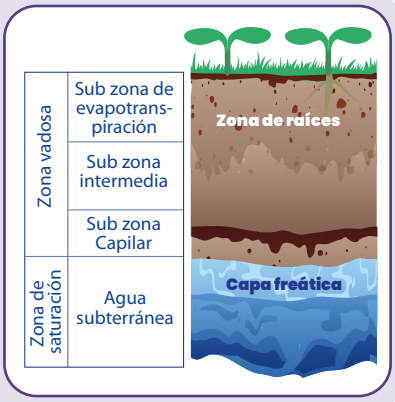
Lo anterior muestra qué ocurre con el agua que infiltra, es un modelo en capas de un **acuífero**. Aprendamos sobre ellos.

Un acuífero es una unidad geológica que puede almacenar y transmitir agua subterránea. Tal como aprendimos en la práctica experimental, existe una **capa de confinamiento o impermeable** que causa que el agua no se mueva o lo haga lentamente. Gravas y arenas no consolidadas, flujos de lava basálticas, rocas volcánicas fracturadas, son ejemplos de unidades geológicas que forman acuíferos.

Otras unidades geológicas importantes son los **acuitardos** cuando contienen cantidades considerables de agua, pero circula lentamente; los **acuicludos** cuando tienen agua, pero no permiten su circulación, y los **acuifugos**, porque no contienen agua debido a que no permiten su circulación.

A continuación, aprendamos sobre la distribución en profundidad del agua cuando esta infiltra. Luego discute en clase sobre esta distribución.

Zona no saturada. Los poros y espacios entre partículas de suelo están parcialmente llenos de agua y aire.
Subzona de evapotranspiración. Entre la superficie y los extremos radiculares de la vegetación con agua utilizable; zona de procesos microbiológicos.
Subzona intermedia. No está afectada por las raíces, contiene agua de retención y capilar aislada.
Subzona capilar. Agua retenida por la tensión superficial y la adhesión en los poros del suelo, así se mantiene suspendida por encima del nivel freático.
Zona saturada. Sometida a presión atmosférica, el agua llena completamente todos los poros.



D. Tipos de acuíferos

Los acuíferos tienen características particulares de acuerdo principalmente con la relación con el terreno y el material que lo conforma. Veamos esta clasificación.

Procedimiento:

1. Lee la siguiente infografía.
2. Responde las preguntas en el Cuaderno de Trabajo.

p. 86

Por su posición respecto al terreno

Confinados. Completamente saturados de agua, entre dos capas impermeables. El agua está sometida a una presión mayor que la atmosférica.
Semiconfinados. Saturados y sometidos a presión, limitados en su parte superior por una capa semipermeable (acuitardo) y en su parte inferior por una capa impermeable (acuicierre o acuifugo) o también por otro acuitardo.
Libres. Son aquellos en los cuales la superficie del agua es libre y se encuentra a presión atmosférica.



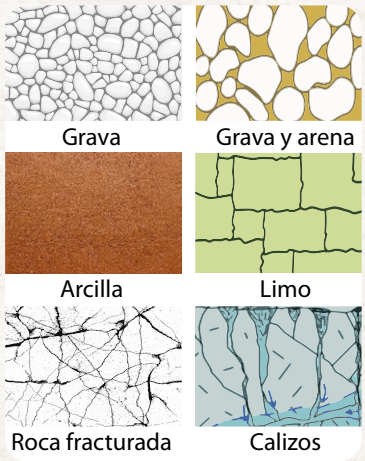
Colgados. Una capa de material semipermeable por encima del nivel freático. El agua que se infiltra queda atrapada en esta capa y forma un lentejón, que normalmente tiene una extensión limitada sobre la zona saturada más próxima.

Por su textura

Acuíferos porosos. Tienen alta capacidad de almacenamiento y transmisión; los hay compuestos principalmente de arena, con alta permeabilidad, y los tipos gravosos, compuestos principalmente de grava con alta permeabilidad.

Acuíferos sedimentarios. Arcillosos compuestos principalmente de arcilla, con baja permeabilidad. Retienen el agua con mayor eficacia, pero trasmisión lenta. Los limosos compuestos principalmente de limo. La permeabilidad varía y puede ser moderada.

Acuíferos carbonatados y fracturados. Calizos que pueden tener una alta permeabilidad, grietas y cavernas con un flujo de agua rápido. Los fracturados compuestos por rocas ígneas o metamórficas fracturadas. La permeabilidad depende de la densidad y conectividad de las fracturas.



Comunicación

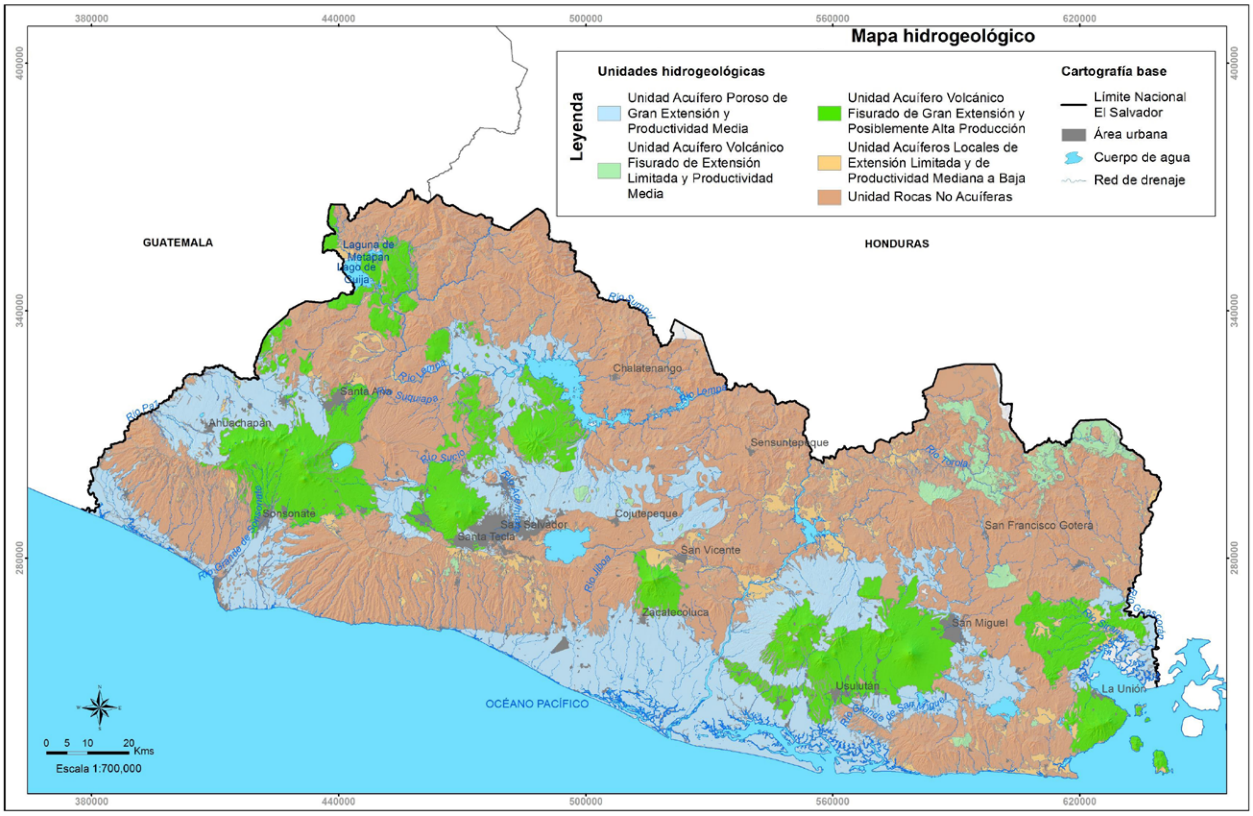
¿Qué hay de las aguas subterráneas en El Salvador? Conozcámoslas y luego hagamos algunas consideraciones importantes sobre la protección y el uso que hacemos de este tipo de agua tan importante.

E. Acuíferos en El Salvador

Existen zonas importantes para la recarga de agua subterránea en El Salvador, agua que va directamente hacia los acuíferos y que posteriormente nosotros podemos consumir. ¿Te gustaría conocerlas?

Procedimiento:

1. Forma grupos de trabajo y analiza el mapa hidrogeológico de El Salvador.



MOVIMIENTO AGUA SUBTERRÁNEA

El movimiento del agua subterránea depende de la porosidad, permeabilidad, textura y diferencias de altura del terreno.

2. Responde:
   a. ¿Puedes identificar en qué zonas existen los acuíferos con mayor producción? Señálalas en el mapa.
   b. Según lo que aprendiste en la actividad anterior, ¿puedes identificar la textura de los acuíferos con mayor producción?
   c. Escribe qué tipo de acuífero hay en la zona que habitas.
3. Discute en clase sobre lo siguiente:

p. 87

Como sabes, la cobertura vegetal es importante para la infiltración. ¿Es posible que la urbanización, la pavimentación, la deforestación y otras actividades similares perjudiquen a largo plazo la recarga de agua subterránea? Si la extracción de agua subterránea de un determinado acuífero es mayor a la recarga, con el tiempo el acuífero perderá gradualmente la disponibilidad del agua. ¡Qué importante es que cuidemos nuestra agua superficial!

F. Revisión al ciclo hidrológico

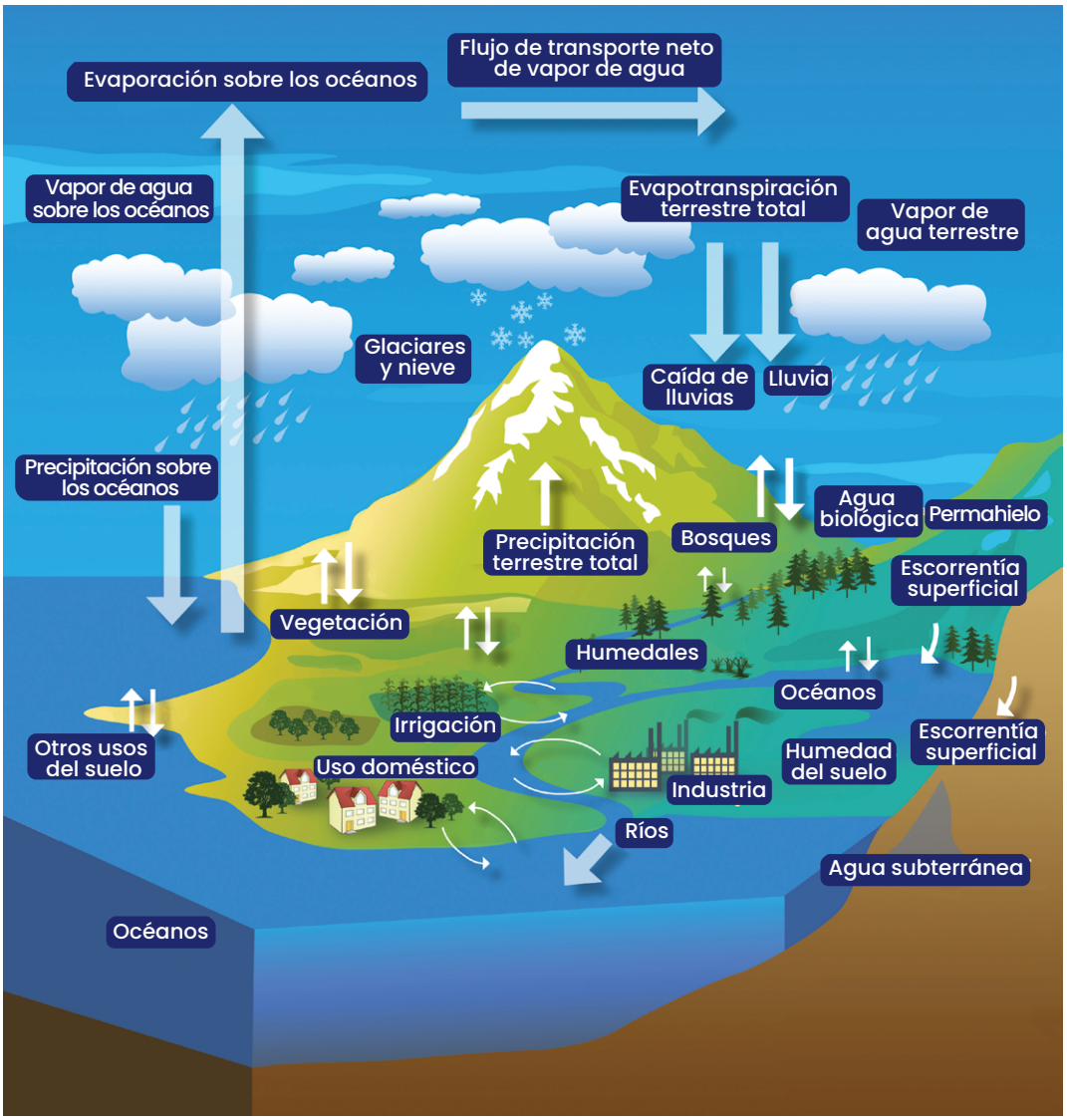
En muchos lugares de El Salvador el agua que consumimos es agua subterránea que se extrae mediante pozos perforados, ya sea artesanales o no. Es importante hacer una reflexión sobre la cantidad de agua que se extrae de los acuíferos, pues si es más de la que se recarga, en el acuífero existirá un déficit y en un futuro se agotará el agua.

Las acciones humanas pueden afectar negativamente o contribuir a la gestión sostenible del recurso hídrico, ya sea para aguas superficiales o subterráneas. Es esencial abordar los desafíos relacionados con el agua de manera responsable y equitativa. La siguiente actividad se enfoca en este aspecto.

Procedimiento

1. Forma grupos de trabajo.
2. Calcula tu huella hídrica siguiendo los pasos del Cuaderno de Trabajo.
3. Escribe un ensayo sobre el ciclo hidrológico usando la estructura que aparece en el Cuaderno de Trabajo.
4. Preparen una exposición de 15 minutos sobre el ciclo del agua y el urbano.

p. 87
p. 88



Ahora ya tenemos una mejor perspectiva del recurso hídrico, considerándolo cuando se encuentra bajo la superficie terrestre o sobre ella.

Fíjate que...

En nuestro país son comunes los pozos artesanales, aunque algunas personas los usan como basureros. Evitemos esa práctica perjudicial.



Calcula tu huella hídrica. Esto sirve para medir el volumen total de agua utilizado directa o indirectamente en la producción de bienes y servicios: https://qrs.ly/rofrtcl

Unidad 5

Calidad del agua

Indagación

Aprendimos aspectos importantes sobre el valioso recurso del agua cuando se encuentra sobre la superficie terrestre o bajo ella. Pero ¿cómo reconocemos que el agua es de buena calidad? Existen parámetros que permiten medir la calidad del agua.

La calidad del agua desempeña un papel fundamental en la salud humana, pero también una influencia directa en los ecosistemas.

Notación...

La calidad del agua se refiere a las propiedades físicas, químicas y biológicas del agua, e incluso de sustancias radiactivas que esta tiene. Estos parámetros son evaluados para garantizar un determinado uso seguro del agua.

La calidad del agua depende principalmente del uso que se le va a dar. No es simplemente decir: «esta agua es buena» o «esta agua es mala». El agua apropiada para lavar un automóvil puede no ser de buena calidad para beberla.

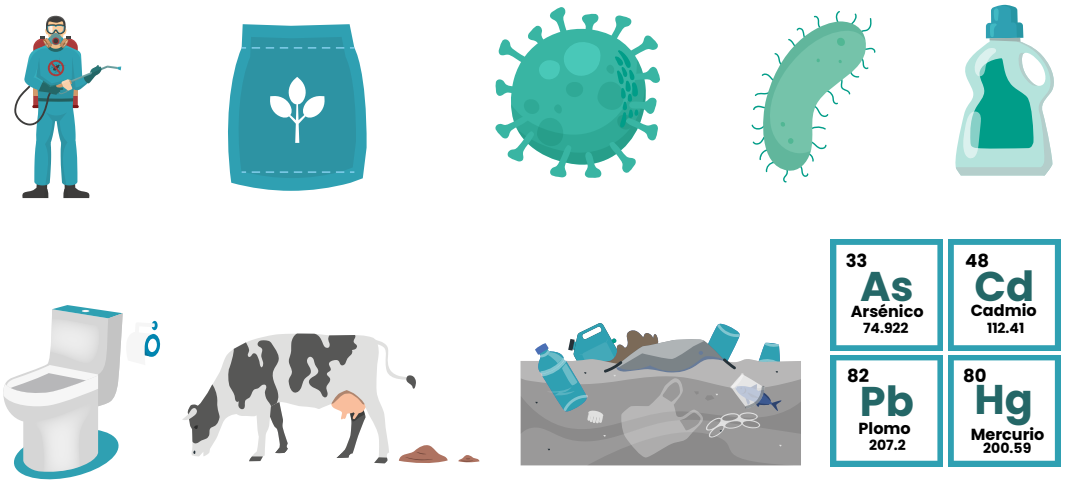


A. Identificando contaminantes del agua

Comenzaremos a estudiar la calidad del agua a partir de la identificación de contaminantes del agua. Este será nuestro punto de partida para luego estudiarlos uno a uno.

Procedimiento:

1. Observa las siguientes imágenes en la ilustración.



2. Escribe cada tipo de contaminante del agua.
3. Clasifica cada tipo de contaminante en biológico o fisicoquímico y responde:
   a. ¿Cuáles de estos contaminantes podrían estar afectando el agua que consumes o el agua de ríos o lagos cercanos a tu vivienda?

p. 89

Una vez que identifiquemos los contaminantes del agua, nos enfocaremos en reconocer qué parámetros podemos medir para saber su calidad. Iniciaremos con los parámetros biológicos más importantes y comunes.

Para medir la calidad del agua se ha implementado un **índice de calidad del agua (ICA)** como una herramienta utilizada para evaluar y resumir la calidad general del agua en una determinada área o sistema acuático. Este índice se basa en la medición de varios parámetros físicos, químicos y biológicos del agua y su comparación con estándares o valores de referencia establecidos.

B. Índice de calidad del agua (ICA)

Se ha utilizado por muchos años en El Salvador un ICA basado en nueve parámetros, pero recientemente se ha implementado un nuevo ICA, que es más integral; este es el del Consejo Canadiense de Ministros de Medio Ambiente- Índice de calidad del agua (CCME-WQI, por sus siglas en inglés). En esta actividad nos centraremos en conocerlos para aprender más sobre su medición e importancia. Estos índices de calidad del agua están enfocados en aguas superficiales.

Procedimiento:

1. Lee sobre los índices de calidad del agua y sus parámetros.

Índice general de calidad del agua

- Coliformes Fecales (en NMP/100 ml)
- Nitratos (NO_3 en mg/L)
- Sólidos disueltos totales (en mg/L)
- Demanda Bioquímica de Oxígeno en 5 días (DBO5 en mg/L)
- Fosfatos (PO_4 en mg/L)
- Oxígeno disuelto (OD en % saturación)
- pH (sin unidades)
- Turbidez (en FAU)
- Temperatura

El ICA adopta para condiciones óptimas un valor máximo determinado de 100, que va disminuyendo con el aumento de la contaminación.

El índice CCME-WQI ha sido diseñado para analizar más información disponible y engloba la información histórica de los parámetros de calidad de agua, que tienen afectación en la calidad de la vida acuática.

Veamos los parámetros que han sido incluidos en este nuevo ICA:

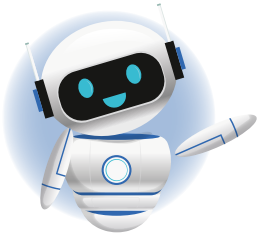
- Coliformes fecales
- DBO5
- Fósforo total
- Nitrato
- Nitrógeno amoniacal
- Oxígeno disuelto
- pH
- Sólidos disueltos totales
- Plomo
- Mercurio
- Cadmio
- Cromo total
- Arsénico
- Sólidos suspendidos totales
- Cobre

2. Responde:
   a. ¿Cuáles de estos contaminantes crees que afectan el agua que consumes o el agua de ríos o lagos cercanos a tu vivienda?
   b. Preliminarmente, ¿te parece que el agua que consumes tiene una excelente calidad? Explica.
   c. ¿Hay algún río, lago o laguna cerca de donde habitas o estudias? ¿Cómo lo describirías respecto a su condición actual relacionada con su calidad?

p. 90

Ya conocemos los parámetros más comunes que se usan en el estudio de la calidad del agua. Determinemos algunos de ellos.

De forma general, el ICA se calcula al ponderar pesos o medidas para cada parámetro, según su importancia, para que sumen 100.



Es importante tener en cuenta que el ICA puede variar según la ubicación y los estándares locales, por lo que es esencial comprender cómo se calcula y qué parámetros se incluyen en un contexto específico.



Creatividad

Nos centraremos en conocer mejor los parámetros del ICA, conoceremos algunas metodologías generales para su medición, y, de forma adicional, veremos la metodología en el laboratorio.

C. Parámetros del índice de calidad del agua

Los parámetros biológicos y fisicoquímicos son indicadores que se utilizan para evaluar la calidad del agua mediante la observación de organismos que habitan en un ecosistema acuático y la determinación de propiedades físicas y químicas en una muestra de agua.

Materiales:

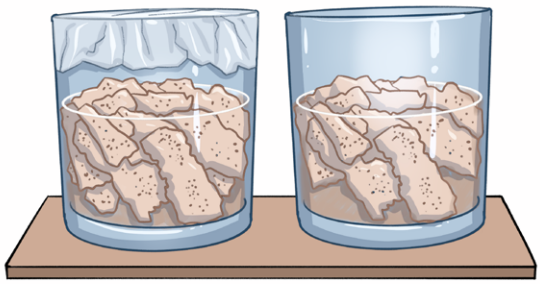
- 2 vasos de vidrio iguales
- Agua
- Porción de tierra
- Recipiente de vidrio
- Pan integral o comida para conejo o peces
- Plástico para empacar
- Papel filtro
- Cuchara

Procedimiento:

Parte I. Parámetros biológicos

En esta primera etapa determinemos la demanda biológica de oxígeno (DBO).

1. Corta el pan en pedazos pequeños.
2. Llena un vaso con agua.
3. Hierve agua e inmediatamente llena el otro vaso.
4. Agrega rápidamente el pan integral y séllalo con el plástico para que no entre aire.
5. Agrega la misma cantidad de pan integral al otro vaso con agua.



Fíjate que...

La DBO se mide en miligramos de oxígeno consumido por litro de agua ($\mathrm{mg/L}$) y las muestras se pueden analizar en un determinado tiempo. Por ejemplo, si es durante 5 días, se llama DBO5.

p. 90-91

6. Guarda los vasos donde no les dé luz directa.
7. Observa los cambios durante cuatro días, luego responde:
   a. Anota los cambios que observas cada día.
   b. Las burbujas que observas son en su mayoría CO_2, ¿sabes quién las ha producido?
   c. ¿Qué elemento importante han consumido y transformados los productores de CO_2?

La práctica anterior muestra el proceso de la DBO. Como el oxígeno disuelto en agua es consumido por microorganismos durante la descomposición de materia orgánica, así la DBO cuantifica este proceso.

Así, la DBO es un indicador importante de la contaminación orgánica del agua; cuanto mayor sea la concentración de materia orgánica en el agua, mayor será la DBO. Su fuente podrían ser aguas residuales no tratadas o materia orgánica en descomposición. Esto también puede ser perjudicial para la vida acuática, ya que los niveles bajos de oxígeno disuelto pueden causar la muerte de peces y otros organismos acuáticos.

Los **coliformes fecales** son otro parámetro importante en la calidad del agua. Son un grupo de bacterias que se encuentran en el intestino de animales de sangre caliente, incluyendo los humanos, y en sus heces.

La presencia de coliformes fecales en el agua es un indicio de contaminación fecal y sugiere la posibilidad de que otros microorganismos patógenos, como bacterias, virus y parásitos, también estén presentes.

Si son ingeridos, estos pueden causar enfermedades gastrointestinales, entre otras. La identificación en agua generalmente implica un proceso de laboratorio que requiere equipo y experiencia especializada en microbiología.

Guía para medir los SST en muestras de agua en el laboratorio: https://qrs.ly/71frtcn

Parte II. Parámetros fisicoquímicos

1. Lee y discute cada uno de los parámetros fisicoquímicos.

pH

Medida de la acidez o alcalinidad del agua. Valores de pH fuera de un rango especifico pueden ser indicativos de problemas en la calidad del agua y afectar la vida acuática.

Oxígeno disuelto

Esencial para la vida acuática, ya que los organismos dependen de él para la respiración. Niveles bajos de oxigeno pueden ser perjudiciales para la vida acuática.

Turbidez

Mide la claridad del agua y está relacionada con la cantidad de particulas sólidas en suspensión. Altos niveles de turbidez pueden afectar la vida acuática.

Sólidos suspendidos totales (SST)

Los SST son particulas sólidas en suspensión en el agua, como sedimentos y materia orgánica. Altos niveles de SST pueden enturbiar el agua y afectar la vida acuática.

Nitratos y fosfatos

Pueden contribuir a problemas de eutrofización. Los nitratos se relacionan a la escorrentia agrícola, fertilizantes y aguas residuales. Los fosfatos con detergentes, fertilizantes y desechos industriales.

Otros parámetros usados e importantes

Conductividad eléctrica

Es la capacidad del agua para conducir corriente eléctrica y está relacionada con la cantidad de sales disueltas en el agua.

Metales pesados

La presencia de metales pesados como el plomo, el mercurio, Arsénico y el cadmio en el agua puede ser tóxica para la vida acuática y representar un riesgo para la salud humana si se consume continuamente.

Otros

Aceites y grasas, zinc, cobre, sodio, boro y similares.

Cada uno de estos parámetros puede ser medido, pero se requieren instrumentos y técnicas de laboratorio específicos. Ahora vamos a determinar uno de esos parámetros, los sólidos suspendidos totales.

2. Coloca agua en el recipiente de vidrio.
3. Agrega tierra al agua y agítala.
4. Espera unos 10 minutos y pasa el agua a través del filtro.
   a. ¿Qué observas que ha quedado retenido en el papel filtro?
5. Deja reposar el agua filtrada hasta el día siguiente y obsérvala.
   b. ¿Qué observas en el fondo del recipiente?

p. 91



Demostramos como las partículas sólidas pueden estar suspendidas en el agua, en muchas ocasiones podemos observar agua clara y «limpia», pero al examinarlas en el laboratorio se puede encontrar sólidos disueltos que no se observan a simple vista.

Comunicación

Es momento de conocer mejor los rangos del ICA para relacionarlos con el uso del agua. Esto nos permitirá analizar estudios que se han llevado a cabo en nuestro país y estar conscientes de las condiciones del agua que usamos y qué medidas podríamos poner en práctica para mejorar esta situación.

D. Usos del agua y el índice de calidad del agua

De acuerdo con el índice de calidad, el agua es adecuada para un uso específico. Veamos cuáles son estos usos más comunes.

Procedimiento:

1. Analiza la siguiente información:



Rangos del ICA y su cálculo

Estos parámetros se miden en laboratorios especializados y se comparan con los valores de referencia de la siguiente tabla:

Parámetro	Unidad		Valor Guía
Arsénico	mg/L	≤	0.01
Boro	mg/L	≤	0.3
Cadmio	mg/L	≤	0.003
Cobre	mg/L	≤	2
Cromo Total	mg/L	≤	0.068
Hierro	mg/L	≤	0.3
Manganeso	mg/L	≤	0.5
Mercurio	mg/L	≤	0.001
Niquel	mg/L	≤	0.02
Plomo	mg/L	≤	0.01
Zinc	mg/L	≤	3
Cianuro Total	mg/L	≤	0.07
Cloruros	mg/L	≤	250
Coliformes fecales	NMP/100 ml	≤	2000
Demanda Bioquímica de Oxigeno (DBO5)	mg/L	≤	4
Fenoles	mg/L	≤	0.01
Fósforo total	mg/L	≤	0.15
Nitratos (NO_3)	mg/L	≤	50
Nitritos (NO_2)	mg/L	≤	3
Nitrógeno Amoniacal	mg/L	≤	1.5
Oxígeno Disuelto	mg/L	≤	4
Potencial de Hidrógeno (pH)	Sin unidades	≤	6.5 a 9.5
Sodio	mg/L	≤	200
Sólidos Disueltos Totales	mg/L	≤	500

Los valores medidos de estos parámetros se normalizan para que estén en una escala de 0 a 100, donde 0 representa la peor calidad y 100 la mejor calidad posible para cada parámetro. Luego se hace una ponderación de parámetros y se asigna un peso o importancia relativa a cada parámetro en función de su relevancia para la calidad general del agua. Una vez calculado, se compara con los siguientes rangos:

Mira cómo se calcula el índice de calidad del agua:
https://qrs.ly/kffrtcp

Rangos de calidad del agua según el ICA y el CCME—WQI

Calidad de agua	Rango de valor	Usos
Excelente	91 a 100	Facilita el desarrollo de la vida acuática
Buena	71 a 90	Facilita el desarrollo de la vida acuática
Regular	51 a 70	Limita el desarrollo de la vida acuática
Mala	26 a 50	Restringe el desarrollo de la vida acuática
Pésima	0 a 25	Imposibilita el desarrollo de la vida acuática

Calidad de agua	Rango de valor	Usos
Excelente	81 a 100	Facilita el desarrollo de la vida acuática
Buena	71 a 80	Facilita el desarrollo de la vida acuática
Regular	51 a 70	Limita el desarrollo de la vida acuática
Mala	26 a 50	Restringe el desarrollo de la vida acuática
Pésima	0 a 25	Imposibilita el desarrollo de la vida acuática

Conocer los usos del agua en nuestra zona es muy importante, pero también saber su calidad, específicamente categorizada en los rangos que acabamos de aprender.

p. 91

2. Responde las preguntas en el Cuaderno de Trabajo.

F. Calidad de agua en El Salvador

Veamos cómo se encuentra la calidad del agua en nuestro país.

Procedimiento:

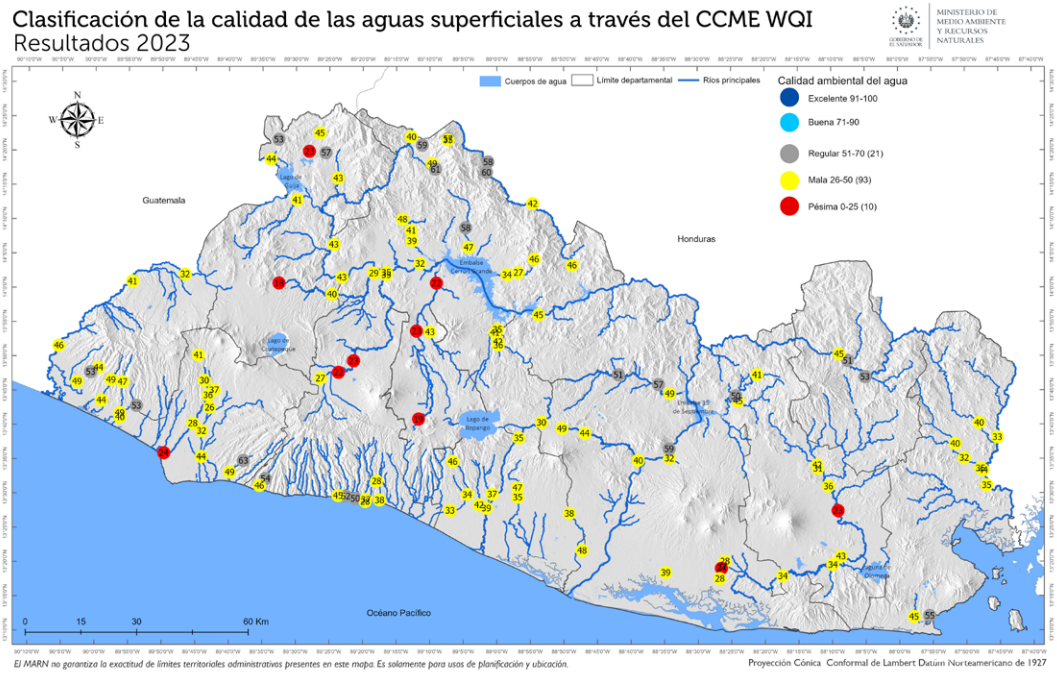
1. Forma grupos de trabajo y preparen una exposición sobre los siguientes aspectos.

Calidad del agua subterránea

Se necesitan otros parámetros y un enfoque diferente para el respectivo análisis de su calidad, en especial al considerarla para consumo humano. Debido a que el agua es un excelente solvente, puede contener muchas sustancias disueltas, y ya que se mueve a través de las rocas y el subsuelo, puede transportar contaminantes desde la superficie hasta los acuíferos. Un reto importante respecto al agua subterránea es establecer los criterios básicos para evaluar su calidad y vulnerabilidad, para lo que es necesario fortalecer los métodos y las redes de monitoreo.

Estudio de calidad del agua en El Salvador

Nos enfocaremos en un estudio de la calidad de agua basado en el CCME—WQI para las aguas superficiales de El Salvador titulado «Informe de calidad de agua de los ríos de El Salvador. Año 2022».



Algunas conclusiones del estudio:

- El 80 % de los ríos del país se clasifican como Clase 3 o zonas de remediación, en los cuales es necesario implementar planes de descontaminación y saneamiento.
- Ningún sitio cumple con la aptitud de uso para agua cruda, para potabilizar por métodos convencionales, evaluados a través de las guías de calidad de agua.

2. Responde:
   a. ¿Qué factores afectan la calidad del agua superficial de El Salvador?
   b. ¿Son necesarios más estudios de la calidad del agua subterránea? Explica.

p. 91

Actualmente se está implementando mejoras en la gestión integral del recurso hídrico, para brindar agua de buena calidad a toda la población; para esto es necesario contar con profesionales en esta área y tu podrías ser uno en el futuro.

Más sobre la calidad del agua subterránea: https://qrs.ly/61frtcq

Accede al sitio para obtener el estudio completo del 2020: https://qrs.ly/3efrtcr



TRANSPORTE DE CONTAMINANTES

Observa el transporte de un contaminante desde la superficie.

Indagación

Conozcamos la atmósfera

De todos los planetas del sistema solar, y de otros planetas en otros sistemas solares, la Tierra es especial porque hasta el momento es el único planeta conocido con una atmósfera que permite condiciones específicas para la existencia de la vida y del agua. En esta semana nos centraremos en conocer la atmósfera, sus propiedades, su composición, sus funciones y el efecto que las actividades de los seres humanos tienen en ella.

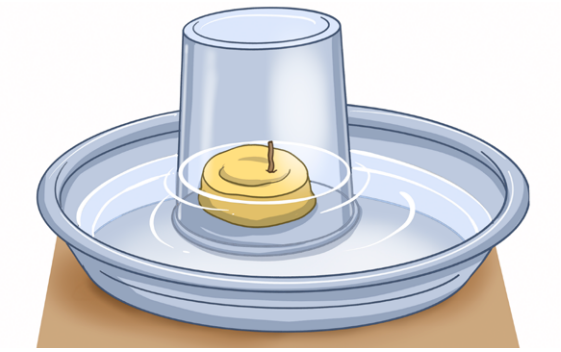


A. Composición de la atmósfera

Si levantas la mirada hacia el cielo sin nubes no observarás algún tipo de materia o de componente en específico, de ahí que exista la idea que se encuentra vacío todo ese espacio. Pero en realidad no se trata de espacio vacío; en esa región se encuentra la atmósfera. ¿Te gustaría aprender de qué está compuesta y la importancia que tiene? Entonces realiza la siguiente actividad.

Materiales:

- Vaso grande o recipiente de vidrio
- Una vela
- Encendedor o fósforos



Procedimiento:

1. Enciende la vela.
2. Cubre la vela con el recipiente de vidrio.
3. Espera y observa qué ocurre con la vela.

Como recordarás, el fuego se produce por la combustión de un material combustible y un oxidante (el más común es el oxígeno), produciendo calor.

4. Responde:
   a. ¿Qué le ocurrió a la vela cuando se tapó y transcurrió el tiempo?
   b. ¿Cuál crees que fue el oxidante que estaba generando la combustión?
   c. ¿Por qué se apagó la vela?

p. 92

Notación...

De forma general, una atmósfera es una capa de gases que rodea un cuerpo celeste, como la Tierra.

Como aprendimos, el espacio que vemos arriba en el cielo y en nuestro entorno en realidad está lleno de compuestos químicos en forma de gases.
La atmósfera y la hidrósfera constituyen un sistema cuyos movimientos dinámicos están estrechamente relacionados.

A continuación, aprenderemos cuál es la composición de la atmósfera. Como ya sabemos, hay oxígeno, pero además hay una gran variedad de gases distribuidos en diferentes proporciones.

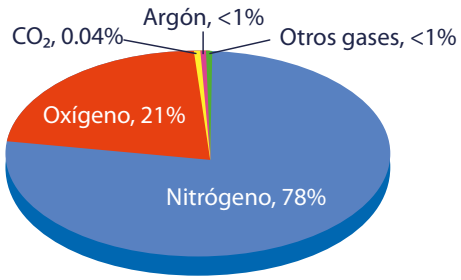
B. Estructura de la atmósfera

Conocer la composición y la estructura de la atmósfera nos permitirá comprender las interacciones que ocurren en ella, las cuales estudiaremos más adelante.

Procedimiento:

1. Forma un grupo de trabajo y lleva a cabo la siguiente lectura.
2. Analiza las ilustraciones.
3. Generen una discusión destacando las ideas principales.

Otros gases:
- Radón (Rn)
- Ozono (O_3)
- Neon (Ne)
- Helio (He)
- Kriptón (Kr)
- Dióxido de carbono (CO_2)



Es importante señalar que la composición de la atmósfera no es constante y puede variar debido a actividades humanas, fenómenos naturales y cambios climáticos.



Los gases que componen la atmósfera varían en cantidad y proporción a medida que ascendemos desde la superficie de la Tierra. La atmósfera tiene una estructura en capas, de acuerdo con los cambios de temperatura respecto a la altura y también con los cambios de composición.

La tropósfera es la capa de la atmósfera que es nuestro hogar. Ahí suceden las interacciones del tiempo atmosférico, en ella están las nubes y ocurre la lluvia. De hecho, la mayor parte de la masa total de la atmósfera se encuentra en ella.



La estratósfera es un conjunto de capas. El aire frío y pesado está en la parte inferior y el aire caliente y ligero en la parte superior. La estratósfera es donde se encuentra la **capa de ozono**.

La mesósfera es la capa media, donde la temperatura cambia con la altura; es donde se queman los meteoros y forman estrellas fugaces.

La termósfera, o esfera caliente, puede alcanzar temperaturas de hasta $2\ 000\ \text{K}$, ya que hay muy pocas moléculas que reciben la radiación solar.

Por último, la exósfera es la capa más externa y separa al resto de capas del espacio exterior. Tiene aproximadamente $10\ 000\ \text{km}$ de espesor.

Tiene gases como hidrógeno y helio, pero están muy dispersos, hay mucho espacio vacío, no hay aire para respirar y hace mucho frío.

La atmósfera está formada por capas con características y composición definida; en cada una de ellas ocurren interacciones importantes, lo que hace que cada capa tenga funciones específicas.

Creatividad

Ya que conocemos la composición y la estructura de la atmósfera. Demos un vistazo a sus valiosas funciones para luego enfocarnos en su función de proveernos el aire que necesitamos.

C. Funciones de la atmósfera

La atmósfera es muy importante para la existencia de la vida en el planeta y para que muchos procesos y ciclos naturales ocurran. Aprendamos sobre una de sus funciones específicas, comenzando por la protección que proporciona.

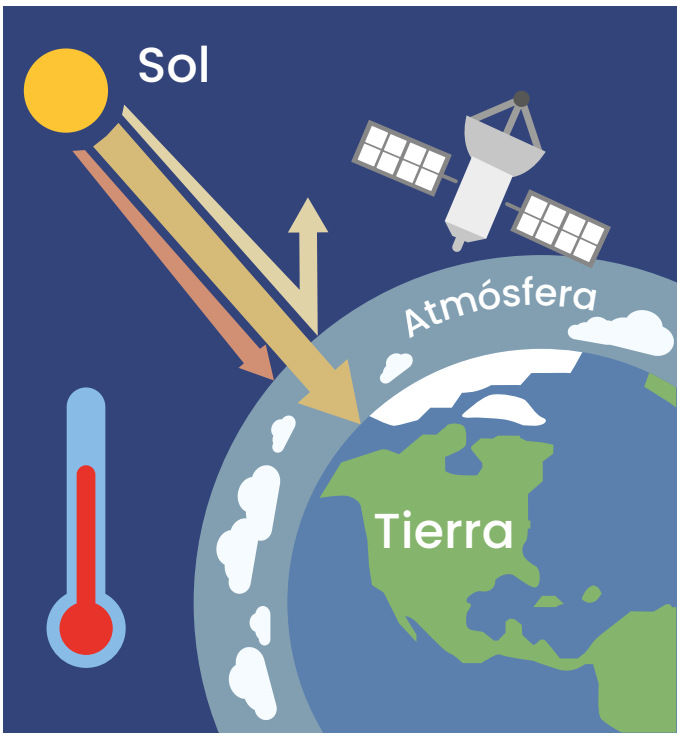
Materiales:

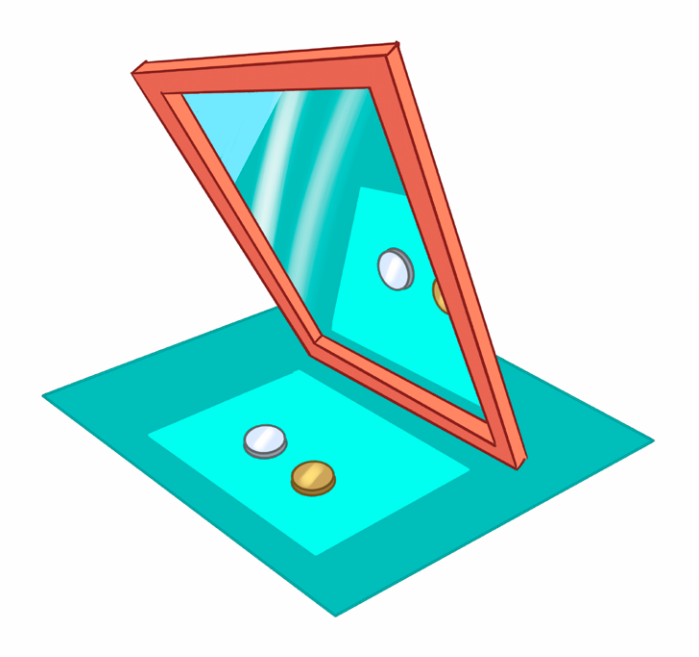
- Dos monedas de un dólar u objetos metálicos similares
- Papel aluminio
- 1 espejo
- Termómetro

Procedimiento:

1. Forra una moneda con el papel aluminio.
2. Coloca las dos monedas bajo luz solar.
3. Coloca el espejo de tal forma que refleje los rayos solares hacia las monedas.
4. Espera $15\ \text{min}$ y luego mide la temperatura de ambas.
5. Ahora responde:
   a. Al comparar las temperaturas, ¿cuál moneda está más caliente?
   b. ¿Qué función hizo el papel aluminio?

p. 92





La atmósfera realiza una función similar a la del papel aluminio en el experimento. En palabras simples, es un escudo protector.

La atmósfera actúa como una capa de protección contra la radiación solar dañina, incluida la radiación ultravioleta (UV) y los rayos X. La capa de ozono en la estratósfera es especialmente importante en esta función, ya que absorbe gran parte de la radiación UV.

La atmósfera ayuda además a la regulación de temperatura. Por la absorción, la dispersión y la emisión de calor, permite la vida gracias al oxígeno y a otros gases que hay en ella, transporta calor, permite el ciclo hidrológico, nos protege de impactos de meteoritos y otros cuerpos, y hasta permite la telecomunicación.

Pero la atmósfera tiene más funciones importantes. Más adelante nos enfocaremos en la dinámica atmosférica al conocer interacciones importantes que se relacionan con el clima y el tiempo atmosférico.

D. ¿Qué respiramos?

La composición de la atmósfera no es siempre constante, esta puede cambiar por la influencia de diversos factores, incluyendo la actividad humana; entre ellas se encuentran la emisión de gases como resultado de la industria y la quema de combustibles fósiles, lo que tiene un impacto directo en la atmósfera e incide en la salud misma. ¿Cómo es esto posible? Veámoslo en el siguiente experimento.

Materiales:

- Cinta adhesiva transparente y ancha o vaselina
- Base de cartón o lámina metálica
- Tijera
- Cordel o hilo grueso
- Lupa



Procedimiento:

1. Corta una base rectangular de cartón.
2. Abre un agujero en uno de los extremos angostos.
3. Introduce una porción de cordel en el agujero.
4. Coloca una porción de cinta sobre el cartón, de manera que el pegamento quede hacia el exterior.
5. Sujeta el cartón en un lugar de interés: en la entrada del aula o del centro educativo, en un árbol cercano o en un lugar similar.
6. Esperar tres días y luego revísalo.
7. Observa con la lupa detenidamente y responde:
   a. ¿Qué observas en el detector?
   b. ¿Sabes de dónde proviene lo que observas en el detector?

p. 92

Podríamos decir que algunas sustancias contaminan la atmósfera y por lo tanto también pueden contaminar el aire que respiramos.

c. ¿Has vivido alguna de las siguientes situaciones? Explica cómo estas situaciones afectan la composición de la atmósfera y la salud de las personas y luego comenta en clase tus respuestas.

p. 93

- Es grande la cantidad de humo que emiten los automóviles y autobuses, especialmente aquellos que no están debidamente regulados; además, en zonas con grandes concentraciones de automóviles y autobuses, también hay un exceso de humo. Esa concentración de gases emitidos son resultado de la combustión, incluyendo gases y partículas, que provienen de la gasolina y el diésel.

- En algunas comunidades, más comúnmente en zonas rurales, hay personas que queman desechos sólidos como plásticos y similares en vista de la ausencia de un sistema de recolección de basura, o simplemente hay personas que acostumbran a quemar los desechos.

Tanto los gases que se producen en la combustión de los automóviles, como los que se producen en la quema de desechos, modifican la composición de la atmósfera, y al respirarlos nos provocan enfermedades.

Fíjate que...

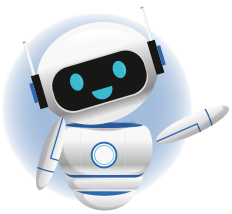
En algunos países se promueve la movilidad sostenible al mejorar la infraestructura para bicicletas y peatones y el uso compartido de automóviles.



Comunicación

¿Qué hay de la calidad del aire en la atmósfera? Es momento de enfocarnos en este aspecto y en la manera en que se mide esa calidad con una aplicación directa en nuestro país.

El índice de calidad del aire (ICA) es una herramienta utilizada para evaluar y comunicar la calidad del aire en una región específica.



Prácticas para reducir la contaminación

- **Usar el transporte público, caminar o andar en bicicleta.**
- **Evitar la quema de desechos.**
- **Participar en actividades de reforestación y conservación.**
- **Evitar o disminuir el uso de productos plásticos de un solo uso o empaquetados.**
- **Emplear el agua y la energía de manera racional y eficiente.**



E. Calidad del aire

La calidad del aire se refiere a la pureza y la composición del aire que respiramos en una determinada área o región. Es un indicador importante de la salud ambiental y puede tener un impacto significativo en la salud humana, la vegetación, los ecosistemas y el clima.

Procedimiento:

1. Forma grupos de trabajo.
2. Analicen la siguiente información.

Las fuentes de contaminación del aire van desde la emisión de gases tóxicos por vehículos y fábricas hasta la liberación de partículas por erosión del suelo. Las inmisiones se definen como contaminantes existentes en el aire cuya absorción causa daño a la salud humana.

Fuentes de contaminación antropicas y naturales



Los contaminantes tienen diversos efectos negativos en el ambiente; por ejemplo, en los humanos pueden causar enfermedades respiratorias y hasta cardiovasculares; en la biodiversidad en general también tiene efectos negativos, como la alteración de ecosistemas.

Pero los daños van más allá a escala global. Piensa en el cambio climático: los gases de efecto invernadero, como el dióxido de carbono (CO_2), el metano (CH_4) y otros, contribuyen al cambio climático al atrapar el calor en la Tierra. Esto provoca el aumento de las temperaturas globales, el derretimiento de los glaciares, el aumento del nivel del mar y eventos climáticos extremos.

3. Responde las siguientes preguntas y comparte las respuestas en clase.
   a. ¿Cuáles contaminantes existen en tu cercanía?
   b. ¿Se puede reducir la producción de esos contaminantes? Explica cómo.
   c. ¿Qué impactos están teniendo en la población?

p. 93

Si es tan importante el estudio de la calidad del aire, ¿cómo podemos saber el nivel de contaminación? Veámoslo en la siguiente actividad.

F. Índice de la calidad del aire

En El Salvador se utiliza el **Índice Centroamericano de Calidad del Aire (ICCA)** para medir la calidad del aire. El ICCA está concebido como una forma sencilla de reportar a la población los niveles de contaminación atmosférica existente mediante una escala de 0 a 500, dividida en seis categorías de calidad de aire que causan ciertos efectos en la salud.

Procedimiento:

1. Forma grupos de trabajo.
2. Visiten el sitio de monitoreo de calidad de aire del MARN.
3. Registren el dato de la calidad del aire en tres estaciones de monitoreo durante tres días seguidos en el Cuaderno de Trabajo. p. 94
4. Comparen los datos y escriban tus conclusiones.
5. Presenten una exposición que contenga la información ofrecida aquí, los datos recolectados y las conclusiones.

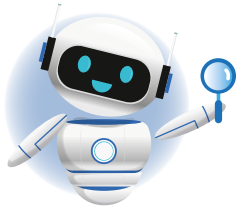
Indice Centroamericano de Calidad de Aire	
ICCA	**Interpretación**
Buena	No se anticipan impactos a la salud cuando la calidad del aire se encuentra en este rango.
Satisfactoria	No se anticipan impactos a la salud cuando la calidad del aire se encuentra en este rango.
No satisfactoria (dañina a la salud de los grupos sensibles)	Los niños y adultos activos, y personas con enfermedades respiratorias como asma, deben evitar los esfuerzos físicos excesivos y prolongados al aire libre.
Daña a la salud	Las personas con enfermedades respiratorias como asma, deben evitar todo el esfuerzo al aire libre; especialmente los mayores y los niños deben limitar el esfuerzo prolongado al aire libre.
Muy dañina a la salud	Las personas con enfermedades respiratorias como asma, deben evitar todo el esfuerzo al aire libre; especialmente los mayores y los niños deben limitar el esfuerzo prolongado al aire libre.
Peligroso	Toda persona debe evitar el esfuerzo al aire libre; personas con enfermedades respiratorias como asma, deben permanecer dentro de sus casas.

El Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales informa sobre la concentración de material particulado menor a 2.5 micrómetros de diámetro ($PM\ 2.5$) Sus concentraciones se miden en $\mu g/m^3$ y, de acuerdo con el rango, se conoce el estado de la calidad de aire.

El material particulado se emite durante la quema de combustible fósil usado como fuente de energía en procesos industriales y en el uso de los automotores. En El Salvador también proviene de la quema de parcelas para preparación de siembras agrícolas, la quema de basura y el uso de leña para cocinar.

El polvo del Sahara es otro fenómeno que se monitorea en El Salvador, pues puede tener un impacto significativo en la calidad del aire en regiones distantes. Ocurre cuando partículas de polvo y arena del desierto del Sahara son transportadas por los vientos hacia otras regiones. Las nubes del polvo del Sahara fertilizan el suelo con fósforo y otros nutrientes, pero pueden causar daños en la salud humana y afectar la calidad del aire.

El Índice Centroamericano de Calidad del Aire se define como un valor representativo del nivel de contaminación atmosférica que indica a la vez los efectos en la salud humana asociados a este dentro de una región determinada.



Visita el sitio para observar el monitoreo en tiempo real: https://qrs.ly/djfrtcv

POLVO DEL SAHARA

El polvo del Sahara recorre cientos de kilómetros hasta llegar a nuestra región.

Indagación

Observaciones meteorológicas

Para conocer la calidad del aire es necesario medir algunos parámetros. En esta semana nos enfocaremos en conocer otros parámetros que nos servirán para comprender interacciones importantes que ocurren en la atmósfera.

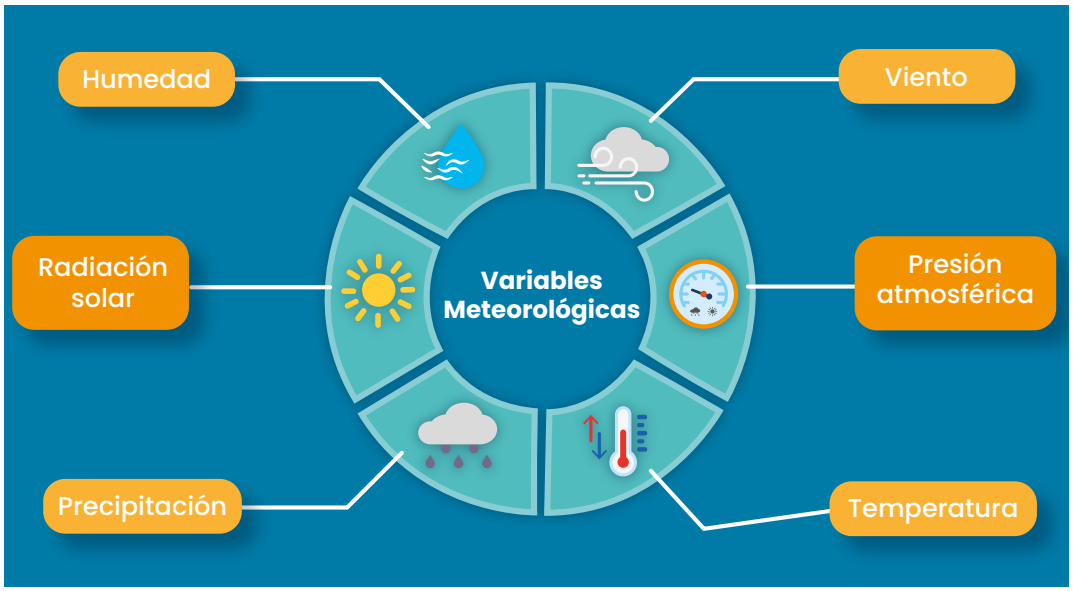
A. ¿Qué parámetros podemos medir de la atmósfera?

La estructura en capas de la atmósfera ocasiona que algunas magnitudes físicas cambien con la altura; ese es el caso de la presión atmosférica, la densidad y la temperatura. Esos cambios tienen consecuencias importantes en el comportamiento de la atmósfera. Además, la composición de la atmósfera cambia respecto a la altura.

Procedimiento:

1. Analiza la siguiente infografía.
2. Observa e identifica cada una de las variables que se pueden medir en la atmósfera.
3. Escribe cómo te imaginas que se mide cada una de ellas. Luego responde:
   a. ¿Cuál es la importancia de cada una de ellas?

p. 95



Los centros de monitoreo se encargan de recopilar, analizar y emitir información relacionada con las condiciones atmosféricas y meteorológicas en una determinada región. Juegan un papel fundamental en la generación de pronósticos del tiempo.



Para realizar las observaciones meteorológicas necesitamos instrumentos de medición adecuados para cada tipo de magnitud que se medirá. Es interesante que estos instrumentos usualmente se integran en estaciones meteorológicas, que se ubican en zonas estratégicas para que operen. En la actualidad se utilizan los sensores remotos para la medición de variables meteorológicas, entre lo que destacan los satélites y los radares.

Los datos recopilados mediante observaciones meteorológicas se emplean en diversas aplicaciones, como la predicción del tiempo a corto y largo plazo, la gestión de desastres naturales, la agricultura, la aviación, la navegación, la energía renovable y la investigación climática.

Comenzaremos por estudiar las aplicaciones accesibles que existen para la observación de datos meteorológicos para luego aprender sobre cada uno de ellos.

B. Observemos datos meteorológicos

Observar datos meteorológicos es en ocasiones de interés para cualquier persona, sin importar si se dedica o no al estudio de la atmósfera. Usualmente nos interesa ver el pronóstico del tiempo atmosférico a corto plazo.

Procedimiento:

1. Busca sitios donde se pueda encontrar datos meteorológicos.
2. Visita algunos de estos sitios para observar datos meteorológicos.

Centros de monitoreo nacionales. La mayoría de los países cuentan con un servicio meteorológico nacional que proporciona los datos más actualizados y exactos de pronósticos del tiempo.



Sitios web meteorológicos. Dedicados a proporcionar información meteorológica precisa y actualizada. Entre ellos se encuentran grandes instituciones a escala mundial que se encargan del monitoreo de estos datos y de su divulgación.



Aplicaciones móviles. Muchas aplicaciones móviles ofrecen pronósticos y alertas meteorológicas. Estas aplicaciones suelen utilizar datos de servicios meteorológicos confiables.



3. Responde:
   a. ¿Qué diferencias observas en los datos proporcionados por cada uno?
   b. Haz una lista de todos los parámetros meteorológicos que se encuentran en cada lugar que visitaste.
   c. ¿Cuál de esos servicios es el más accesible?
   d. ¿Por qué los servicios meteorológicos nacionales son los que proporcionan información más exacta y precisa sobre el tiempo atmosférico?

p. 95-96

En El Salvador, el centro de monitoreo encargado forma parte del Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales (MARN) y divulga información en su sitio web y redes sociales.

Veamos a continuación formas convencionales de medir algunos parámetros meteorológicos para luego analizar su importancia.

Sitio web del área de meteorología del MARN, la institución en cargo en El Salvador: https://qrs.ly/7ufrtcw

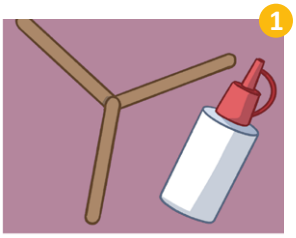
Windy.com, un sitio web donde puedes visualizar mucha información: https://qrs.ly/qofrtcx

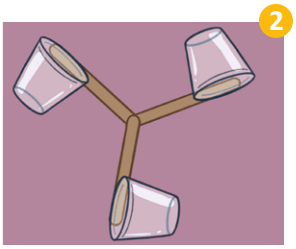
Accede a la aplicación _The Weather Channel_ disponible para sistema Android: https://qrs.ly/tifrtcz

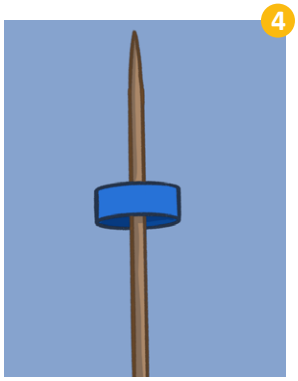


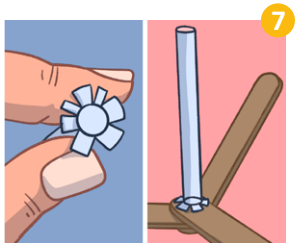
Creatividad

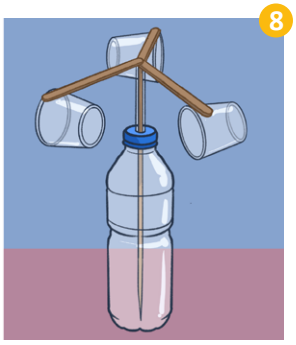
Conozcamos algunos parámetros que podemos medir en la atmósfera, así como los instrumentos que se usan para su medición, la forma en que se registran y algunas interpretaciones preliminares.











C. Temperatura, humedad, presión atmosférica y vientos

Comencemos estudiando la medición de los vientos, uno de los parámetros más importantes. Los vientos son movimientos horizontales de aire de los que usualmente se busca medir la dirección y su rapidez.

Materiales:

- 3 paletas de madera
- 3 vasos plásticos
- Botella plástica
- Pajilla resistente
- Cronómetro
- Un pincho de madera con punta y base plana
- Silicón
- Picahielo
- Plumón

Procedimiento:

Parte I. Medición de velocidad del viento

1. Pega las tres paletas por un extremo formando ángulos de $120°$ entre ellas.
2. Pega el otro extremo de cada paleta a cada vaso, cuidando que todos los vasos vayan en la misma dirección.
3. Abre un agujero en el centro del tapón de la botella.
4. Introduce la punta del pincho en el agujero del tapón de manera que quede fijo.
5. Llena la botella con agua hasta ¾ partes.
6. Coloca el tapón con el pincho en la botella.
7. Corta una cuarta parte de la pajilla, hazle unas pestañas y pégala en la unión de las paletas.
8. Introduce la porción de pajilla en la punta del pincho, de manera que la pajilla no tope en el tapón y el pincho se mantenga centrado.
9. Mide el radio del instrumento desde la pajilla al extremo de un vaso.
10. Coloca el anemómetro en el exterior, preferiblemente donde haya una corriente de viento.
11. Marca uno de los vasos con plumón.
12. Usa el cronómetro para contar el número de vueltas o revoluciones que da el vaso marcado en un minuto; haz cuatro mediciones y calcula el promedio.
13. Calcula las revoluciones por segundo usando la fórmula del Cuaderno de Trabajo.
14. Calcula la rapidez lineal del viento.

p. 96

Los meteorólogos utilizan datos sobre la velocidad del viento para predecir el comportamiento del tiempo atmosférico, como la llegada de frentes fríos, sistemas de tormentas, cambios en la temperatura, y otros.

Existe otro parámetro importante, la presión atmosférica. En un punto dado, esta se define como la altura de la atmósfera suprayacente de una columna de área de sección transversal unitaria alrededor de ese punto que se extiende hasta la parte superior de la atmósfera. La variación vertical de la presión con la altura es grande en comparación con su variación horizontal y temporal.

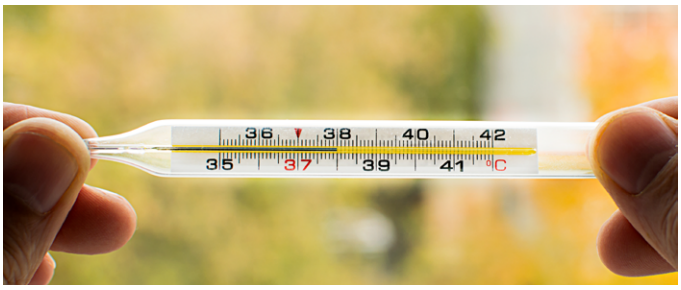
La presión atmosférica puede cambiar en la escala horizontal debido a condiciones geográficas como la latitud y la longitud y a la proximidad al mar o a las montañas, pero también por la desigual taza de radiación solar que se recibe en la superficie del planeta, lo que provoca distintas temperaturas en la superficie y facilita que se formen sistemas meteorológicos, como altas y bajas presiones, algo muy importante.

La temperatura juega un papel crucial y se relaciona con la presión atmosférica. ¿Cómo podemos medirla? ¿Qué influencia tiene en las características de la atmósfera? Veamos a continuación.

Parte II. Medición de temperatura

1. Realiza mediciones de temperatura con el termómetro durante tres días seguidos.
2. Establece tres horas distintas durante el día para la medición; por ejemplo, a las 7:30 A.M., a las 9:30 A.M. y a las 11:30 A.M.
3. Registra los datos.
4. Toma nota de la temperatura en ese mismo horario, ya sea de un sitio web, una aplicación móvil o del MARN. Usa los QR de la página 165.
5. Responde:
   a. ¿Cómo varía la temperatura en distintas horas del día?
   b. ¿Hubo cambios de temperatura de un día a otro?
   c. Respecto a los datos de temperatura consultados, ¿hay cambios? ¿A qué crees que se debe?

p. 97







En meteorología es útil conocer la temperatura debido a que es crucial en la formación de sistemas meteorológicos; además, la temperatura afecta la **humedad relativa del aire** y, por lo tanto, la probabilidad de que se forme nubosidad y precipitaciones.

Ahora centrémonos en la humedad, que es la cantidad de vapor de agua en el aire. La humedad relativa (HR) es una medida común en meteorología y representa la cantidad de vapor de agua presente en el aire en relación con la cantidad máxima de vapor de agua que el aire podría contener a una temperatura y presión dadas. Se expresa en porcentaje: si es del 100 %, el aire está completamente saturado y no puede retener más vapor de agua, lo que puede dar lugar a la formación de nubes y precipitación.

La medición de la humedad es importante debido a que permite obtener información valiosa para comprender la dinámica atmosférica y la predicción del tiempo. Un ejemplo especifico sería que con la medición de humedad se puede determinar la formación de nubes y la condensación, que está directamente relacionado con la precipitación.

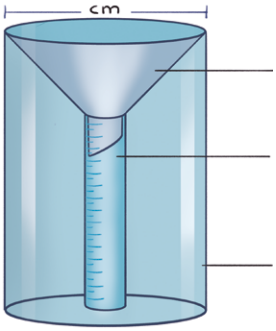
Estos parámetros meteorológicos son de gran importancia, y debido a esto son constantemente medidos y monitoreados. Aprendamos sobre otros.

He aprendido que en un ambiente con una humedad relativa alta la sensación de calor es más intensa debido a la dificultad del cuerpo para enfriarse a través de la evaporación del sudor.



ESTACIÓN METEREOLÓGICA

En una estación meteorológica hay diferentes instrumentos que miden diversas variables para elaborar predicciones meteorológicas.



Observa las estaciones que miden precipitación en El Salvador: https://qrs.ly/rpfrtd1

Clasificación de nubes: https://qrs.ly/slfrtd2

D. Precipitación y otras observaciones meteorológicas

La precipitación es uno de los fenómenos meteorológicos con los que más estamos relacionados. Medir la cantidad de lluvia en un determinado punto tiene una especial importancia debido a que así se puede conocer mejor la distribución de lluvia para intereses agrícolas y ganaderos, de gestión del riesgo (como las inundaciones), sistemas de abastecimiento y hasta para validar pronósticos de lluvia. Construyamos un **pluviómetro** casero y usémoslo para medir la cantidad de lluvia en tu casa o centro educativo.

Materiales:

- Embudo recolector de unos 16 cm de diámetro, 15.96 cm de diámetro es una medida estándar usada y recomendada por la Organización Meteorológica Mundial (WMO, por sus siglas en inglés).
- Tubo de 5.04 cm de diámetro o aproximado (se busca que tenga 10 veces menos el área del embudo recolector). La altura del tubo debe ser de unos 40 cm como mínimo
- Cilindro contenedor para embudo y tubo de unos 50 cm de altura y el mismo diámetro que el embudo
- Pegamento o silicón
- Regla plástica

NOTA: se puede construir un pluviómetro con otras medidas siguiendo el diseño sugerido, y será solo representativo. Otra opción es comprar uno.

Procedimiento:

1. Pega el tubo con el embudo.
2. Coloca el embudo y el tubo pegado en el interior del cilindro contenedor.
3. Coloca una regla vertical pegada al cilindro contenedor y ajustada con el tubo.
4. Coloca el pluviómetro en un lugar seguro (donde no se caiga) de tu casa o centro educativo para que colecte la próxima lluvia.
5. Realiza la medición y luego compara con el mapa de lluvia publicado por el MARN en su página de X (antes *Twitter*). Si tu medición fue cerca de una estación meteorológica usada por el MARN, tu medición debe ser similar; pero si no es así:
   a. ¿A qué crees que se debe la diferencia?
6. Realiza tres mediciones, si las condiciones te lo permiten.

p. 97

Hay más parámetros, pero un dato meteorológico importante que vamos a considerar es la clasificación de nubes. Sí, las nubes pueden clasificarse por tipos según su apariencia y la altitud a la que se encuentran en la atmósfera. El Atlas Internacional de Nubes de la Organización Meteorológica Mundial describe el sistema de clasificación de las nubes.

¿Por qué es esto tan importante? Algunas nubes conocidas como **cumulonimbus (Cb)** son nubes de tormenta que pueden traer lluvia intensa, granizo y rayos. La presencia de estas nubes a menudo señala condiciones de tormenta. Debido a esto, desde hace mucho tiempo este tipo de observaciones han resultado útiles para el pronóstico del tiempo atmosférico. ¡Qué cosas más interesantes hemos aprendido en estas actividades!

Comunicación

El registro y la integración de datos meteorológicos es de gran importancia en el estudio de los procesos que ocurren en la atmósfera. Por esta razón, ahora nos centraremos en ver cómo se registran estos datos y su disponibilidad para ser consultados.

E. Registro de datos meteorológicos

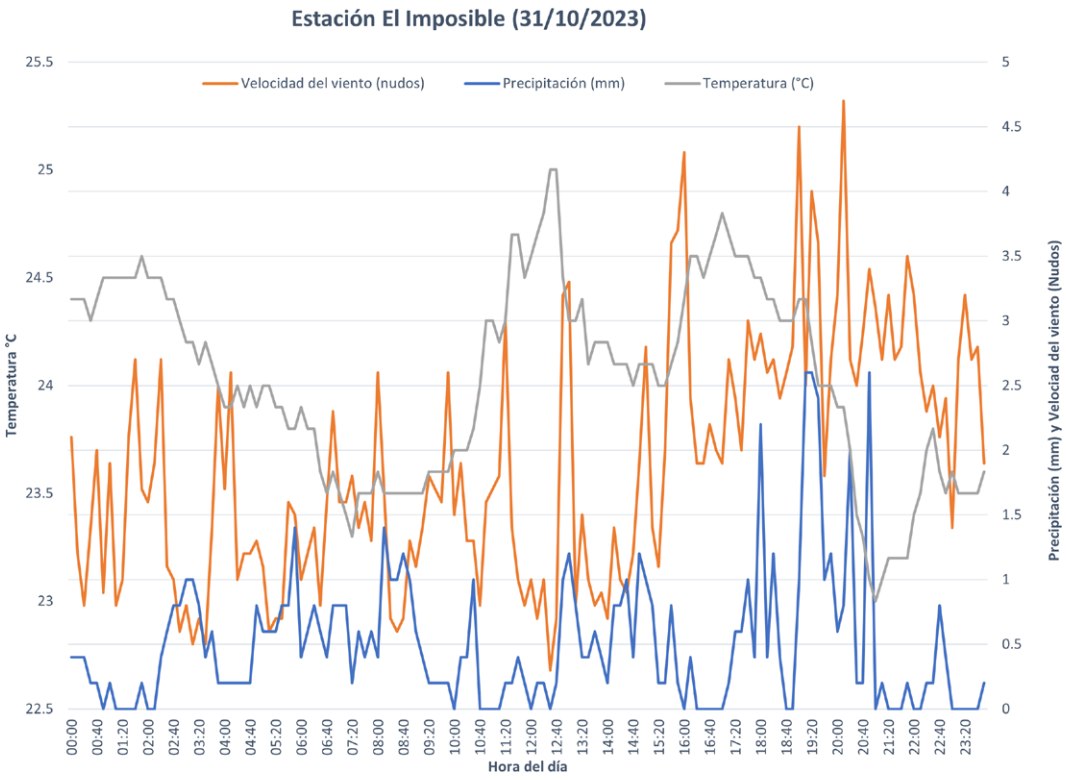
Llevar un registro de datos meteorológicos es esencial para comprender y analizar las condiciones climáticas a lo largo del tiempo. En El Salvador se han instalado estaciones meteorológicas con el fin de obtener mediciones continuas de parámetros meteorológicos; estas estaciones pueden ser automáticas cuando transmiten datos meteorológicos de forma remota cada cierto tiempo (por ejemplo, cada 10 minutos).

Visita el sistema de consulta de estaciones hidrotelemétricas del MARN: https://qrs.ly/1mfrtd4

Procedimiento:

1. Observa la gráfica de los parámetros meteorológicos tomados de la estación para un día específico.
2. Responde las preguntas en el Cuaderno de Trabajo.

p. 98



Se necesitan especialistas en análisis e interpretación de los parámetros meteorológicos. Usualmente, estos son meteorólogos o profesionales similares, que realizan el pronóstico del tiempo basado en modelos que integran estos parámetros.



3. Visita el sitio de internet en el que están las estaciones automáticas de El Salvador, busca una estación que contenga mediciones de temperatura, precipitación, velocidad de viento promedio y radiación solar.
4. Completa la tabla con los datos de cada parámetro.
5. Elabora una gráfica como la anterior, puedes usar más escalas en el eje vertical si es necesario.

Para realizar un registro de datos meteorológicos se necesitan algunos de los instrumentos que ya conocemos y seguir un proceso organizado.

Fenómenos meteorológicos

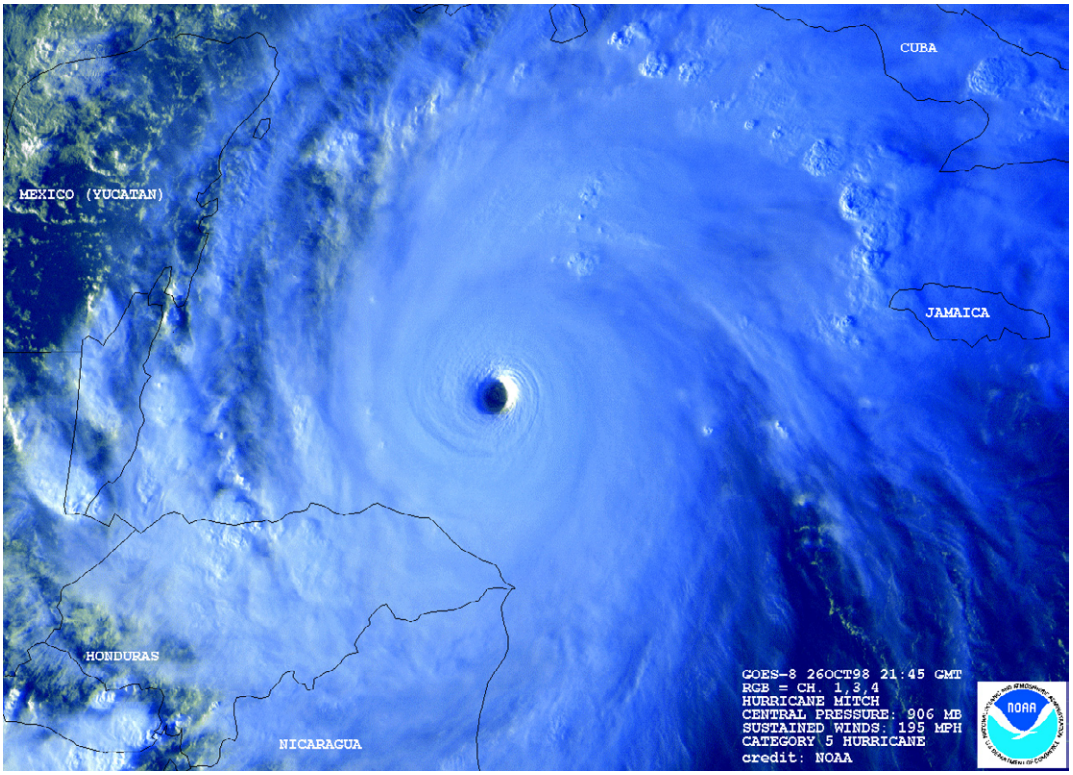
En diferentes latitudes y escalas ocurren fenómenos meteorológicos importantes. En esta semana nos centraremos en conocer los sistemas meteorológicos de las latitudes bajas, entre los que destacan los **ciclones tropicales.**

A. Fenómenos meteorológicos que afectan a El Salvador

A finales de la temporada de **huracanes** de 1998, en el Atlántico se formó uno de los huracanes más poderosos y destructivos, el huracán Mitch.

Procedimiento:

1. Observa la espectacular imagen sobre el huracán Mitch en el año 1998.
2. Lee la información proporcionada.



Notación...

Un fenómeno o sistema meteorológico es un suceso natural que ocurre en la atmósfera relacionado con el clima o con el tiempo atmosférico en una determinada dimensión espacio-temporal.

El huracán Mitch se encuentra entre los cinco sistemas más fuertes registrados en la cuenca del Atlántico en términos de vientos sostenidos ($290\ \mathrm{km/h}$), presión barométrica y duración.

El Mitch se formó al oeste del mar Caribe y en condiciones extremadamente favorables alcanzó en muy poco tiempo la categoría 5, que es el nivel más alto. Luego, mientras se debilitaba, se desplazó al suroeste. Debido a su movimiento lento dejó cantidades históricas de precipitaciones en Honduras, Nicaragua y El Salvador. Las inundaciones causaron daños estimados en cinco mil millones de dólares y se registraron entre 11 000 a 20 000 muertes directas e indirectas.

3. Responde las preguntas en el Cuaderno de Trabajo.

p. 99

Ahora nos centraremos en aprender sobre el proceso de formación de ciclones tropicales, escalas de medición, sus impactos y el historial de ciclones tropicales en El Salvador. A la vez, aprenderemos sobre otros sistemas meteorológicos que ocurren en las latitudes bajas y medias.

B. Conociendo los sistemas meteorológicos

Conozcamos los sistemas meteorológicos más comunes.

Procedimiento:

1. Lee la siguiente clasificación de sistemas meteorológicos.
2. Realicen en la clase una lluvia de ideas sobre estos sistemas y sus propiedades.

Sistemas meteorológicos de las latitudes medias

Frentes. Son regiones límites que separan masas de aire con distintas temperaturas y humedades. Son clasificados como frentes cálidos y fríos de acuerdo con su dirección de movimiento. Los frentes cálidos son una masa de aire cálido que avanza y hace retroceder a una masa de aire frío. Los frentes fríos son una masa de aire frío que avanza y reemplaza a una masa de aire más cálido; estos tienen especial importancia en patrones climáticos y están asociados con descensos de temperatura y generación de vientos.

Ciclones extratropicales. Son sistemas meteorológicos de gran escala que se caracterizan por la interacción de masas de aire cálido y frío, así como por la presencia de frentes. Son responsables de cambios climáticos significativos en estas regiones y se forman por una baja presión.

Jet stream. Las corrientes en chorro son bandas relativamente estrechas de viento fuerte en los niveles superiores de la atmósfera; generalmente ocurren a 9 100 metros de altura, aproximadamente. Cuando se encuentran dos masas de aire a distintas temperaturas o densidades, la diferencia de presión resultante de la diferencia de densidad (que es la que causa los vientos) es mayor en la zona de transición. Estas corrientes pueden ser polares y subtropicales.

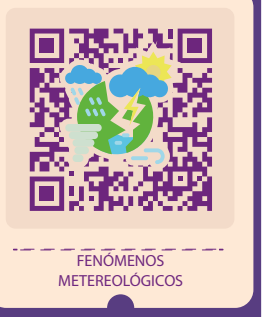
Sistemas meteorológicos de las latitudes bajas

Monzones. Son sistemas de vientos que forman parte de la circulación general de la atmósfera caracterizados por la persistencia estacional en una dirección dada y por un cambio brusco de dicha dirección al pasar de una estación a otra. La causa primaria es el calentamiento diferencial (cuyo signo cambia del verano al invierno) entre un continente y el océano próximo.

Ciclones tropicales. Tormentas de rápida rotación que extraen energía de océanos tropicales para desarrollarse. Tienen un centro de baja presión y nubes que giran en espiral hacia la pared del ojo; en la parte central del sistema el clima normalmente es tranquilo y libre de nubes. Su diámetro suele oscilar entre 200 y 500 km pero puede alcanzar los $1\,000$ km.

Tormentas eléctricas. Transportan calor y humedad entre los niveles bajos y altos de la atmósfera, con vientos fuertes, intensas precipitaciones, truenos, relámpagos y tornados, que son columnas verticales extremadamente rápidas y violentas que rotan y se extienden desde la base de una nube columuninbus.

El Niño-Oscilación del Sur. También conocido como ENOS (ENSO, en inglés), es una fluctuación periódica en la temperatura de la superficie del mar (El Niño) y la presión del aire de la atmósfera suprayacente (Oscilación del Sur) a través del océano Pacífico ecuatorial. Provoca estragos en la zona intertropical y ecuatorial debido a las intensas lluvias, afectando principalmente a la región costera del Pacífico de América del Sur.



Observa las definiciones y las animaciones de los sistemas meteorológicos.

Fijate que...

Los frentes fríos causan efectos importantes en El Salvador, entre ellos la disminución de la temperatura, y permiten el ingreso de vientos Nortes en el territorio.

Creatividad

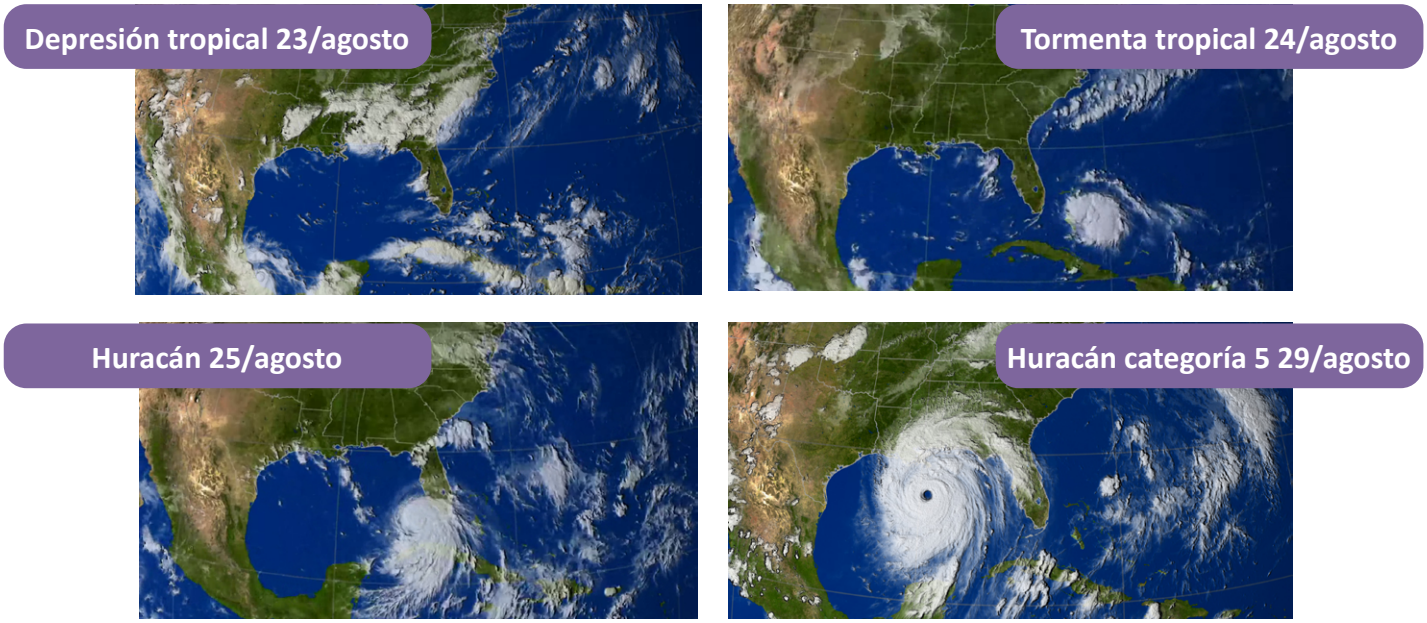
El primer paso en el estudio de los ciclones tropicales es conocer su formación y las propiedades que permiten clasificarlos. Pero ¿cómo se forman los ciclones tropicales? Conocer este proceso es importante para comprender mejor por qué nos afectan en nuestro país.

C. Formación de ciclones tropicales

Conozcamos cómo se forma un ciclón tropical y luego aprendamos acerca de su clasificación.

Procedimiento:

1. Observa la secuencia de imágenes de formación de un ciclón tropical (huracán Katrina, 2005).



Observa la animación del huracán Katrina:
https://qrs.ly/qffrtd6

2. Responde:
   a. ¿Cómo cambió el sistema respecto a su forma, tamaño y trayectoria?
   b. ¿Qué pasó con los vientos asociados a medida que fue cambiando?

p. 100

Ya vimos cómo pueden cambiar estos sistemas hasta formar los huracanes, pero también es importante saber por qué se forman.

Los ciclones tropicales se forman cuando el aire cálido y húmedo se eleva desde la superficie de los océanos. El aire se mueve hacia arriba, causando un área de menor presión cerca de la superficie del océano. A medida que el aire cálido continúa subiendo, el aire circundante gira para ocupar su lugar. Cuando el aire cálido y húmedo se eleva y se enfría, el agua en el aire forma nubes.

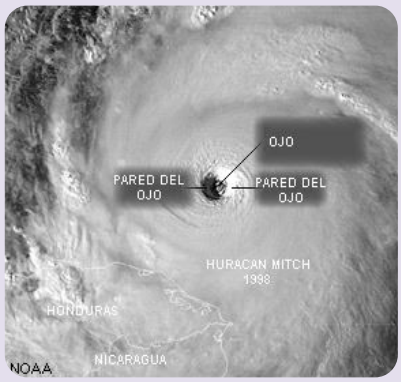
Todo el sistema de nubes y aire gira y crece alimentado por el calor del océano y el agua que se evapora de la superficie. Al girar cada vez más rápido el sistema de tormenta se forma un ojo en el centro. En el ojo, la presión de aire es muy baja. Finalmente, el aire de presión alta baja hacia el interior del ojo.

¡Qué espectacular es la formación de un ciclón tropical, y más aún poder observar cómo se mueven y cambian con el tiempo!

3. Observa y discute las partes que conforman un ciclón tropical.

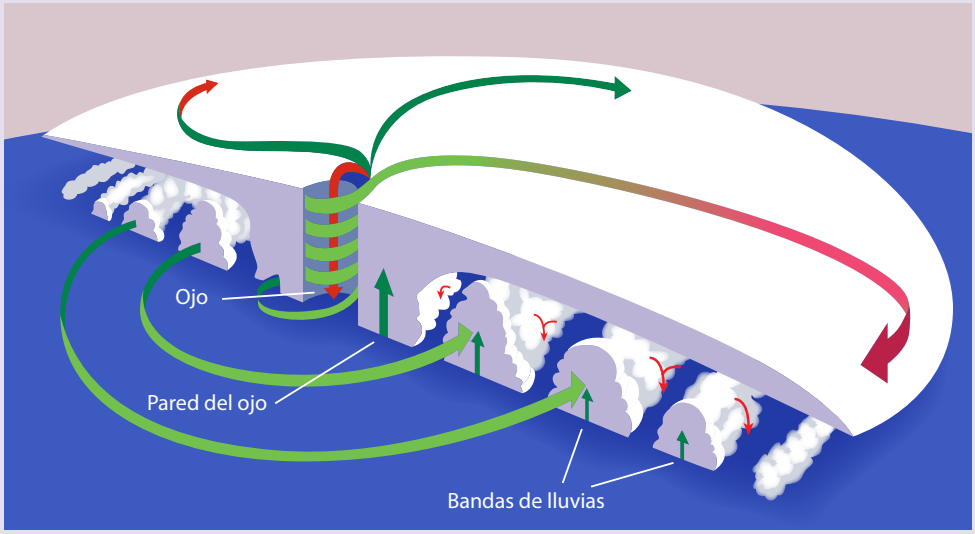
Partes de un ciclón tropical

Ojo. El centro del huracán, un área relativamente tranquila y despejada. Por lo general, se desarrolla un ojo cuando las velocidades máximas sostenidas del viento superan los $119\ \text{km/h}$. Los vientos ahí no superan los $24\ \text{km/h}$.



Pared del ojo. Donde los vientos más fuertes se acercan hay tormentas y vientos fuertes.

Bandas de lluvia. Bandas curvas de nubes y tormentas eléctricas que se alejan de la pared del ojo en forma de espiral. Pueden extenderse a unos cientos de kilómetros del centro.



D. Clasificación de ciclones tropicales

Ya hablamos sobre categorías de huracanes: mientras más grande es el número asignado, nos transmite la idea de un huracán de mayor tamaño. Conozcamos la escala que sirve para clasificar ciclones tropicales, la escala de Saffir-Simpson.

Procedimiento:

1. Observa y analiza la escala Saffir-Simpson.
2. Clasifica los huracanes descritos en tu Cuaderno de Trabajo.

p. 100

Los ciclones tropicales en el Atlántico, mar caribe y en el noreste del Pacífico se llaman huracanes; en el noroeste del Pacífico se denominan tifones, y en el océano Índico se conocen como ciclones.

Conocer la clasificación de los ciclones tropicales nos ayudará a estar preparados ante sus efectos.

Observa un video educativo sobre la escala Saffir-Simpson: https://qrs.ly/f3frtd7

Escala de huracanes de Saffir-Simpson

Categoría	Velocidad del viento mph (km/h)
5	≥ 156 (≥ 250)
4	131-155 (210-249)
3	111-130 (178-209)
2	96-110 (154-177)
1	74-95 (119-153)

Clasificación adicional

Tormenta tropical	39-73 (63-117)
Depresión tropical	0-38 (0-62)

Más información sobre los ciclones tropicales: https://qrs.ly/t3frtd8

Es momento de estudiar el monitoreo que se hace de estos fenómenos, ya que es posible conocer los parámetros que intervienen para su formación. Además, haremos una revisión de los impactos asociados y del historial de ciclones tropicales en el país.

E. Monitoreo de ciclones tropicales y sus impactos asociados

En El Salvador, las dos zonas potenciales para generar este tipo de fenómenos son las cuencas de los océanos Pacífico y Atlántico. La institución que se encarga del monitoreo de cualquier perturbación o disturbio es el Centro Nacional de Huracanes (NHC, por sus siglas en inglés), y para cada zona hay un monitoreo específico.

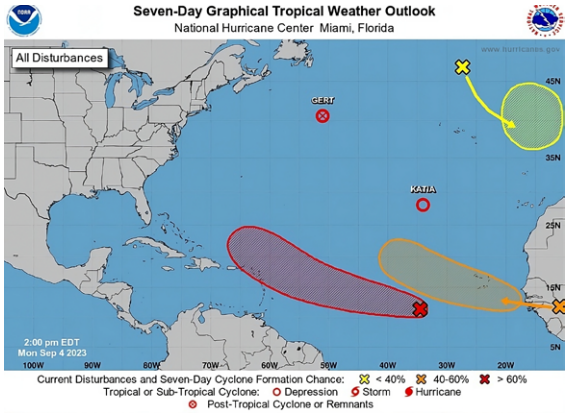
Fíjate que...

Los pasos de ondas tropicales en El Salvador pueden aumentar las precipitaciones en el territorio.

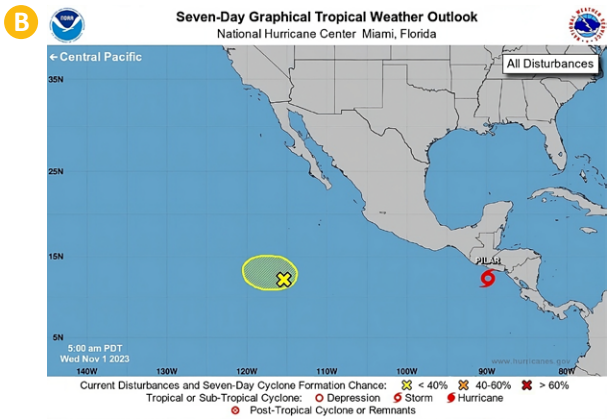
Debido a lo complejo que es el seguimiento de la formación de este tipo de sistemas se usan términos probabilísticos, tanto en la trayectoria como en la posibilidad de formación de un ciclón tropical con sus diferentes categorías.

El MARN toma información del NHC (imágenes A y B) para comunicar a la población sobre este tipo de sistemas. Además, informa del paso de ondas tropicales, del acercamiento de frentes fríos, de olas de calor, entre otros.

A



B



Precipitación
Lluvias fuertes o continuas que causan inundaciones repentinas y deslizamientos de tierra, lo que puede resultar en la destrucción de viviendas y la pérdida de vidas.

Vientos
extremadamente fuertes que pueden causar daños estructurales y derribar árboles y postes eléctricos.

Marejada ciclónica y marea de tormenta
Es una elevación anormal del mar, generada por los vientos de una tormenta. La marea de tormenta ocurre por la combinación de la marejada ciclónica y la marea astronómica.

Procedimiento:

1. Realiza la lectura del historial de huracanes en la página 175.
2. Formen grupos de trabajo y seleccionen un ciclón tropical de la lectura que realizaron.
3. Hagan un ensayo grupal que incluya ideas sobre la formación, la clasificación, los impactos, y el monitoreo del ciclón que seleccionaste. El cierre debe ir enfocado a la importancia de estar preparados ante el impacto de este fenómeno en el país.
4. Expongan el ensayo en la clase.

p. 101

Historial de huracanes en El Salvador

Huracán Fifi-Orlene (1974). Fue un ciclón tropical de categoría 2 en la escala Saffir-Simpson que afectó Centroamérica y México en septiembre de 1974, uno de los más mortales en la historia de Honduras y Nicaragua. Causó inundaciones catastróficas y deslizamientos de tierra en Honduras y Nicaragua, dejando miles de personas muertas y desplazadas.

También afectó a Guatemala, Belice, El Salvador y México. Fifi provocó graves daños a la infraestructura y la agricultura de la región. Cuando se debilitó y se convirtió nuevamente en ciclón tropical, se renombró como Orlene según la lista de nombres del Pacífico oriental.

Huracán Mitch (1998). El huracán Mitch se formó a finales de octubre de 1998, Comenzó como una onda tropical al oeste de África y siguió una ruta que lo llevó a afectar a varios países de América Central. Alcanzó la categoría 5 en la escala Saffir-Simpson, convirtiéndolo en uno de los huracanes más intensos registrados en la cuenca del Atlántico. Mantuvo su intensidad durante varios días antes de debilitarse.

Mitch causó inundaciones y deslizamientos de tierra en Honduras, Nicaragua, El Salvador, Guatemala, Costa Rica, México y partes de Belice, dejó una gran devastación. Fue el fenómeno meteorológico más mortífero en el Atlántico desde el Gran Huracán de 1780, que mató a 22 000 personas.

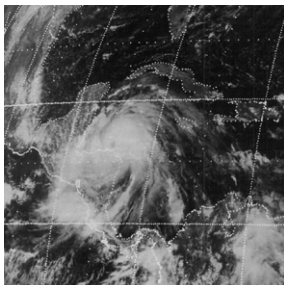
Huracán Stan y Adrián (2005). Fue un ciclón tropical que afectó varias áreas de América Central y México en octubre de 2005. Fue un huracán de categoría 1 en la escala de huracanes Saffir-Simpson. Stan causó fuertes lluvias y severas inundaciones en Guatemala, El Salvador, Honduras, Nicaragua y México.

Las lluvias torrenciales provocaron deslizamientos de tierra y desbordamientos de ríos, y específicamente en el país coincidió con la erupción del volcán de Santa Ana el 1 de octubre provocando lahares que causaron destrucción.

El huracán Adrián fue de categoría 1 en la escala de huracanes Saffir-Simpson, se formó a inicios de la Temporada de huracanes en el Pacífico, y siguió una trayectoria inusual hacia El Salvador, evoluciono a huracán y decayó abruptamente a tormenta tropical debilitándose en pocas horas.

En El Salvador ha habido otros importantes ciclones tropicales, como el huracán Ida, la tormenta tropical Amanda, los huracanes Eta y Iota y la tormenta tropical 12E. Otros más antiguos, como las lluvias que ocasionaron un flujo de escombros que destruyó la localidad de Tepetitán (San Vicente), en 1934.

Es muy importante estar preparados ante la llegada o la influencia de los ciclones tropicales y es necesario informarse de su ocurrencia. Hemos hecho un vistazo general a estos fenómenos, que dependiendo de su fuerza pueden llamarse huracanes, depresiones y tormentas tropicales, estos ocurren en la atmósfera por lo que es posible medir y conocer su composición.







Accede para conocer cómo se nombran los ciclones tropicales (en inglés): https://qrs.ly/6yfrtd9

Prepárate para los impactos de los ciclones tropicales: https://qrs.ly/avfrtdb

Resumen

Recurso hídrico

El ciclo del agua es continuo y fundamental para la existencia de nuestro planeta como lo conocemos y para el desarrollo de la vida. El agua pasa de una fase a otra, en procesos como la evaporación y la condensación. Este ciclo se ve afectado por las acciones humanas, que en su mayoría causan impactos negativos en el ciclo. Para el estudio del recurso hídrico es importante el enfoque de las cuencas hidrográficas, que permite calcular (para múltiples fines) cantidades de agua que entran y salen en regiones naturales delimitadas. En El Salvador existen cuencas hidrográficas definidas que presentan variaciones en su comportamiento debido a los cambios de la época lluviosa y seca.

La infiltración es un proceso del ciclo hidrológico que conlleva a la existencia de agua subterránea, un recurso muy valioso. Gran parte del agua subterránea se almacena en los acuíferos, que permiten la transmisión del agua. Existen diferentes tipos de acuíferos que, de acuerdo con algunas propiedades (como el material del que están constituidos), serán buenos almacenando y transmitiendo el agua. En El Salvador se abastece a gran parte de la población con agua subterránea.

El agua, ya sea subterránea o superficial, debe ser evaluada para sus usos, y es aquí donde entra en juego la calidad del agua. Existe el índice de calidad de agua, que puede ajustarse para condiciones específicas y permite cuantificar el estado del agua para un uso determinado basándose en la medición de parámetros biológicos, fisicoquímicos y otros. En El Salvador, la mayor parte de las aguas superficiales no tiene la calidad adecuada para el consumo humano.

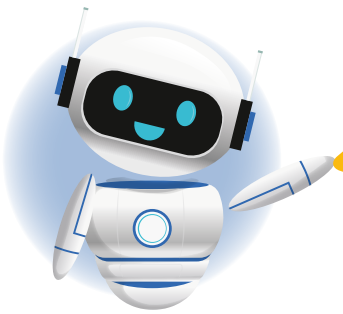
Atmósfera

La atmósfera está compuesta por distintos gases, pero predominantemente N_2 y O_2. Está estructurada en distintas capas (cinco capas principales), que varían en altitud, espesor, temperatura y composición. En cada una de ellas ocurren procesos muy importantes.

La atmósfera tiene importantes funciones para el planeta; una de ellas es la protección que nos ofrece. Además, gracias a sus componentes, podemos respirar y vivir, de ahí la importancia de la calidad que tiene al verse influenciada por la emisión de componentes dañinos de origen antrópico, en la mayoría de las ocasiones. El índice de calidad del aire centroamericano es un parámetro que permite cuantificar y conocer la calidad del aire que respiramos.

En la atmósfera se miden varias magnitudes físicas. Los centros de investigación meteorológica divulgan la información mediante sitios web o aplicaciones móviles. Las magnitudes más comunes son presión atmosférica, humedad, temperatura, precipitación, velocidad y dirección del viento. El registro de estas magnitudes permite conocer la evolución de los fenómenos meteorológicos e incluso de los patrones climáticos.

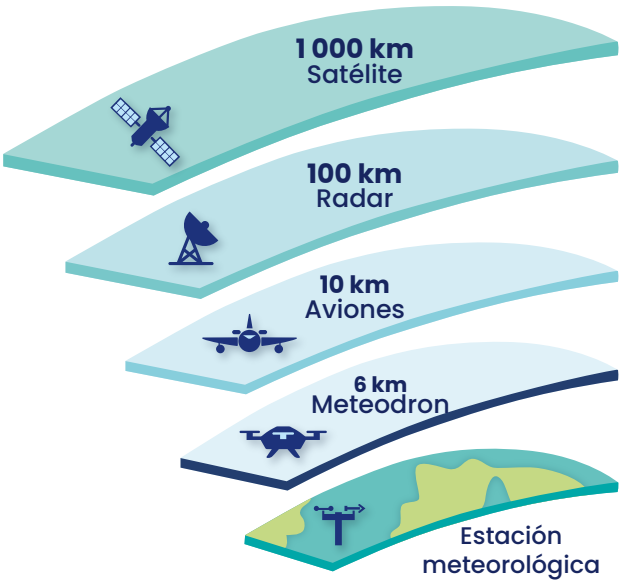
Los fenómenos meteorológicos pueden clasificarse de acuerdo con diferentes criterios, como la latitud a la que ocurren. En nuestra región, los que nos influencian en el tiempo atmosférico son los ciclones tropicales, que cuando alcanzan vientos sostenidos de $119\ \mathrm{km/h}$ son llamados huracanes, así como los frentes fríos, los pasos de ondas tropicales, entre otros.



Busca las siguientes palabras dentro del texto y aprende su significado.

- **Ciclo hidrológico**
- **Agua subterránea**
- **Acuífero**
- **Calidad del aire**
- **Atmósfera**
- **Ciclones tropicales**

Si los ciclones tropicales son de gran tamaño, ¿cómo es posible observarlos? Si está lloviendo en un lugar determinado, ¿cómo es posible saberlo en tiempo real? Cuando el polvo del Sahara llega al continente americano, ¿cómo se conoce la trayectoria que ha seguido? Estos fenómenos se monitorean directamente con sensores remotos, que son sistemas, dispositivos o instrumentos que captan información sobre un objeto o fenómeno a larga distancia sin entrar en contacto con él.



Los sensores remotos permiten estudiar los fenómenos que ocurren en cada escala. Pueden estar en estaciones, satélites, aviones, drones y más. Los sensores pueden ser instrumentos complejos, como los siguientes.

La combinación de sensores remotos y modelos numéricos ha permitido entender mejor los procesos que ocurren en la atmósfera terrestre. El estudio de la atmósfera es importante tanto a escala vertical como horizontal. Estas escalas están establecidas de acuerdo con la extensión espacial y temporal, y van desde la microescala, la mesoescala, la escala sinóptica, hasta la planetaria.

Los radares meteorológicos permiten detectar las precipitaciones, su trayectoria e intensidad, incluso los vientos y su dirección. De forma general, los radares permiten entender la evolución de las tormentas, ya que se basan en la emisión y recepción de ondas de radio; estas ondas son electromagnéticas, es decir, perturbaciones de energía que viajan en el espacio a la velocidad de la luz sin necesidad de un medio material.

Las ondas de radio interactúan con las precipitaciones y se reflejan hacia el radar, que tiene un receptor que detecta las ondas electromagnéticas. La cantidad de energía reflejada depende de la cantidad y tamaño de las partículas de precipitación, y de ahí se estima qué tan intensa es la precipitación.

Los satélites artificiales son dispositivos que orbitan la Tierra; algunos recorren todo el planeta y otros una determinada zona (geoestacionarios). Los satélites meteorológicos están equipados con una variedad de sensores e instrumentos, entre ellos cámaras ópticas, radiómetros infrarrojos y de microondas, sensores para medir la radiación solar, la temperatura de la superficie terrestre, la humedad atmosférica y otras variables meteorológicas. Estos dispositivos se basan en la detección de ondas electromagnéticas a distintas longitudes de onda.

Todos estos dispositivos transmiten información de forma remota a centros de monitoreo e investigación para ser registrados y posteriormente analizados. Qué importante son los sensores remotos en meteorología, y de forma general en todas las ramas de la ciencia y la tecnología.

Observa los radares en El Salvador. Recuerda que estos instrumentos tienen error asociado y no siempre están disponibles.
https://qrs.ly/skfrtdn

Mira satélites:
https://qrs.ly/tefrtdo

Quiero ser...

¿Te gusta esta área? Descubre las diferentes áreas de ejercicio profesional.

Carrera: Licenciatura en Geofísica **Duración:** 5 años/10 ciclos



Descripción. La geofísica se encarga del estudio de los procesos físicos de la Tierra y su estructura, haciendo uso de métodos físicos y matemáticos, incluyendo como campo fundamental la geología, por lo que la geofísica es un campo de estudio amplio y multidisciplinario.

La Licenciatura en Geofísica ofrece las bases para desempeñarse en áreas de investigación, docencia, exploración y aprovechamiento de recursos naturales, monitoreo de fenómenos geológicos en algunos campos de especialización relacionados a los contenidos de esta unidad, tales como:

Bachilleratos sugeridos:
general, mecánica general, electricidad, electrónica e informática.

- Hidrología
- Ciencias de la atmósfera
- Prospección geofísica
- Hidrogeología
- Modelación numérica

Conocimientos y habilidades por desarrollar:

Conocimientos generales:

Biología	▬▬
Física	▬▬▬▬▬
Matemática	▬▬▬▬▬
Química	▬▬▬▬
Tecnología	▬▬▬▬▬
Inglés	▬▬▬▬

Habilidades:

Pensamiento crítico	▬▬▬▬
Investigación	▬▬▬▬▬
Creatividad	▬▬▬
Comunicación	▬▬▬▬
Resolución de problemas	▬▬▬▬▬
Capacidad de cálculo	▬▬▬▬
Abstracción y lógica	▬▬▬▬

Carrera: Licenciatura en Física **Duración:** 5 años/10 ciclos



Descripción. La Licenciatura en Física hace énfasis en los principios científicos que conducen al conocimiento de la ciencia en general y de la física en particular, y sus aplicaciones a los diversos campos técnicos o científicos, así como el fomento, desarrollo y actualización de los avances científicos de la física misma.

La Licenciatura en Física ofrece las bases para desempeñarse en la investigación y desarrollo, aplicación de conocimiento científico y docencia en distintas áreas, como las siguientes:

Bachilleratos sugeridos:
general, mecánica general, electricidad y electrónica.

- Ciencias de la atmósfera
- Análisis de variables
- Termodinámica
- Modelación numérica
- Uso y calibración de instrumentos

Conocimientos y habilidades por desarrollar:

Conocimientos generales:

Biología	▬▬
Física	▬▬▬▬▬
Matemática	▬▬▬▬▬
Química	▬▬▬
Tecnología	▬▬▬▬▬
Inglés	▬▬▬

Habilidades:

Pensamiento crítico	▬▬▬▬
Investigación	▬▬▬▬
Creatividad	▬▬▬▬▬
Comunicación	▬▬▬▬
Resolución de problemas	▬▬▬▬▬
Capacidad de cálculo	▬▬▬▬▬
Abstracción y lógica	▬▬▬▬▬

Unidad 6

Ambiente y energía

Eje integrador: energía

En esta unidad aprenderemos a:

- Explicar el concepto de recursos naturales y sus características fundamentales.
- Comparar la eficiencia y suministro de diferentes recursos energéticos de uso cotidiano.
- Reconocer la diversidad de procesos que pueden utilizarse para generar energías renovables.
- Construir un dispositivo para el aprovechamiento de energías renovables.
- Comparar los procesos de obtención y aprovechamiento de las energías renovables y no renovables.
- Explicar cuáles son las principales actividades humanas que impactan los ecosistemas naturales de El Salvador.
- Comparar el uso actual y el potencial de los suelos para producción alimentaria en El Salvador.
- Identificar prácticas comunes que promueven la sostenibilidad ambiental.



Central Hidroeléctrica 3 de febrero, San Miguel.

Duración: 7 semanas

Recursos y energía

¿Te has puesto a pensar en la importancia que tiene el agua para tu vida diaria? Así como el agua, hay otras fuentes de riqueza natural en nuestro entorno, tales como el suelo, las plantas, los animales, los minerales, entre otros.

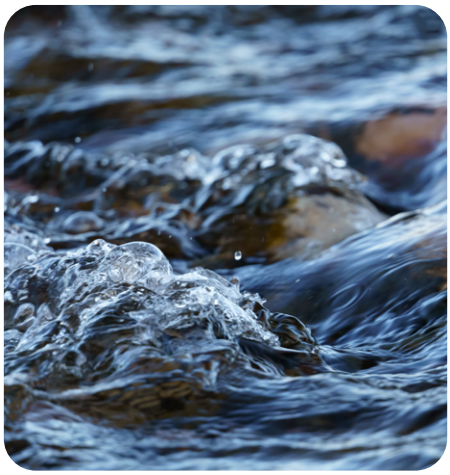
Identifiquemos algunos recursos naturales de nuestro entorno.

A. Recursos naturales

Los recursos naturales son los elementos de la naturaleza que la humanidad utiliza para satisfacer sus necesidades ya sea para alimentarse, obtener energía, construir viviendas, fabricar productos, entre otras actividades.

Procedimiento:

1. Observa las siguientes imágenes.







Un recurso también puede ser una condición. Por ejemplo, el recurso agua lo utilizan las plantas para el proceso de fotosíntesis. El agua también es una condición, ya que es el ambiente natural donde habitan muchas especies acuáticas.



2. Analiza cada imagen y responde:
   a. ¿Crees que los recursos existen de manera natural en el planeta o necesitas procesarlos para usarlos?
   b. ¿Qué nos provee cada recurso? ¿Nos provee alimento, algún material o energía?
   c. ¿Cuál es la importancia de cada recurso? Explica brevemente.

p. 104

Existen recursos naturales que no necesitan algún tipo de procesamiento para poder usarlos, si no que se encuentran de manera natural en los ecosistemas. Además, tienen cierta disponibilidad y pueden llegar a agotarse. De acuerdo con la disponibilidad en el tiempo, la tasa de regeneración y el ritmo de uso, los recursos pueden ser **renovables** y **no renovables**.

Los renovables se regeneran a un ritmo mayor que su uso (el agua, los seres vivos, entre otros) o son fuentes inagotables (como el Sol). Los recursos no renovables, como el carbón, el petróleo, los minerales, los metales; entre otros, tardan millones de años en formarse y por eso no pueden ser producidos en una escala que sea capaz de sostener su tasa de consumo.

Como vimos, algunos recursos naturales pueden utilizarse directamente de la naturaleza, pero en otras ocasiones estos recursos sirven de materia prima para fabricar bienes materiales.

Realicemos la siguiente actividad para identificar los bienes que nos proveen los recursos naturales y que facilitan nuestro día a día.

B. Materia prima de la naturaleza

Al observar los diferentes bienes materiales que utilizamos, podemos describir sus características e identificar algunos recursos naturales que se utilizaron para su fabricación.

Procedimiento:

1. Observa las imágenes a continuación:








2. Enlista los recursos naturales que se utilizaron para fabricar cada objeto.
3. Caracteriza cada recurso natural según los criterios que aparecen en la tabla de tu Cuaderno de Trabajo.

p. 104

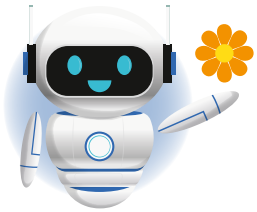
Te habrás dado cuenta, que muchos de los recursos naturales sirven de materia prima para fabricar diversos objetos. Una vez extraído el material de la naturaleza, estos deben convertirse a una forma que pueda usarse para fabricar los productos. Por ejemplo, el papel se hace de los árboles, pero la madera tiene que pasar por varios procesos antes de poder usarse.

Para finalizar, pensemos, ¿qué sucede con la energía que se emplea para transformar cada recurso? ¿Es también un recurso? ¿Tiene las mismas características? Las respuestas a estas interrogantes las resolveremos más adelante.




Recordemos que los recursos bióticos del ecosistema incluyen seres vivos (plantas, animales) y los materiales derivados de ellos. Además, los combustibles fósiles (carbón, petróleo) están formados de materia orgánica descompuesta.

En cambio, los recursos abióticos son los componentes no vivos del ambiente, tales como el agua, la atmósfera, el suelo, los minerales, entre otros.



Fíjate que...

Los tableros de circuitos de los celulares están hechos de materiales como oro, plomo, níquel, zinc, berilio, entre otros.



Creatividad

Los recursos naturales no solo proveen bienes materiales, sino también varios intangibles que ya antes denominamos contribuciones de la naturaleza a las personas (NCP, *Nature's Contributions to People*, en inglés). Por ejemplo, un bosque nos provee de madera, pero también regula el clima, produce oxígeno, sirve de hogar de muchas especies y nos brinda belleza escénica. Además, hay otros recursos naturales que nos proveen y suministran energía.

Recordemos que $1\ \text{kcal} = 1000\ \text{cal}$ **representa la energía térmica necesaria para incrementar la temperatura de un kilogramo de agua en un grado Celsius a una presión normal de una atmósfera.**

También recordemos que el calor específico (Ce) del agua es $4.182\ \text{J/g}\,^{\circ}\text{C}$.



C. ¿Cómo puedo calentar agua?

Diariamente utilizamos energía la cual obtenemos de diferentes recursos, realicemos la siguiente actividad para reconocer algunos recursos energéticos, además de demostrar la eficiencia y suministro de estos.

Materiales:

- Vaso metálico o vidrio resistente al calor.
- $100\ \text{mL}$ agua
- Vinagre
- Encendedor
- Fósforos
- Carbón
- Espejo
- Termómetro

Procedimiento:

1. Forma parte de los equipos organizados por tu docente, el cual asignará al azar, lo siguiente:
   Equipo 1: vaso con agua y encendedor;
   Equipo 2: vaso con agua, fósforos y carbón;
   Equipo 3: vaso con agua y espejo;
   Equipo 4: vaso con agua, vinagre y bicarbonato;
   Equipos 5 y 6: vaso con agua.
2. Cada equipo tiene el reto de elevar la temperatura del agua en al menos $1\ ^{\circ}C$
3. En equipo, presenten al resto de la clase el método que utilizaron para elevar la temperatura del agua.
4. En equipo, analicen y completen la tabla en el Cuaderno de Trabajo y luego respondan lo siguiente:
   a. ¿Cuál método resultó más eficiente?
   b. ¿Cómo estimarías cuánta energía absorbió el agua que calentaron?

p. 105

Ojo al dato...

La fiabilidad del suministro de energía se refiere a la manera de satisfacer de forma continua la demanda de energía.

Con esta actividad comprobamos que algunas fuentes energéticas fueron más eficientes que otras para cambiar la temperatura del agua, ya que cuando hablamos de eficiencia, nos referimos a la capacidad de lograr un resultado con el mínimo posible de recursos.

Como vemos en nuestra vida cotidiana, podemos utilizar diferentes fuentes energéticas para un mismo fin, por ejemplo, podemos cocinar tanto con leña como con gas, sin embargo, podemos elegir la que sea más eficiente.

D. Recursos energéticos

Cuando hablamos de recursos energéticos nos referimos a fuentes de energía utilizadas para generar electricidad, calor o combustible. Estos recursos energéticos pueden clasificarse según su proceso de formación y disponibilidad en el tiempo. Reconozcamos algunas características de los recursos energéticos y de las fuentes energéticas más utilizadas.

Procedimiento:

1. Integra equipo con tus compañeros.
2. Lee las siguientes tarjetas y clasifícalas en energías renovables y no renovables.

p. 105

Biomasa

Los árboles, los cultivos, la basura y los desechos animales son todos biomasa. La mayor parte de la biomasa que utilizamos hoy en día para obtener energía es la madera.



Carbón

Se formó hace millones de años a partir de plantas. El carbón suele ser una roca negra y brillante. Es un combustible fósil que quemamos para obtener energía.



Petróleo

El petróleo es un líquido que se encuentra bajo tierra. Puede ser tan espeso y negro como el alquitrán o tan fino como el agua. Es un combustible fósil que libera mucha energía cuando lo quemamos.



Propano

Es un gas con mucho uso doméstico, no tiene olor ni color, por lo cual por seguridad se le añade olor. Es un subproducto del procesamiento del gas natural y el refinado del petróleo, por tanto, es un combustible fósil.



Fíjate que...

El biogás es un combustible que se produce a partir de la descomposición de materia orgánica (desechos orgánicos de animales y plantas).

COMBUSTIBLES FÓSILES

Los combustibles fósiles provienen de procesos geológicos a partir de organismos vivos.

Más información sobre los combustibles fósiles.
https://qrs.ly/ilfrtdp

Fíjate que...

La energía nuclear o atómica es la que se libera de las reacciones nucleares y puede utilizarse para obtener energía eléctrica, térmica y mecánica a partir de reacciones atómicas.

Más información sobre la energía nuclear.
https://qrs.ly/dlfrtdq

Gas Natural

Es una mezcla de gases que no se puede ver, oler ni saborear, principalmente contiene metano. Tiene mucha energía. Puedes quemarlo para calentarlo. El gas natural es un combustible fósil.



Hidroeléctrica

La energía hidroeléctrica es creada por el agua en movimiento. El agua en movimiento tiene mucha energía. Usamos esa energía para generar electricidad.



Energía Solar

El Sol es la fuente de energía para los ecosistemas. También se puede utilizar para generar energía eléctrica.



Geotérmica

El interior de la Tierra es muy caliente. Podemos utilizar este calor para generar electricidad.



Los hidrocarburos o combustibles fósiles son recursos naturales que nos permiten encender la cocina para calentar nuestros alimentos y echar a andar los motores de automóviles, autobuses, aviones, trenes y barcos que utilizamos para trasladarnos a diario. Por otro lado, otros recursos naturales como el agua, el viento y el calor de la tierra permiten la generación de la electricidad que utilizamos para encender desde nuestro celular hasta el foco de nuestras casas.







Los recursos naturales son elementos del ambiente que pueden aprovecharse en su estado natural o servir de materia prima para producir otros bienes o proveer servicios.

Todo recurso natural posee tres características principales: **Utilidad**, entendida como la capacidad que tiene una mercancía o servicio para satisfacer una necesidad. **Disponibilidad limitada**, es decir que existe un suministro específico de cada recurso natural en un momento dado y generalmente no puede extraerse de una sola vez. **Potencial de agotamiento o consumo**, interpretado como el uso intensivo de bienes y servicios del ambiente puede llevar a su agotamiento.

Es importante tomar en cuenta que las fuentes de energía son los lugares o procesos donde se origina la energía utilizable, mientras que los recursos energéticos son las reservas naturales que pueden ser aprovechadas para generar energía.

E. Recursos energéticos de mi comunidad

Para realizar nuestras actividades cotidianas utilizamos diferentes recursos energéticos, la disponibilidad de estos depende de la ubicación específica de la comunidad y las características geográficas y climáticas, es posible que algunos de estos recursos energéticos sean más viables que otros. Exploremos los recursos energéticos utilizados en nuestra comunidad.

No olvides desconectar los dispositivos electrónicos durante la noche para ahorrar energía eléctrica en tu hogar.



Procedimiento:

1. Identifica los recursos energéticos que utilizas para cocinar, secar tu ropa, movilizarte y hacer otras actividades diarias.
2. Completa la tabla que se encuentra en tu Cuaderno de Trabajo con los recursos energéticos que usas en tu hogar. p. 106
3. Utiliza la misma información de la tabla para realizar encuestas en los hogares de tus vecinos o familiares cercanos.
4. Tu docente te indicará que debes compartir los resultados de tus encuestas.

Los combustibles fósiles son la mayor fuente de energía de la sociedad moderna. Sin embargo, estos recursos tardan millones de años en formarse, por lo que se consideran no renovables. Utilizaremos la mayoría de estos combustibles en algunas décadas, pero su quema libera grandes cantidades de gases contaminantes a la atmósfera.

Los recursos energéticos renovables incluyen las energías solar, hídrica, eólica, geotérmica y la biomasa. Estos recursos son reemplazados al mismo tiempo en que los usamos. Por ejemplo, el Sol seguirá emitiendo luz y calor por miles de millones de años, el agua y el viento fluyen y pueden generar energía eléctrica. La biomasa también es renovable porque podemos sembrar nuevos árboles o cultivos para reemplazar los que usamos.

Es importante recalcar que los recursos renovables pueden ser utilizados de manera inapropiada (como al talar demasiados árboles sin reemplazarlos), por lo que es importante hacer un uso racional de estos recursos para garantizar su suministro a largo plazo.

Indagación

Energías no renovables

Los recursos energéticos no renovables, como los combustibles fósiles, se utilizan más rápido de lo que pueden ser reemplazados, porque tardan millones de años para formarse. Sin embargo, la sociedad actual depende mucho del uso de este tipo de energías, ya que suministran calor, electricidad y combustible para diversas actividades.

Hagamos la siguiente actividad para reconocer las formas de uso de las energías no renovables en nuestra vida diaria.

A. Usos de la energía no renovable

Para satisfacer las necesidades energéticas de la sociedad, ha sido fundamental el uso de las energías no renovables, hagamos un recuento de que las que usamos en la vida cotidiana.

Procedimiento:

1. Observa las siguientes imágenes, en conjunto con otro de tus compañeros.







Fíjate que...

Un combustible es un material que por sus propiedades arde con facilidad. Los combustibles son aprovechados para generar energía mecánica o térmica. Incluso los utilizamos para producir energía eléctrica.

2. Identifiquen la fuente de energía que se está utilizando.
3. Analicen y respondan:
   a. ¿Por qué necesitamos fuentes de energía?
   b. ¿Qué fuentes de energía utilizaste tú y tu familia este día? Enlístalas.
   c. ¿Consideran que la demanda humana de combustibles fósiles es elevada y sigue aumentando?
   d. ¿Creen que estos recursos son agotables si se sobreexplotan?
   e. ¿Consideran que su suministro se puede ver limitado a largo plazo?

p. 107

Los combustibles fósiles como el carbón, el petróleo y el gas natural tienen muchos usos, como la generación de electricidad para viviendas, comercios e industrias.

Diariamente utilizamos combustibles para el transporte en diferentes medios, la refrigeración y cocción de alimentos, el uso de energía eléctrica para la carga y uso de dispositivos electrónicos, la fabricación de muchos productos de consumo cotidiano.

Creatividad

Uno de los combustibles utilizados para generar energía es el carbón, este se formó a partir de material vegetal que estaba en zonas pantanosas y se sometió a calor y presión por largo tiempo originando yacimientos. El carbón al quemarse proporciona energía en forma de calor.

Pero ¿cómo se genera energía a partir de un combustible fósil como el carbón?

B. Energía por combustión

En esta actividad construiremos una turbina de vapor con elementos caseros para conocer cómo un combustible puede generar movimiento.

Materiales:

- Lata de gaseosa o refresco
- Jeringa
- Trozo de madera o carbón
- 4 clavos o tornillos
- Segmento de lámina delgada
- Recipiente pequeño de metal
- Alambre
- Silicona caliente
- Alicate
- Encendedor o fósforos
- Alcohol
- Servilleta

Procedimiento:

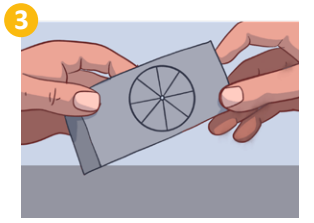
1. Abre un agujero pequeño en la lata (no debes abrirla de la anilla) y vacíala completamente en un recipiente.
2. Usando una jeringa, llena la lata con un poco de agua.
3. Traza un círculo con segmentos en el trozo de lámina delgada y córtalo a modo de formar unas hélices.
4. Haz un agujero en el centro de la hélice e introduce el trozo de alambre a modo de eje y pégalo con silicona.
5. Introduce los clavos en la madera de tal modo que sostenga la lata. Frente a estos, haz dos agujeros más.
6. Con el alicate, redondea los extremos de dos trozos de alambre e introduce en ellos el eje con la hélice.
7. Coloca la lata con el agujero en sentido hacia la hélice y abajo coloca un recipiente de metal con el carbón. Utiliza una servilleta y agrégale un poco de alcohol para ayudar a encender el carbón.
8. Responde en tu Cuaderno de Trabajo:
   a. ¿Qué ha sucedido?
   b. ¿Cuál sería el combustible que hemos utilizado?
   c. ¿Qué tipo de energía se genera de la combustión?
   d. ¿Qué tipo de energía permite el movimiento de la hélice?
   e. Por medio de un esquema, explica el proceso de las transformaciones de energía del dispositivo. Puedes consultar la sección *Así se hace…*

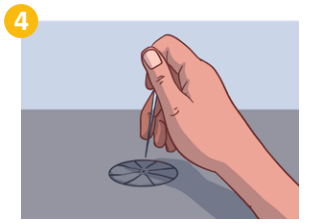
p. 108

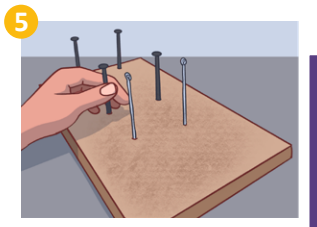


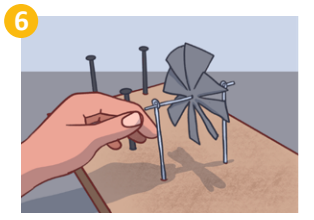
4

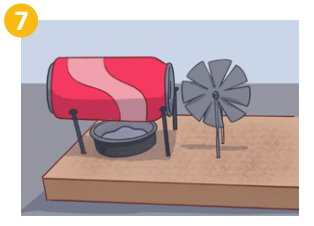










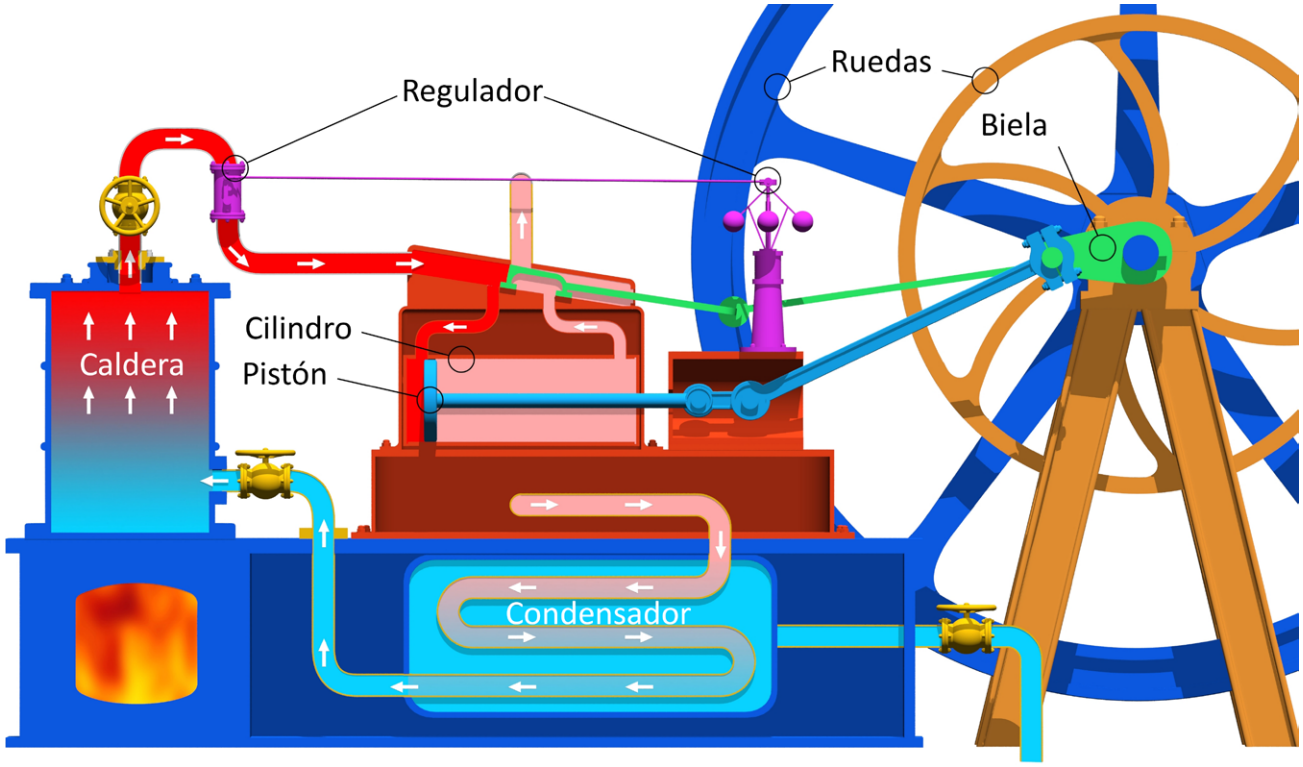


Así se hace...

La máquina de vapor es un motor de combustión externa que transforma la energía térmica de una cantidad de agua en energía mecánica.

El ciclo de trabajo se lleva a cabo en dos etapas:

1. Se genera vapor de agua por el calentamiento en una caldera cerrada herméticamente, para luego producir la expansión del volumen de un cilindro que empuja un pistón. El movimiento lineal alternativo del pistón se transforma en movimiento de rotación, que puede accionar las ruedas de una locomotora o el rotor de un generador eléctrico.
2. El vapor de agua se controla mediante un sistema de válvulas de entrada y salida (condensador) que regula los flujos de vapor hacia y desde el cilindro.



La máquina de vapor se utilizó durante la Revolución Industrial para mover máquinas y aparatos como bombas, locomotoras y motores marinos.

El mecanismo de los motores de combustión externa de la máquina de vapor ha sido desplazado por los motores de combustión interna.

Los vehículos actuales utilizan motores de combustión interna, un tipo de máquina que obtiene energía mecánica directamente de la energía química de un combustible que arde dentro de la cámara de combustión.





Comunicación

El carbón es un combustible que se ha utilizado en la historia de la humanidad, y actualmente proporciona aproximadamente el 30 % de la energía que se consume en el mundo. Al igual que el carbón, existen otros combustibles que se utilizan para generar energía eléctrica. Veamos algunos de ellos a continuación.

C. Transformación de la energía

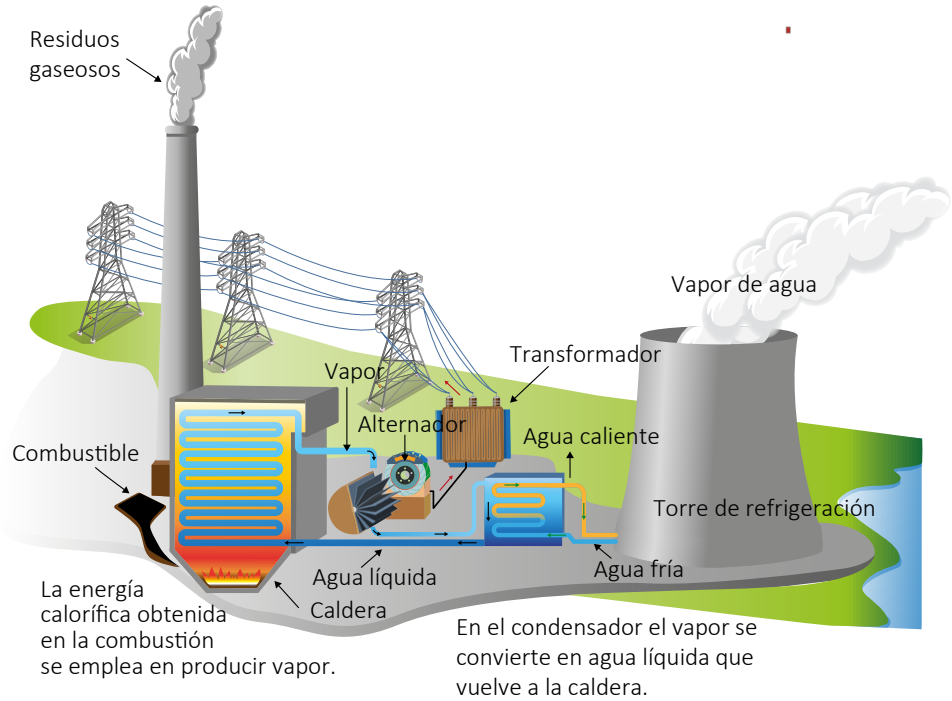
Procedimiento:

1. Lee la siguiente información.

Centrales térmicas

Las centrales térmicas aprovechan la energía térmica (o calorífica) procedente de la combustión de fuentes energéticas (carbón, petróleo y gas natural). Funcionan de la siguiente manera:

1. La energía térmica calienta un circuito de agua y se transforma en vapor de agua a alta presión y temperatura.
2. El vapor se lleva hasta una turbina de vapor donde genera el movimiento rotacional del eje.
3. El eje, unido al alternador, hace que este genere energía eléctrica, que se transforma y se vierte a la red eléctrica.
4. Una vez que el vapor de agua mueve el conjunto turbina-alternador, se convierte en agua en el condensador y se enfría en la torre de condensación para iniciar un nuevo ciclo.





MINA DE CARBÓN

La mayor parte del carbón se ha formado durante el período Carbonífero, hace aproximadamente 350 millones de años.

Conoce más sobre las centrales térmicas de ciclo combinado.
https://qrs.ly/wwfrtdr

Las centrales térmicas de ciclos combinados utilizan como combustible gas natural y son más eficientes que las convencionales porque reutilizan la energía remanente de los gases de combustión. En estas, la energía térmica se transforma en electricidad mediante dos ciclos: por una turbina de gas y el convencional de agua/turbina de vapor.

Ojo al dato...

El mineral uranio se encuentra en la naturaleza en cantidades limitadas, por lo que es considerado un recurso no renovable.

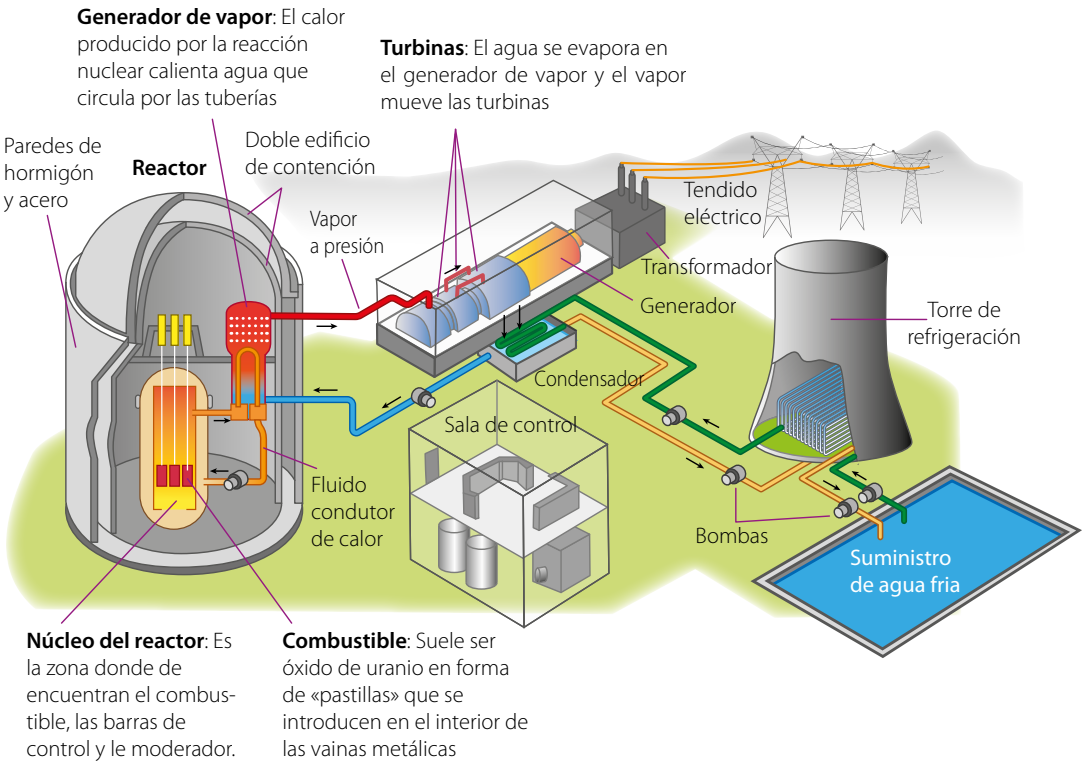


Conoce más de las centrales nucleares en el siguiente enlace.
https://qrs.ly/6jfrtds

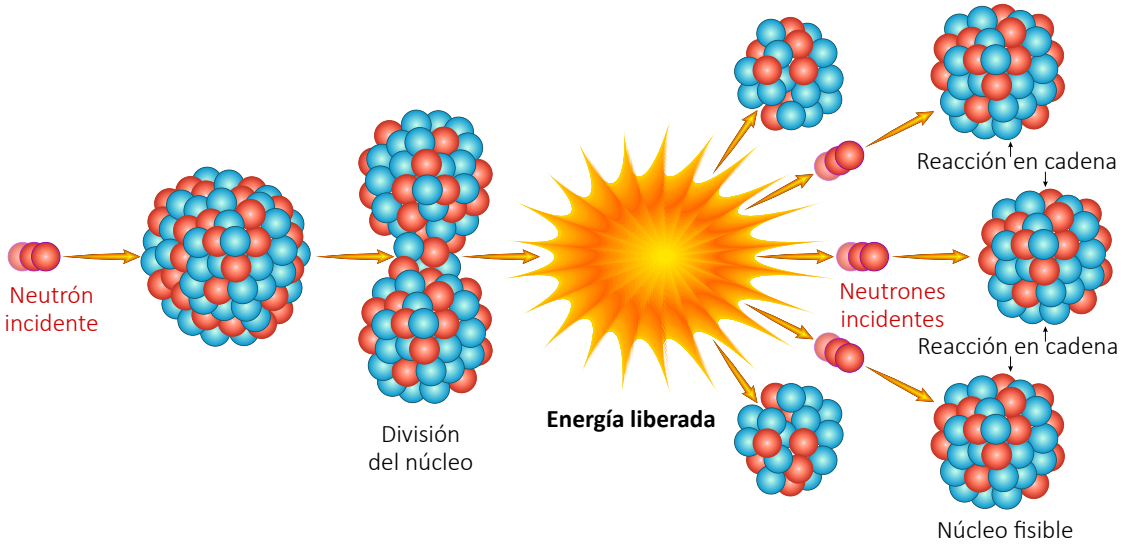
Centrales nucleares

Las centrales nucleares son un tipo de central térmica que mueve las turbinas a través de la fisión de átomos radiactivos que generan una gran potencia.

Las centrales nucleares son similares a las centrales térmicas, pero son mucho más eficientes: proporcionan más energía con poco combustible y emiten menos gases contaminantes a la atmósfera en comparación con las centrales térmicas. Sin embargo, generan residuos radiactivos que es difícil almacenar de forma segura.



Los núcleos de algunos átomos, como el uranio, son inestables, así que acaban rompiéndose de forma natural para formar otros átomos diferentes. Este fenómeno de rotura del núcleo, denominado **fisión nuclear**, libera una gran cantidad de energía que es utilizada para mover las turbinas de las centrales nucleares.



2. Observa el ejemplo de un esquema de un proceso.



3. Elabora un esquema similar al mostrado, para representar y explica el proceso de transformación de los combustibles a energía eléctrica, utiliza la información leída anteriormente y los QR, además de la sección *Así se hace…* de la página 188.
p. 108
4. Investiga y compara la producción de energía eléctrica por combustión y la energía nuclear.
5. Tu docente te indicará cuándo debes presentar tus resultados al resto de la clase.
p. 109

Los plásticos comunes, que actualmente se encuentran entre los materiales más utilizados, se derivan del petróleo. Recuerda que debes desechar adecuadamente los plásticos.



Resumiendo, los combustibles fósiles se formaron por la descomposición de los restos de organismos que en grandes cantidades se depositaron en el fondo del mar o en fondos pantanosos hace millones de años. Son considerados recursos no renovables porque, a diferencia de los recursos de origen biológico (leña o carbón vegetal), no se pueden reponer a corto plazo.

Los combustibles fósiles han permitido desde el desarrollo del transporte con la invención de la máquina de vapor hasta la producción de la energía eléctrica que utilizamos a diario. Incluso, el petróleo, además de ser un combustible, sirve de materia prima para la fabricación de fibras, plásticos, jabones, asfalto, tintas de imprenta y una gran variedad de productos en casi todos los campos de la industria.

La ventaja de los combustibles fósiles es que liberan una gran carga de calor, se pueden transportar de manera más sencilla y su costo de producción es más económico en comparación a otras fuentes alternativas. Sin embargo, un aumento en la población implica un incremento de la demanda energética y, con ello, una sobreexplotación del recurso, que a largo plazo puede volverse insuficiente para cubrir este aumento de demanda.

A pesar de los muchos beneficios que proveen los combustibles fósiles, estos emiten grandes cantidades de gases contaminantes a la atmósfera y producen otros impactos ambientales que veremos más adelante.



Indagación

Energías renovables

Recordemos que la energía proviene de diversas fuentes, pero, ya sea directa o indirectamente, toda la energía proviene de los recursos naturales. Anteriormente estudiamos los recursos energéticos no renovables, pero también existen otros tipos. Ahora es el momento de estudiar los recursos energéticos renovables.

A. Energías renovables

Para realizar la mayoría de las actividades diarias utilizamos energía anteriormente vimos algunos ejemplos del uso cotidiano de las que provienen de fuentes no renovables, identifiquemos algunos.

Procedimiento:

1. Integra equipos de trabajo y observa las siguientes imágenes.







Fíjate que...

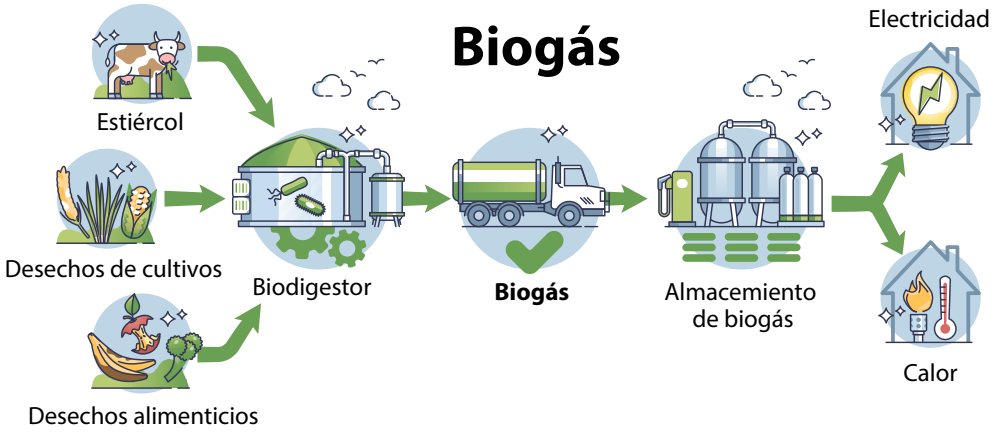
Hace más de 2 000 años los agricultores utilizaban ruedas hidráulicas para moler el trigo y convertirlo en harina.



2. Analiza y responde:
   a. ¿De dónde proviene la energía que se está utilizando?
   b. ¿Es necesario transformar esa energía para utilizarla?

p. 110

3. A través de una lluvia de ideas enlista las actividades donde utilizas energía.
4. Observen la imagen siguiente y expliquen brevemente el proceso de aprovechamiento de la energía.



Como vemos, es posible utilizar las energías renovables directamente, pero en otros casos se necesitan procesos distintos para obtener la energía que aprovechamos en nuestra vida cotidiana.

Creatividad

Las fuentes renovables están suministrando energía la mayoría del tiempo. Por ejemplo, el Sol casi siempre brilla en alguna parte de la Tierra, el viento sopla y los ríos corren.

Hemos visto cómo los combustibles pueden utilizarse para generar energía, pero ¿cómo usamos la energía del Sol, del agua o del viento? Averigüémoslo en la siguiente actividad.

B. Horno solar

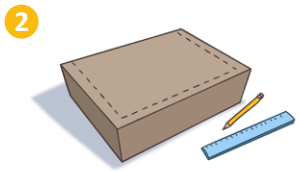
Comprobemos cómo se pueden aprovechar las energías renovables construyendo dispositivos para el aprovechamiento de la energía solar.

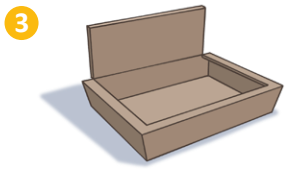
Materiales:

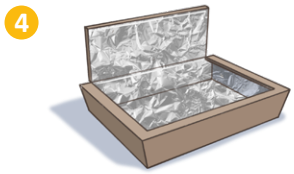
- Caja de cartón
- Plástico transparente
- Papel aluminio
- Tijera
- Cinta adhesiva
- Lápiz
- Regla
- Cronómetro
- Alimento (p. ej., jamón, huevo)
- Plato

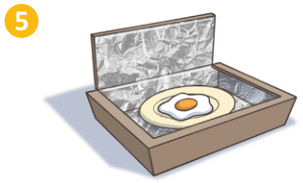
Procedimiento:

1. Integra un equipo de trabajo.
2. Haz un rectángulo en la tapa de la caja usando el lápiz y la regla y dejando un borde.
3. Usa la tijera para cortar los tres lados de la caja y deja un lado sin cortar.
4. Forra el interior de la caja y de la tapa con papel aluminio.
5. Coloca en el interior de la caja el plato con el alimento.
6. Sella la abertura de la caja con el plástico, de modo que quede bien extendido.
7. Coloca el dispositivo al sol con la tapa abierta, de modo que reciba la mayor cantidad de luz solar.
8. Anota tus observaciones cada $10\ \text{min}$ en tu Cuaderno de Trabajo.
9. Responde:
   a. ¿Se cocinó tu alimento?
   b. ¿Cuánto tiempo demoró?
   c. ¿Conoces otros dispositivos que funcionen con energía solar?
   d. ¿Crees que las condiciones climáticas pueden afectar el suministro de la energía solar?
   e. ¿Por qué se considera al Sol como una fuente de energía renovable?









p. 111

Ojo al dato...

Las cocinas solares pueden beneficiar a las personas en los países donde los recursos energéticos son escasos o demasiado costosos.



Con la actividad anterior comprobamos que se puede construir un dispositivo, para concentrar y capturar la luz solar, generando el calor necesario para cocinar alimentos. Como vemos, la energía solar puede ser aprovechada en las cocinas u hornos solares y puede ser una alternativa por el bajo costo de los materiales para su fabricación. La utilización de la energía solar está en constante evolución con avances tecnológicos ampliando las posibilidades y aplicaciones.



Se genera energía hidroeléctrica a partir del movimiento del agua cuando pasa a través de un sistema de turbinas.

C. Generador de energía hidroeléctrica

Ya vimos cómo podemos aprovechar la energía proveniente del Sol, pero ahora veamos cómo podemos utilizar la energía del agua que corre por nuestros ríos. Con esta actividad simularemos el funcionamiento de una central hidroeléctrica.

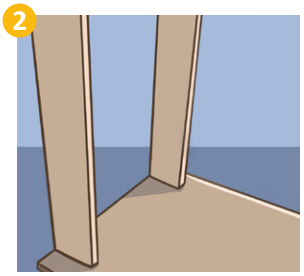
Materiales:

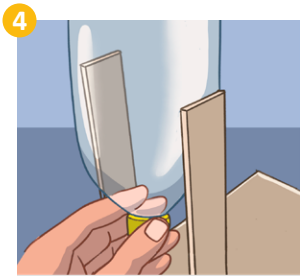
- Trozo de cartón de $25\ \text{cm} \times 15\ \text{cm}$
- 2 trozos de cartón de $22\ \text{cm} \times 3\ \text{cm}$
- 2 trozos de cartón de $4\ \text{cm} \times 4\ \text{cm}$
- Silicona
- Botella plástica con su tapa
- Tijera
- 5 tapas plásticas (del mismo tamaño)
- Motor de 12 V
- Pajilla
- 2 cables
- Foco LED

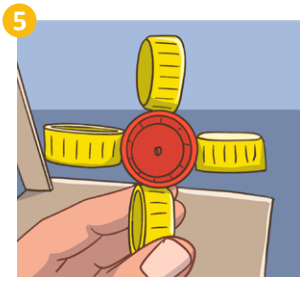
Procedimiento:

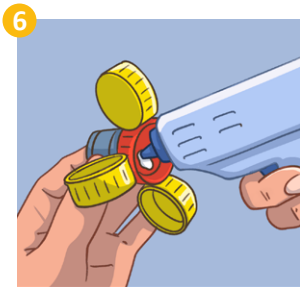
1. Integra un equipo de trabajo
2. Pega los dos segmentos delgados de cartón sobre el segmento grande.
3. Con la punta de la tijera, haz un orificio en el centro de la tapa de la botella.
4. Corta la botella plástica a la mitad, colócala con la boquilla hacia abajo y pégala entre los dos segmentos delgados de cartón.
5. Haz un orificio central en una de las tapas y pega de manera perpendicular las tapas restantes.
6. Coloca el eje del motor en el orificio de la tapa central y sujétalo con silicona.
7. Corta con la tijera un área rectangular del segmento de cartón grande; en la orilla del espacio que ha quedado, pega los 2 segmentos cortos de cartón, y, encima de estos, pega el motor con las tapas.
8. Corta dos pequeños segmentos de la pajilla y pégalos de manera perpendicular a los extremos de manera que el agua pueda pasar a través de ellos.
9. Conecta uno de los extremos en el orificio del tapón de la botella, de manera que el otro extremo quede justo arriba de una de las tapas que conforman la hélice.
10. Une los dos cables a los cables del bombillo LED y conéctalos al motor.
11. Agrega agua en el segmento de botella y observa qué sucede.
12. Responde en tu Cuaderno de trabajo:
    a. ¿Qué ha sucedido?
    b. ¿Crees que la energía hidroeléctrica es más beneficiosa que la energía por combustión para producir electricidad? Explica tu respuesta.
    c. Investiga los efectos ambientales negativos que generan las centrales hidroeléctricas.

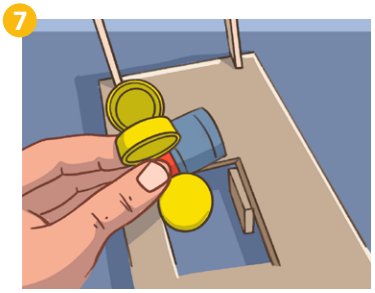
p. 111

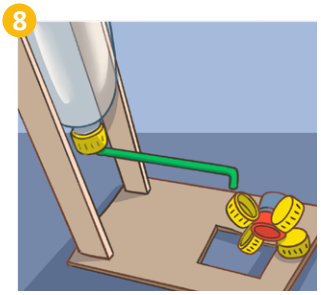
2


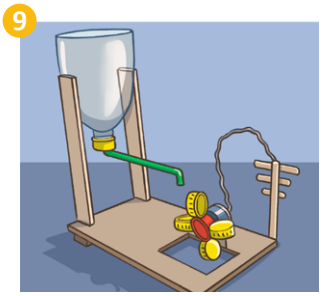
4


5


6


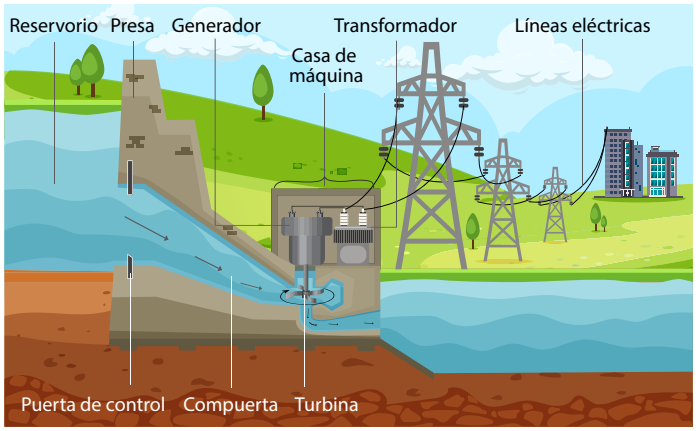
7


8


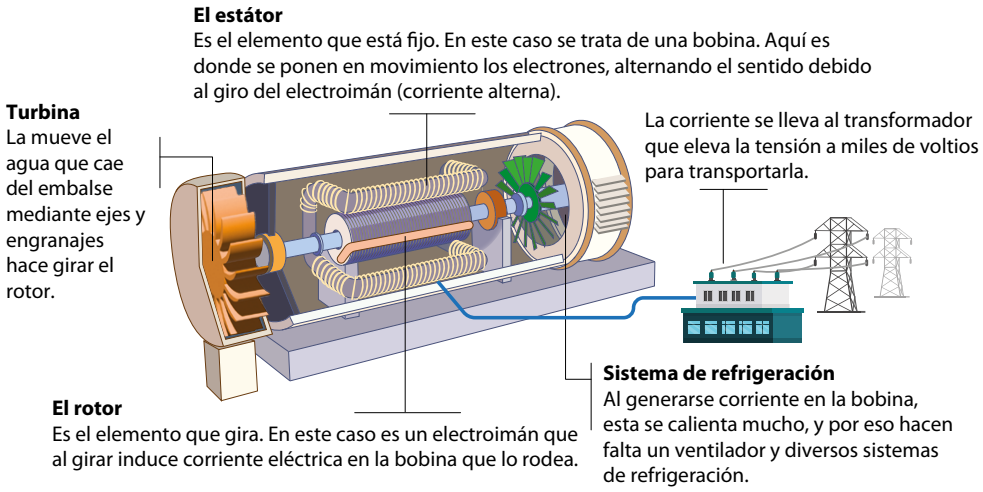
9


¿Te has preguntado cómo las represas de las centrales hidroeléctricas capturan la energía del agua?

Las represas retienen agua en un embalse (energía almacenada) y aprovechan la caída del agua por gravedad para mover una turbina (energía mecánica). De tal manera, que la fuerza del agua golpea y hace girar las grandes aspas de una turbina, la cual está unida a un generador. A medida que las aspas de la turbina giran, también lo hace una serie de imanes dentro del generador. A su vez, dichos imanes giran alrededor de bobinas de cobre, produciendo corriente alterna (CA). Luego un transformador dentro de la central eléctrica toma la CA y la convierte en corriente de mayor voltaje que se transporta a través de líneas eléctricas de alta tensión.



Un alternador es una máquina eléctrica que transforma la energía mecánica en energía eléctrica, generando una corriente alterna mediante inducción electromagnética. Consta de una espira rectangular que gira en un campo magnético uniforme. El movimiento de rotación de las espiras es producido por el movimiento de una turbina accionada por una corriente de agua en una central hidroeléctrica o por un chorro de vapor en una central térmica.



A pesas que las hidroeléctricas pueden generar energía de un recurso renovable provocan una serie de daños en el ambiente, por ejemplo, modificación radical del curso de los ríos, afectación a la flora y fauna. Además, de los impactos sociales como el desplazamiento de comunidades locales.

¿Qué pasaría si el afluente del río disminuye?



El volumen del flujo del agua es un factor determinante en la cantidad de energía eléctrica que se pueda producir, por eso si el nivel del agua del río baja el suministro de energía se puede ver afectado.



Puedes conocer más sobre los generadores eléctricos en: https://qrs.ly/96frtdu

Comunicación

Todos los recursos naturales son prácticamente renovables; sin embargo, los diferentes procesos que se necesitan para su reposición toman tiempos variables, desde unos pocos días hasta millones de años. Además, las condiciones que impulsan su formación ocurren con diferente frecuencia; algunas de ellas son más comunes (p. ej., diferencia de presión atmosférica que forman los vientos) y otras muy raras (p. ej., condiciones altas de presión y temperatura para convertir la vegetación muerta en carbón). Por lo tanto, un recurso se considera más renovable cuando tarda menos tiempo en reponerse y los procesos o condiciones para su formación son más comunes en la naturaleza.

Por otro lado, unos pocos recursos naturales como la luz del sol, el viento y las mareas son considerados recursos inagotables porque permanecen disponibles en la naturaleza, pero otros recursos pueden volverse limitados si se explotan desmedidamente. Para el aprovechamiento de los recursos naturales podemos considerar ciertos aspectos, tales como:

Puedes leer un poco más sobre las energías renovables en el siguiente enlace.
https://qrs.ly/6sfrtdv

Almacenamiento: se refiere a la forma de almacenar la energía para su uso posterior, por ejemplo, la energía eléctrica no se puede almacenar tan fácilmente como el carbón o los barriles de petróleo, ya que una vez producida debe distribuirse hacia los centros de consumo.

Suministro: se refiere a la disponibilidad del recurso en un momento dado, por ejemplo: el suministro de los recursos no renovables es limitado ya que su tasa de recuperación requiere millones de años.

Eficiencia: se refiere a la capacidad para obtener los mejores resultados en cualquier actividad empleando la menor cantidad de recursos energéticos, por ejemplo, las fuentes naturales de las energías renovables son inagotables y favorecen a un sistema energético eficiente y sostenible, comparado con los combustibles fósiles.

Ojo al dato...

La energía procedente del Sol es mayor que toda la energía almacenada en todas las reservas de combustibles fósiles en el mundo. Si se aprovechara sólo el 0,002 % de esta radiación solar se pudiera abastecer la demanda energética mundial.

Ahora hagamos la siguiente actividad para comparar las energías renovables con las energías no renovables.

D. Comparando energías renovables y no renovables

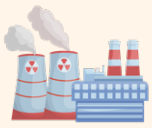
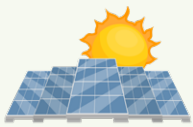
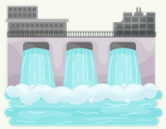
En esta actividad compararemos los procesos de obtención y aprovechamiento de las energías renovables y no renovables de acuerdo con su almacenamiento, suministro y eficiencia.

Procedimiento:

1. Junto a otro estudiante, investiguen sobre las energías renovables y las energías no renovables.
2. Completen los aspectos que se muestran en el Cuaderno de Trabajo: suministro, eficiencia y almacenamiento.
3. Elijan una fuente de energía y elaboren una exposición para explicar las ventajas y las desventajas del uso de ese recurso energético.
4. Tu docente indicará cuándo deben presentarlo al resto de la clase.

p. 112

Resumamos algunas ventajas y desventajas de cada una de las fuentes de energía:

	Recurso energético		Ventajas	Desventajas
No renovables	Carbón		• Ampliamente disponible. • Conversión eficiente a electricidad.	• Fuente contaminante de CO_2. • Voluminoso para transportar.
	Petróleo		• Fácil de transportar. • Base de la industria.	• Contaminación por derrames de petróleo y fugas de gas.
	Gas natural		• Fácil de transportar • Es menos contaminante que el carbón y el petróleo • Más barato que el carbón.	• Los gases contaminantes liberados provocan lluvia ácida. • La exploración de nuevos combustibles no es fácil.
	Energía nuclear		Emite gran cantidad de energía.	• Fuente difusa, por lo que se desperdicia. • Residuos contaminantes.
Renovables	Biomasa		Accesible y barato.	• Deforestación. • Emisor de dióxido de carbono.
	Energía solar		Inagotable.	Fuente difusa, por lo que no se aprovecha al máximo.
	Energía hídrica		• Accesible. • Es menos contaminante que la combustión.	• Inundaciones. • Instalación costosa. • Afectación a la vegetación y fauna circundante.
	Energía eólica		Fuente inagotable.	• Contaminación sonora. • Instalación cara. • Disturbio para aves y murciélagos.
	Geotér-mica		Accesible.	Es difícil y costoso transportar la electricidad.
	Biogás		Accesible (desperdicios agrícolas).	Altos costos iniciales de instalación.
	Energía ma-reomotriz		Fuente inagotable.	Destruye hábitat marino para su instalación.

Hasta ahora hemos visto que los recursos naturales proveen el sustento de las sociedades humanas y permiten su desarrollo. Sin embargo, al utilizar dichos recursos se produce una alteración sobre los ecosistemas. Es así como cada ecosistema en particular tendrá una capacidad para adaptarse o recuperarse de tales alteraciones o perturbaciones, de las cuales hablaremos más adelante.

Impacto ambiental

Indagación

Recordemos que entre las diversas contribuciones de la naturaleza a las personas (NCP) destacan los llamados **servicios ambientales** o ecosistémicos, se trata de funciones o procesos de los ecosistemas que pueden generar beneficios a la sociedad, tales como el agua, los alimentos, las materias primas, los recursos energéticos, entre otros.

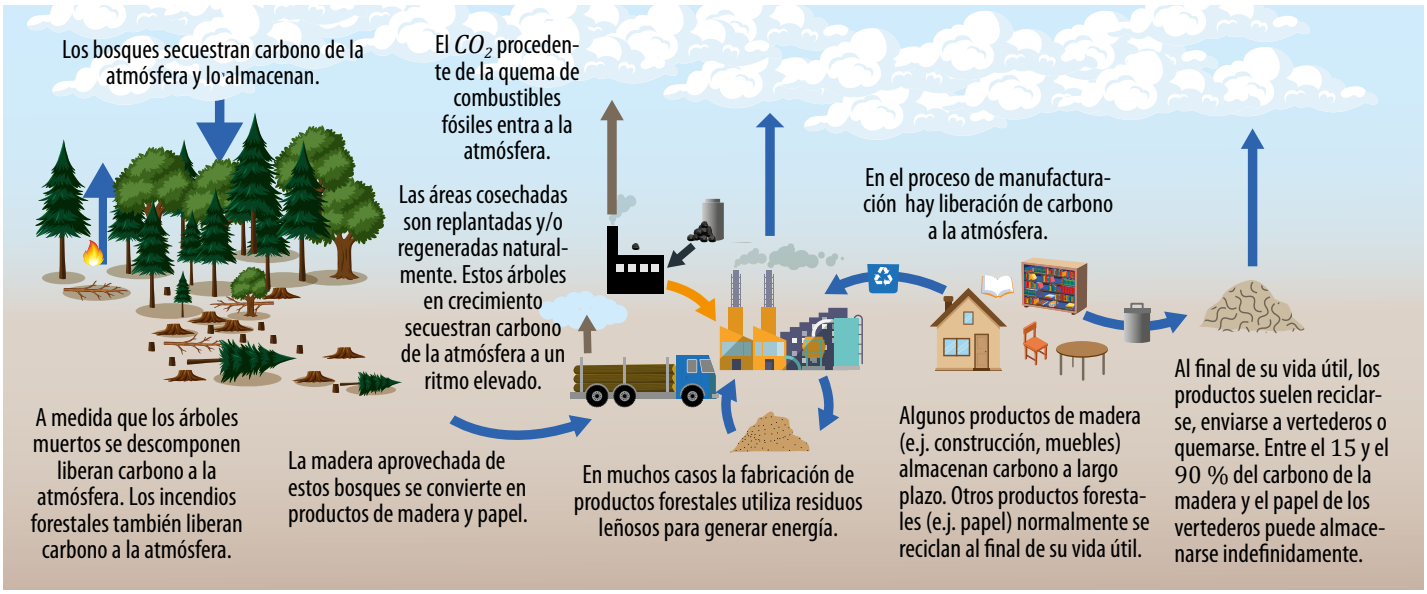
Cuando hacemos un aprovechamiento de estos servicios, es decir, cuando los empleamos como recursos naturales, inevitablemente alteramos los ecosistemas, ya que se llevan a cabo procesos de extracción, procesamiento, transporte, uso y generación de residuos. A esto lo podemos llamar impacto ambiental.

A. Impacto antropogénico

¿Te has preguntado si la energía que usas diariamente tiene algún impacto en el ambiente? Indaguemos un poco sobre las perturbaciones ecosistémicas derivadas de la explotación energética, y reconozcamos en forma general el impacto ambiental de la explotación de un recurso energético.

Procedimiento:

1. Integra equipos de trabajo.
2. Observen el siguiente esquema del proceso de extracción de biomasa para el sector energético.



Ojo al dato...

La energía de bio-masa es obtenida por la combustión de materia orgánica originada por excre-mentos de animales, podas de árboles, residuos de made-ra, cereales, aceites industriales, entre otros materiales.

3. Analicen y respondan lo siguiente:
   a. ¿El recurso energético es natural o procesado?
   b. ¿Hay alguna modificación en los espacios naturales para la extracción de bio-masa?
   c. ¿Se generan impactos negativos por el transporte, almacenamiento y distribu-ción de la biomasa?
   d. ¿Qué tipos de residuos crees que se generan de la combustión de la biomasa?
   e. ¿Consideran que el tipo de fuente energética que eligen consumir puede dis-minuir el impacto sobre el medioambiente? Expliquen comparando los im-pactos entre el uso de la biomasa y energía hidroeléctrica.

p. 113

Creatividad

Nuestras acciones repercuten a diario en el ambiente, desde que decidimos comprar una prenda que está de moda hasta dejar caer el agua por varios minutos mientras tomamos una ducha, pero ¿cómo ambas actividades tan distintas se relacionan con el impacto ambiental? Y ¿por qué nos dicen que ahorrar energía es bueno para el ambiente?

Anteriormente vimos que los recursos energéticos son indispensables para nuestras actividades diarias, pero ¿te has puesto a pensar si su uso altera nuestro entorno?

B. Contaminación del aire

A la alteración o modificación que causa una acción humana en el medioambiente se conoce como impacto antropogénico, realicemos las siguientes actividades para reconocer algunas actividades humanas que impactan en los ecosistemas naturales, simulando los efectos del uso de combustibles.

Materiales:

- Botella de plástico de $2\ \mathrm{L}$ vacía con tapa
- Fósforos
- $15\ \mathrm{mL}$ de agua

Procedimiento:

1. Vierte el agua en la botella.
2. Enciende el fósforo y déjalo caer dentro de la botella con cuidado.
3. Cierra rápidamente la botella con la tapa.
4. Aprieta la botella varias veces.
5. Analiza y responde:
   a. ¿Qué ocurre dentro de la botella?
   b. ¿Qué crees que representa el fósforo?
   c. ¿Qué daños crees que pueden ocasionar los gases que se generan por las industrias o el transporte?

p. 114



Con la experiencia anterior simulamos lo que sucede con la quema de combustibles para generar energía (p. ej., calor o electricidad), lo cual contribuye a problemas de salud pública y ambientales como la contaminación del aire, acidificación del océano, entre otros.

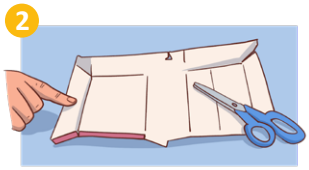
La emisión de gases del sector energético tiene un impacto ambiental que va desde la producción, la transformación, la gestión hasta el consumo de productos energéticos. Algunas fuentes de emisión de gases provienen de las industrias manufactureras y de los sectores comerciales y productivos (p. ej., agricultura, pesca), además de las fuentes móviles como la aviación, el transporte terrestre, el transporte ferroviario, la navegación, entre otros.

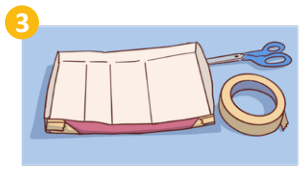
Ojo al dato...

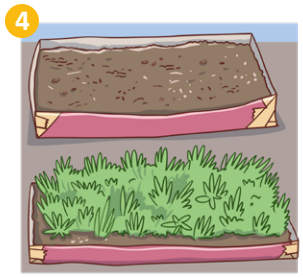
Las emisiones relacionadas con el uso de la energía incluyen dióxido de carbono, metano, óxido nitroso, monóxido de carbono, dióxido de azufre y compuestos orgánicos distintos al metano.

El ser humano ha modificado el paisaje para crear represas y captación de agua para consumo modificando los flujos de los sistemas fluviales. Por otro lado, los ecosistemas terrestres, como los bosques, han sido transformados para la producción agrícola y ganadera.

Hagamos la siguiente actividad para simular los efectos de la alteración de un ecosistema terrestre.









Recipiente plástico

C. Cambio de uso de suelo

Con esta actividad podremos reconocer cómo afecta el cambio de uso de suelo en los ecosistemas.

Materiales:

- 2 cajas de leche o jugo
- Tijera
- Cinta adhesiva
- Agua
- Pala de jardinería
- Muestra de suelo y suelo con vegetación (p. ej., grama)
- 2 recipientes plásticos
- Colorante

Procedimiento:

1. Integra equipos de trabajo.
2. Corten las cajas con la tijera para que queden con forma de bandeja.
3. Peguen con cinta adhesiva los bordes para armar la bandeja.
4. En la caja 1 depositen solamente suelo y en la caja 2, suelo con vegetación (grama).
5. Inclinen las dos bandejas en un ángulo de $45°$ y coloquen el recipiente de plástico en la parte inferior.
6. Registren la cantidad de agua con la que riegan y comparen con la que llega después al recipiente.
7. Preparen una solución de agua con el colorante (simulando una sustancia contaminante), vuelvan a rociar el suelo y observen lo que sucede.
8. Cubran con un plástico la tierra de la caja 1, vuelvan a regar con agua y observen lo qué sucede.
9. Respondan en el Cuaderno de Trabajo:
   a. Después de regar las muestras de suelo de las dos bandejas, ¿cuál es el aspecto del agua que escurrió?
   b. ¿La cantidad de agua que escurrió varió en las dos muestras?
   c. ¿Creen que la vegetación ayuda a retener agua y evitar la erosión del suelo?
   d. ¿Creen que los contaminantes que utilizamos en los cultivos pueden contaminar los ríos y los lagos?
   e. ¿Qué sucedió cuando cubrieron la tierra con el plástico?
   f. ¿Es similar a colocar una capa de cemento?
   g. ¿Qué pasa cuando cambiamos bosques por urbanizaciones?
   h. ¿Qué sucede cuando cambiamos un bosque por un cultivo de caña o por un embalse?

p. 114

Fíjate que...

El cambio de uso de suelo o uso de la tierra se refiere a la transformación de la cubierta vegetal de los suelos para que sean empleados con otra función, por ejemplo, cambiar bosques para construir urbanizaciones.

Hemos visto cómo las actividades humanas producen perturbación en los ecosistemas, ya que estos son modificados para el aprovechamiento de recursos naturales con diferentes propósitos.

D. ¿Cómo medir el impacto ambiental?

Los impactos de las acciones humanas podemos identificarlos y cuantificarlos, por ejemplo, pueden ser medidos si contabilizamos la extracción de materias primas y la energía que gastamos para la fabricación, el transporte y el embalaje del producto y la generación de residuos.

Procedimiento:

1. Lee la siguiente información:

Acciones humanas que causan impactos ambientales

Contaminación

Las industrias, los comercios y las zonas residenciales emiten sustancias a la atmósfera, vertidos de aguas residuales, residuos y contaminantes al suelo. Además, generan ruidos, cambios térmicos, radiaciones, entre otros.





Cambio de uso de suelo

La deforestación de la vegetación natural para el uso de la tierra en agricultura, ganadería, industrias, urbanización, entre otros, causa compactación y erosión de los suelos, emisión de gases a la atmósfera y pérdida de biodiversidad.

Extracción de fauna silvestre

La extracción de especies nativas de sus hábitats naturales (para su uso como mascotas, usos medicinales o de otro tipo), causa desequilibrio en los ecosistemas y potencialmente la extinción de las especies.





Sobreexplotación de recursos

La extracción masiva de recursos naturales (madera, minerales), el sobrepastoreo (número de cabezas de ganado superior a la capacidad del territorio) o la sobrepesca, causa agotamiento de los recursos y desequilibrio en los ecosistemas.

Los ecosistemas poseen una capacidad natural de adaptarse o recuperarse de los impactos ambientales, pero mientras más presiones experimente un ecosistema, más difícil le será hacer sus funciones y, por ende, más difícil será obtener bienes y servicios ambientales, tales como: la calidad del aire, la regulación de los flujos del agua, la prevención de la erosión, la conservación y fertilidad de los suelos, la polinización, entre otros.

Recuerda que el hábitat es el lugar físico donde vive un organismo. Por ejemplo, el hábitat de un ave es un árbol dentro del bosque.



PÉRDIDA DE HABITAT

El cambio de uso de suelo para fines agrícolas, expansión urbana o construcción de carreteras provoca la destrucción de hábitats.

Puedes conocer más de la pérdida de biodiversidad en: https://qrs.ly/cafrtdw

Ojo al dato...

Las medidas de prevención, mitigación o compensación son un conjunto de acciones para evitar, atenuar o compensar las condiciones ambientales afectadas por un proyecto.

De acuerdo con la intensidad de la explotación o aprovechamiento de los recursos, así será la perturbación sobre los ecosistemas y la pérdida de servicios ambientales o ecosistémicos. Esta perturbación o alteración directa de los ecosistemas o de las condiciones del entorno (natural o artificial) por acciones antrópicas se conoce como impacto ambiental.

Aunque los impactos tienen una connotación negativa, también existen impactos positivos, por ejemplo, trazar una carretera sobre un área boscosa tiene impactos negativos al reducir la cobertura vegetal, impermeabilizar el suelo y cortar rutas de paso para los animales, sin embargo, el impacto positivo de la carretera permite la llegada de servicios a las comunidades.

Así se hace...

Estudio de caso:
Pablo heredó una finca que posee un bosque donde se plantea realizar una construcción de 100 viviendas. El proyecto incluye la introducción de servicios básicos como agua potable, energía eléctrica y tuberías de aguas negras (a verterse en una quebrada cercana a la finca). Además, se construirá un centro escolar que atenderá a 500 estudiantes. Todos estos servicios beneficiarán directa o indirectamente a la comunidad. La etapa de preparación del proyecto incluye la remoción total de la cobertura vegetal, el aplanado, relleno y compactación del suelo usando maquinaria pesada. Los escombros se depositarán en un barranco cercano. Esta etapa durará un mes.

Durante los once meses siguientes se prevé el paso y manipulación de grandes cantidades de materiales de construcción y el uso de maquinaria ruidosa. Cuando se termine, se habrá concretado el 90 % del área del proyecto, incluyendo una zona de parqueo común. El proyecto será ejecutado por una empresa extranjera, pero se contratará alguna mano de obra local.

Ambiente			Actividades		Σ
			Preparación del terreno	Construcción	
Sistemas naturales	Tierra/suelos		-1	-3	-4
	Agua		0	-2	-2
	Atmósfera	Calidad	-2	-1	-3
		Clima	-2	-1	-3
	Flora		-3	0	-3
	Fauna		-2	-1	-3
Factores socioculturales	Uso del suelo		-3	1	-2
	Espacios de recreo		-2	1	-1
	Paisaje		-3	1	-2
	Vivienda		-2	3	1
	Empleo		3	2	5
	Redes de servicios		0	3	3
	Residuos		-2	0	-2
Ponderación del impacto			-19	3	-16

La escala de los impactos es del 1 al 3, donde 1 es el de menor impacto y el 3 el de mayor. Se usan sólo números enteros. Si el impacto es dañino o negativo se usa el signo (-) de lo contrario es un impacto positivo y se usa (+). El (0) significa «sin impacto». Los impactos se suman para determinar si los beneficios del proyecto son inferiores a los daños (resultado positivo o negativo).

2. Integra equipos de trabajo
3. Lean la siguiente información sobre un proyecto que se llevará a cabo en una comunidad:

> Se establecerá una planta de energía geotérmica para aumentar la capacidad de generación de energía que beneficiará a 500 casas con 4 500 habitantes de la comunidad. Se perforarán 13 pozos y se instalarán turbinas más eficientes. La zona de impacto es un bosque tropical seco del que los lugareños extraen madera para construcción y leña. Las principales oportunidades de empleo son la contratación de jornaleros para la agricultura y la construcción, por tanto, para el proyecto se contará con la mano de obra local de 200 personas. El área también está modificada para fines agrícolas, pero todavía se conservan árboles nativos importantes. Para la instalación de las turbinas se removerá la cubierta vegetal en un 50 % que afectará a la fauna silvestre, especialmente a los nidos de un ave en peligro de extinción. En la zona del proyecto se encuentra la principal cuenca de drenaje y se alimenta con muchos manantiales que dependen de la infiltración de la cubierta vegetal.

¿Qué tiene menor impacto? ¿Elaborar una botella de vidrio o una lata de aluminio, o usar una camiseta de algodón o una de poliéster?



4. Lean la sección *Así se hace…* para elaborar una tabla similar para analizar los impactos positivos y negativos de este proyecto. p. 115
5. Formulen medidas para mitigar o compensar los impactos negativos hasta volver más eficiente el proyecto.
6. Investiguen, lleven a cabo una exposición sobre algún proyecto de su comunidad y analicen los impactos ambientales que haya causado.

Al realizar una actividad transformadora de nuestro entorno es importante medir, planificar y minimizar los impactos negativos que alteran el equilibrio ecológico. Para tal efecto, se han creado herramientas como los Estudios de Impacto Ambiental (EIA), que se utilizan para determinar las medidas de prevención, mitigación y compensación de proyectos.

En El Salvador, la legislación permite vigilar todo tipo de proyectos con incidencia ambiental y obliga a realizar EIA para su aprobación. Además, aplica medidas de mitigación, reparación o compensación para reparar o reducir los daños que generan los proyectos y producir un efecto positivo.

Por ejemplo, si en el proyecto se talan árboles, se compensa sembrando nuevos árboles en los lugares aledaños. Sin embargo, es urgente priorizar más áreas de conservación a nivel nacional y crear políticas que prohíban el cambio de uso de suelo, ya que consigo viene la pérdida de cobertura vegetal y en consecuencia se eliminan múltiples funciones ecosistémicas, tales como la fijación de carbono, disminución de la recarga hídrica y la pérdida de biodiversidad; volviendo a nuestro país más vulnerable ante cambios en las condiciones ambientales y climáticas.



Cambio climático

Indagación

¿Alguna vez has escuchado sobre el calentamiento global o el cambio climático? Solemos confundir estos dos términos, a pesar de que hay cierta diferencia. El calentamiento global es el aumento gradual de la temperatura superficial de la Tierra causado por los **gases de efecto invernadero (GEI)** de la atmósfera. Por su parte, el cambio climático se refiere a los cambios del clima a lo largo del tiempo, incluido el aumento de temperatura, el cambio en las precipitaciones, entre otros.

El término «efecto invernadero» es una analogía con los invernaderos, se caracterizan por retener el calor de la luz solar.



¿Sabías que los gases de efecto invernadero se encuentran de manera natural en la atmósfera de nuestro planeta? Pero ¿te has preguntado qué función cumplen? Hagamos el siguiente experimento para simular el efecto invernadero en la atmósfera de la Tierra.

A. Efecto invernadero

El efecto invernadero es un fenómeno natural que permite a la Tierra mantener una temperatura adecuada para la vida. Con esta actividad vamos a reconocer cómo algunos gases retienen la energía térmica en dos ambientes simulados.

Materiales:

- 3 recipientes plásticos con tapadera
- 2 vasos transparentes
- 4 termómetros ambientales
- Bebida carbonatada
- Agua
- Cinta adhesiva o plastilina
- Marcador

Procedimiento:

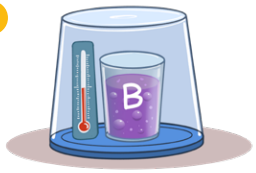
1. Con la plastilina o la cinta adhesiva, pega un termómetro en cada recipiente.
2. Marca los vasos con las letras A y B.
3. Llena el vaso A con agua y el vaso B con la bebida carbonatada.
4. Coloca los vasos sobre las tapas y cúbrelos con el resto del recipiente.
5. Rotula el recipiente restante como «Control», que contendrá solamente el termómetro.
6. El cuarto termómetro se utilizará para controlar la temperatura ambiental.
7. Expón los dispositivos al sol durante 1h.
8. Revisa los termómetros cada $15\ \text{min}$ por 1h y anota la temperatura en tu Cuaderno de Trabajo.
9. Analiza y responde:
   a. ¿Qué crees que influyó para que hubiera mayor temperatura en los recipientes?
   b. ¿Qué tipo de gas estamos representando en los recipientes A y B?
   c. ¿Qué actividades humanas crees que pueden incrementar los gases de efecto invernadero?

p. 116

3



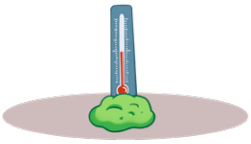
4



5



6



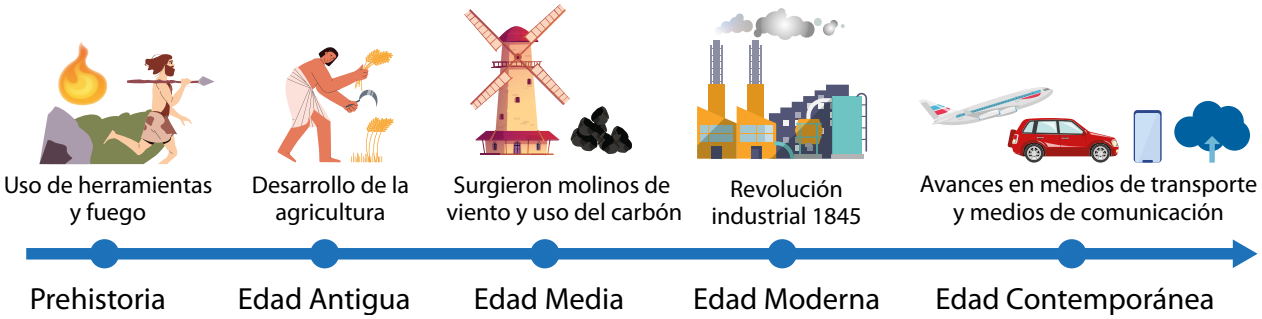
Con la experiencia anterior simulamos cómo el «efecto invernadero» restringe la transferencia de radiación a través del aire y reduce la velocidad a la que el calor se escapa al exterior.

B. Cambio climático antropogénico

Los GEI son necesarios para mantener una temperatura viable en el planeta; sin embargo, con la intervención humana, las emisiones y las concentraciones de ciertos gases se han incrementado. Con esta actividad podremos identificar las fuentes antropogénicas emisoras de GEI y que influyen en el calentamiento global.

Procedimiento:

1. Forma equipos de trabajo.
2. Cada equipo tendrá determinado período histórico para analizar las fuentes de emisión de CO_2.
3. Según el período histórico asignado, cuestionen las fuentes energéticas que se han utilizado para realizar diversas actividades.



4. Completen la tabla que se presenta en el Cuaderno de Trabajo.
5. Responde:
   a. ¿En qué período de la historia se comenzaron a generar grandes emisiones de CO_2?
   b. ¿Qué actividades generan mayor CO_2 en la actualidad?
   c. Observa la siguiente tabla de algunas fuentes de emisión de GEI y expliquen la relación entre la emisión de estos gases por actividades humanas y el calentamiento global.

p. 117

Gas invernadero	Fuente de emisión
Vapor de agua (H_2O)	Evaporación del agua del océano, ríos y lagos; evapotranspiración de las plantas.
Dióxido de carbono (CO_2)	Procesos de combustión (petróleo, carbón, madera), erupciones volcánicas y los incendios forestales.
Metano (CH_4)	Ganadería, agricultura y descomposición de la materia orgánica.
Óxido de nitrógeno (N_2O)	Automóviles, centrales eléctricas y otras fuentes industriales, comerciales y domésticas que queman combustibles fósiles.
Clorofluorocarburos (CFC)	Líquidos refrigerantes, aerosoles, solventes, construcción de plásticos.

Con la actividad anterior pudimos reconocer que el ser humano ha influido en el incremento de GEI, principalmente en los niveles de CO_2, con aumentos significativos a partir de la era industrial. Sin embargo, muchas otras actividades son fuentes de otros gases que incrementan el efecto invernadero y son responsables del calentamiento global.

La actividad humana ha incrementado la emisión de CO_2 por el uso de combustibles fósiles (carbón, petróleo y gas natural).



Accede a simuladores de la NASA para observar el aumento del dióxido de carbono y de la temperatura global.
https://qrs.ly/41frtdz

Creatividad

A lo largo de la historia, las diferentes fuentes de energía han mantenido la dinámica de las sociedades. Pero ¿te has puesto a pensar qué pasaría si se interrumpen los suministros de energía en un poblado o ciudad? Hagamos la siguiente actividad para analizar una situación de crisis energética.

C. Un día sin energía eléctrica

Un día sin energía sería una experiencia muy diferente y podría tener un impacto significativo en nuestras vidas cotidianas. Con esta actividad simularemos una situación de interrupción de energía en una ciudad para analizar la demanda del recurso energético y plantear alternativas para disminuir este consumo.

Usamos a diario energía eléctrica para realizar diversas actividades cotidianas.



Procedimiento:

1. El docente formará equipos de trabajo.
2. Lean la siguiente información:
   La ciudad sufrirá interrupciones de energía desde mañana hasta nuevo aviso. El suministro de energía eléctrica, del gas para cocinar y de la gasolina será racionado. El servicio de agua potable se brindará por horas, ya que la falta de electricidad afectará a las plantas de suministro. No se contará con líneas telefónicas y el internet será inestable debido a la falta de electricidad de las compañías de telecomunicaciones. Además, la escasez de gasolina afectará el transporte público, el suministro de alimentos y la recolección de desechos.
3. Cada equipo es un comité que evalúa cada uno de los aspectos que se encuentran en las siguientes tarjetas.
4. Reflexionen acerca del consumo de energía y las consecuencias de la crisis y planteen posibles soluciones en el Cuaderno de Trabajo.

p. 118

Producción y suministro de alimentos
¿Dónde se producen los alimentos? ¿Se necesita gasolina para su distribución? ¿Cómo se conservan los alimentos? ¿Necesitan refrigeración?

Energía eléctrica y agua potable
¿Cómo llega el agua a las viviendas? ¿Se necesita energía? ¿Se necesita iluminación? ¿Cómo son tratadas las aguas residuales? ¿Se necesita energía para que funcionen?

Suministro de gas y transporte
¿Se necesita gas para cocinar? ¿En qué medio de transporte se traslada la población? ¿Qué otros medios de transporte circulan? ¿Qué tipo de energía se utiliza?

Recolección de residuos sólidos
¿Cuáles son las cantidades de desechos producidos a diario? ¿Cómo son trasladados? ¿Se necesita transporte? ¿Se necesita energía?

Con la experiencia anterior reconocimos que las fuentes energéticas son necesarias para mantener el estilo de vida actual; sin embargo, esta demanda de suministros de energía implica la quema de combustibles fósiles y por consiguiente un incremento en la concentración atmosférica de los GEI, especialmente el CO_2 por la quema del petróleo y sus derivados, el metano (CH_4) liberado por diversas actividades agropecuarias y procesos industriales y los óxidos de nitrógeno (N_2O) derivados de la actividad vehicular.

D. Lluvia ácida

Te has preguntado ¿qué sucede con los gases que generan las fábricas o los vehículos? ¿Son contaminantes? ¿Pueden alterar la composición de la atmósfera y tener consecuencia en los organismos vivos o en otros materiales del entorno?

Hagamos la siguiente actividad para comprobar los efectos de los gases de efecto invernadero, simulando los efectos de la contaminación atmosférica sobre los elementos vivos y no vivos del entorno.

Materiales:

- 2 recipientes con tapadera
- 250 mL de vinagre
- 250 mL de agua
- 2 cascarones de huevo
- 2 hojas verdes pequeñas
- 2 clips
- 2 tornillos

Procedimiento:

1. Vierte el agua en uno de los recipientes y rotúlalo como «Agua», y en el otro recipiente vierte el vinagre y rotúlalo como «Vinagre».
2. Introduce en cada recipiente un cascarón de huevo, una hoja verde, un clip y un tornillo.
3. Deja reposar los dos recipientes durante un día.
4. ¿Qué crees que les pasará a los objetos después de exponerlos al agua y al vinagre? Anota tus predicciones en el Cuaderno de Trabajo.
5. Después de un día, anota las diferencias entre cada objeto de cada recipiente y anota tus observaciones.
6. Deja los recipientes reposar durante una semana y anota lo que ocurre. p. 119
7. Para finalizar, investiga cómo la lluvia ácida puede afectar a los ecosistemas.

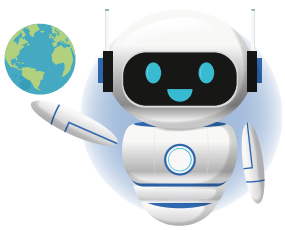
Con esta actividad simulamos que la presencia de gases de efecto invernadero en la atmósfera provoca la lluvia ácida. Además, observamos cómo un ambiente con condiciones ácidas puede afectar a los organismos de un ecosistema y también a elementos no vivos del entorno.



Los principales gases de la atmósfera son el nitrógeno (N_2), el oxígeno (O_2) y el argón (Ar). Otros son los gases de efecto invernadero (GEI), como el vapor de agua (H_2O), el dióxido de carbono (CO_2), el óxido nitroso (N_2O), el metano (CH_4) y el ozono (O_3).



Algunos contaminantes industriales, que están compuestos de nitrógeno y azufre, pueden reaccionar con la humedad de la atmósfera y formar ácido nítrico y sulfúrico, que incide en la formación de lluvia ácida.



La atmósfera deja pasar los rayos solares, pero la mayor parte de esta energía es absorbida por la superficie terrestre y los océanos. El resto de energía es reflejada hacia el espacio, pero otra parte de la energía emitida en forma de calor por la superficie terrestre no sale de vuelta al espacio porque es retenida por los gases y compuestos presentes en la atmósfera. Por esto, al incrementar la concentración de gases generan un aumento en la temperatura de la Tierra.

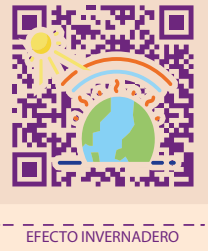
E. Escenarios climáticos

¿Has sentido más calor últimamente o has notado que hay cambios repentinos en el clima? Realiza la siguiente actividad para conocer las consecuencias que podemos experimentar con alguno de los efectos del cambio climático.

Procedimiento:

1. Forma equipos de trabajo.
2. Lee la siguiente información.

La atmósfera está compuesta de diversos gases, entre los cuales están los gases de efecto invernadero. El efecto invernadero es un fenómeno natural que permite mantener a la Tierra a una temperatura aproximada de $15\ °C$; de no existir, la temperatura media de la Tierra sería de $18\ °C$ bajo cero.



La energía solar que no es reflejada es absorbida por los gases de efecto invernadero, permitiendo mantener a la Tierra caliente.

La alteración del efecto invernadero se produce cuando las emanaciones antrópicas incrementan la concentración atmosférica de los GEI. De tal manera, que la retención de calor atmosférico es proporcional a la cantidad GEI presentes en la atmósfera. Asimismo, las fluctuaciones naturales de los gases son procesos muy lentos que permiten mantener la temperatura atmosférica promedio casi invariable incluso durante miles de años.

El aumento eventual de esa temperatura promedio es lo que conocemos como **calentamiento global** y el proceso contrario es el enfriamiento global. Ambos fenómenos han ocurrido naturalmente en repetidas ocasiones durante la historia del planeta, trayendo consigo cambios climáticos y de estacionalidad global. Sin embargo, hace algunos años el planeta ha experimentado un cambio climático acelerado a gran escala debido a la influencia humana.

Podemos identificar cuatro factores principales que están influyendo en la emisión de gases de efecto invernadero: las formas de producción y consumo basadas en el uso de combustibles fósiles, la creciente demanda de energía y recursos naturales, la sobrepoblación y el cambio de uso del suelo.

El cambio climático afecta mucho más que sólo el tiempo atmosférico, sino que redistribuye las características de los eventos atmosféricos que impulsan cambios estacionales que juegan un papel crucial en los ecosistemas.

El clima influye directa e indirectamente en la distribución de ecosistemas y la construcción de asentamientos humanos, provocando:

- Redistribución y alteración de intensidad de las lluvias: la lluvia determina la cobertura vegetal y con ello la estructura y formación de ecosistemas. La producción de alimentos se basa en las lluvias y en la disponibilidad del agua en las comunidades.



Por otro lado, la intensidad de las precipitaciones puede ocasionar inundaciones o deslizamientos en zonas vulnerables.

- Sequías: con la redistribución de las precipitaciones, algunas zonas experimentarán sequías y con ello afectar la producción de alimentos.

- Pérdida de biodiversidad: muchas especies desaparecen al no poder adaptarse a los cambios ambientales, mientras que otras migran en busca de condiciones más adecuadas. En los nuevos territorios, las especies que amplían su distribución compiten por recursos con las especies nativas.

- Alteración de los ciclos bióticos: el cambio en los patrones de lluvia y temperatura afecta al florecimiento de las plantas y su fructificación, la eclosión de huevos. Además, repercute en la polinización, las migraciones, los desoves de peces, entre otros procesos biológicos. Asimismo, los niveles de CO_2 afectan otros factores como la velocidad de regeneración de los bosques, el crecimiento de insectos y la calcificación de los arrecifes.

- El aumento de temperatura promueve el deshielo en los polos: a gran escala provoca un incremento en los niveles oceánicos y disminución de la salinidad, poniendo en riesgo a las especies marinas y por consiguiente a las comunidades costeras que dependen de los recursos pesqueros.

3. Investiguen algunas de las consecuencias de la lista de efectos del cambio climático que se presentan a continuación.

Inundaciones y sequías	**Acidificación de los océanos**	**Pérdida de biodiversidad**	**Propagación de enfermedades**

4. Dramaticen las consecuencias del cambio climático y cómo puede afectar al bienestar de las sociedades.
5. Pueden tomar como ejemplo la siguiente situación para la dramatización: Imagina que vives en un lugar donde llueve mucho durante el año y de pronto dejará de llover por muchos meses. ¿Qué pasaría en tu comunidad? ¿Afectaría a alguna actividad de producción de alimentos? ¿Cómo afectaría a las zonas de captación de agua? ¿Afectaría la distribución del servicio de agua? ¿Afectaría el suministro de energía eléctrica si proviene de una planta hidroeléctrica?

Como reflexión final podemos decir que cada persona consume bienes y servicios, lo que implica la extracción de recursos naturales, la fabricación de productos y empaques, la distribución, el consumo y la disposición final de desechos. En este sentido, nuestro tipo de consumo tiene una influencia en la cantidad de GEI que se emiten a la atmósfera. Por lo tanto, es importante un cambio tanto en las formas de producción como en nuestros hábitos de consumo para reducir los impactos que están afectando a los ecosistemas y a la biodiversidad.

Puedes consultar los siguientes recursos sobre inundaciones y sequías.
https://qrs.ly/2yfrte0

Acidificación de los océanos.
https://qrs.ly/tnfrte1

Pérdida de biodiversidad.
https://qrs.ly/ddfrte3

Propagación de enfermedades.
https://qrs.ly/d4frteo

Seguridad alimentaria y nutricional

Indagación

Como vimos, el cambio climático provoca períodos más largos e intensos de sequía, inundaciones, entre otros. Estas condiciones pueden afectar a los cultivos, empobrecer el suelo y comprometer gravemente el acceso a los alimentos. Además, el desarrollo de la agricultura y la ganadería en suelos no aptos genera vulnerabilidad o pérdidas dentro de la actividad productiva, afectando así la **Seguridad Alimentaria y Nutricional (SAN)**.

Cuando hablamos de seguridad alimentaria y nutricional (SAN) nos referimos al derecho a tener acceso físico, económico y social a una alimentación adecuada en cantidad y calidad y de manera oportuna y permanente.



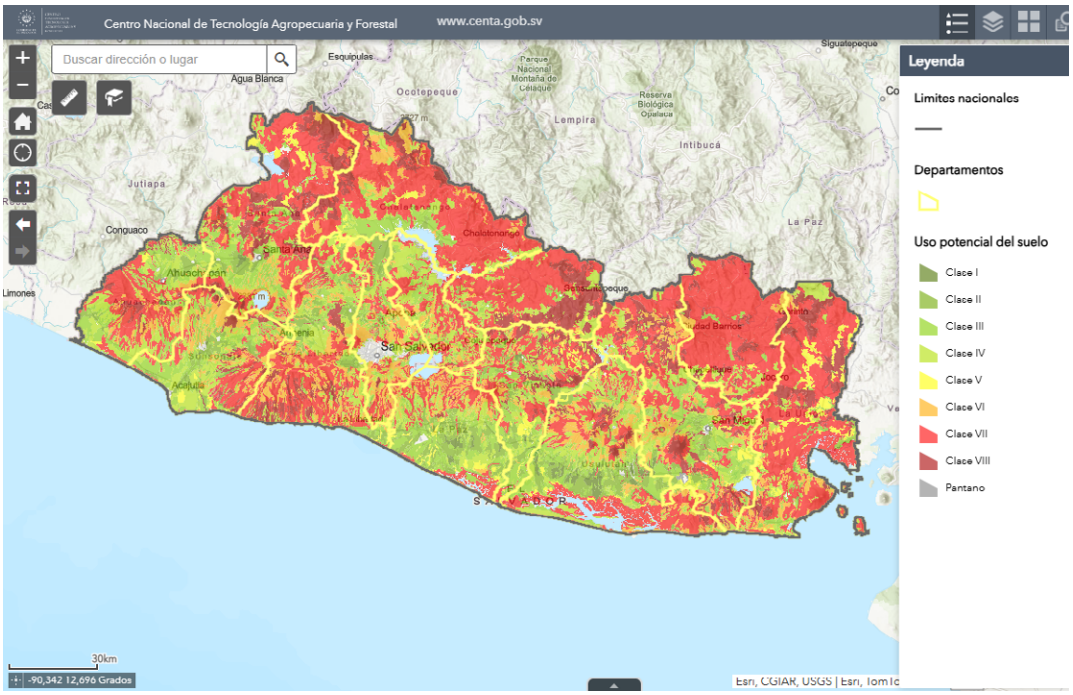
Puedes tener acceso a la plataforma del CENTA en el siguiente enlace:
https://qrs.ly/o1frteq

A. Producción alimentaria

Para reconocer las clases de suelo que hay en El Salvador y el uso que se les da actualmente, vamos a comparar mapas de las **clases de suelo** con mapas de **uso de suelo** de El Salvador.

Procedimiento:

1. Ingresa al enlace del Centro Nacional de Tecnología Agropecuaria y Forestal (CENTA) en el QR al final de la página.
2. Selecciona la opción «Uso potencial del suelo».
3. Observa en el mapa los colores de cada clase de suelo.



4. Lee a continuación las características de cada clase de suelo:
   a) Terrenos adecuados para cultivos intensivos u otros usos:
      clase I, sin métodos especiales de protección;
      clase II, con métodos sencillos de protección;
      clase III, con métodos intensivos de protección.
   b) Terrenos apropiados para cultivos de aradura en forma ocasional o limitada:
      clase IV, con uso limitado, con métodos intensivos de protección.

c) Terrenos de uso limitado, inadecuados para cultivos intensivos o de aradura, pero adecuados para vegetación o cultivos permanentes:
clase V, sin emplear restricciones o métodos especiales de protección;
clase VI, con restricciones moderadas;
clase VII, con restricciones severas.

d) Terrenos inadecuados para uso agrícola, únicamente aptos para protección, vida silvestre, recreación o ecoturismo:
clase VIII, tierras escabrosas, áridas o arenosas, impropias para fines agrícolas.

5. Selecciona la opción «Uso de la tierra» y escoge un departamento para observar detenidamente y comparar los usos de suelo con las clases de suelo.
6. Observa los siguientes mapas de la distribución de las zonas de ganadería y granjas avícolas. En equipo, planteen una propuesta de distribución adecuada para las zonas de producción alimentaria según la clase de suelo.
7. Discutan lo siguiente:
   a. ¿Creen que es bastante o poco el espacio que se utiliza para la producción de alimentos comparado con otros usos de suelo?
   b. ¿Consideran que las áreas para la producción de alimentos (agricultura, ganadería y granjas avícolas) se encuentran distribuidas adecuadamente según la clase de suelo?
   c. En caso de no satisfacer los requerimientos de la gente, ¿qué acciones se pueden tomar para el abastecimiento de alimentos?
   d. ¿Creen que las zonas productivas son vulnerables ante los efectos del cambio climático? Expliquen brevemente.

p. 120

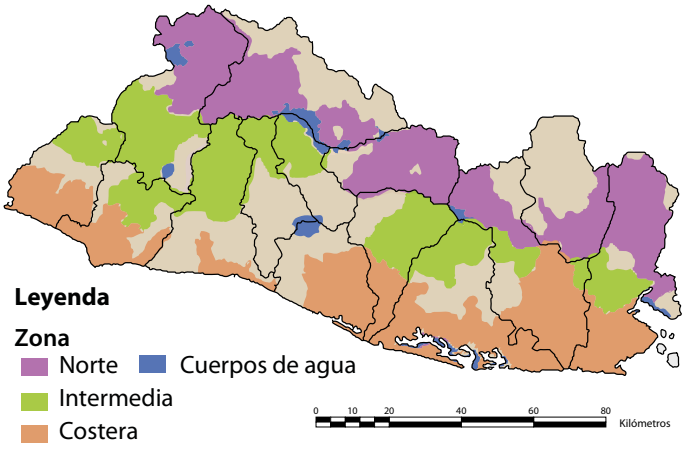
USO DEL SUELO

El sistema «Uso potencial del suelo» clasifica las tierras en ocho clases, según las condiciones favorables o no para su aprovechamiento sostenible.

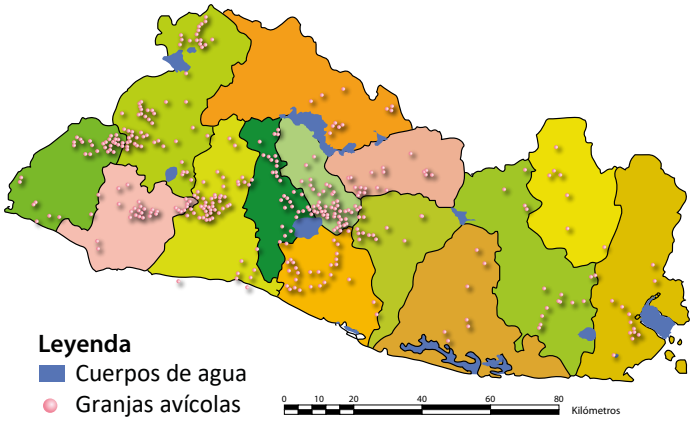
Fíjate que...

La deforestación de zonas boscosas para establecer terrenos para agricultura, ganadería y urbanización es la principal causa del cambio de uso de suelo.

Zonas ganaderas 2020 El Salvador



Distribución geográfica de granjas avícolas 2019 - 2020



Con la actividad anterior pudimos identificar que varios de los usos del suelo son destinados a la producción agrícola (cultivos de granos básicos, hortalizas, café y caña de azúcar), ganadera y avícola. Algunas de estas actividades productivas se desarrollan en áreas que no son aptas según su uso potencial o que incluso se encuentran vulnerables ante condiciones climáticas extremas, lo que puede afectar su rendimiento.

Creatividad

Es importante utilizar eficientemente las áreas destinadas para la producción de alimentos, sobre todo en un país sobrepoblado en el que hay poco territorio y una demanda importante de recursos. Seguramente te preguntes cuánto necesitamos producir para brindar alimento a una población o si esos alimentos brindan los requerimientos nutricionales para una alimentación saludable.

Recordemos que las kilocalorías (kcal) expresan la cantidad de energía que aportan los alimentos.



B. Rendimiento calórico

Con esta actividad vamos a comparar el rendimiento calórico entre diversos cultivos para conocer algunos datos del rendimiento calórico de alimentos incluidos en nuestra dieta.

Procedimiento:

1. Integra equipos de trabajo.
2. Discutan sobre las cantidades de alimentos básicos que consumen diariamente.
3. Observen las tarjetas con la información del rendimiento calórico estimado de algunos cultivos locales y otros extranjeros.

MAÍZ (local) 22 692 605 kcal/ha	**FRIJOL (local)** 7 135 690.5 kcal/ha	**ARROZ (local)** 58 275 869 kcal/ha
SOYA (extranjero) 10 816 000 kcal/ha	**TRIGO (extranjero)** 20 349 000 kcal/ha	**LENTEJAS (extranjero)** 8 150 000 kcal/ha

Notación...

El rendimiento calórico se expresa en kilocalorías por hectárea:

$$\text{kcal/ha}$$

4. Revisen la tabla de ingesta diaria de energía recomendada por persona.

Sexo	Edad	Masa (kg)	Energía (kcal)
Niñas	10-18	46.7	2 000
Niños	10-18	49.7	2 400
Mujeres	19-65	55.0	2 050
Hombres	19-65	65.0	2 600

5. Calculen el área que debemos cultivar de cada alimento (una cosecha al año) para abastecer a una familia de dos adultos, dos niñas y un niño. Realicen los cálculos en el Cuaderno de Trabajo.

p. 121

Ojo al dato...

La hectárea (ha) es una medida de superficie equivalente a $10\,000\ m^2$ y se utiliza en todo el mundo para medir grandes áreas de tierra.

Con esta actividad comprobamos que cada cultivo tiene su rendimiento calórico y que varía de acuerdo con la producción que genera por hectárea y a las kilocalorías que brinda cada alimento. El rendimiento calórico es un concepto aplicado tanto en la ingeniería energética como en la nutrición, y se refiere a la eficiencia con la que se puede extraer y utilizar la energía almacenada en combustibles y alimentos. La comprensión de este concepto permite optimizar el uso de recursos energéticos y mejorar la dieta para mantener una salud óptima.

C. Producción extensiva

Te habrás dado cuenta de que se necesitan bastantes hectáreas para producir nuestros alimentos. Pero ¿sabes qué tipo de producción se lleva a cabo en el país? Hagamos la siguiente actividad para dimensionar la cantidad de área que necesitamos para la producción de alimentos, analizando qué tipo de producción es más eficiente en cuanto al área que utiliza.

Procedimiento:

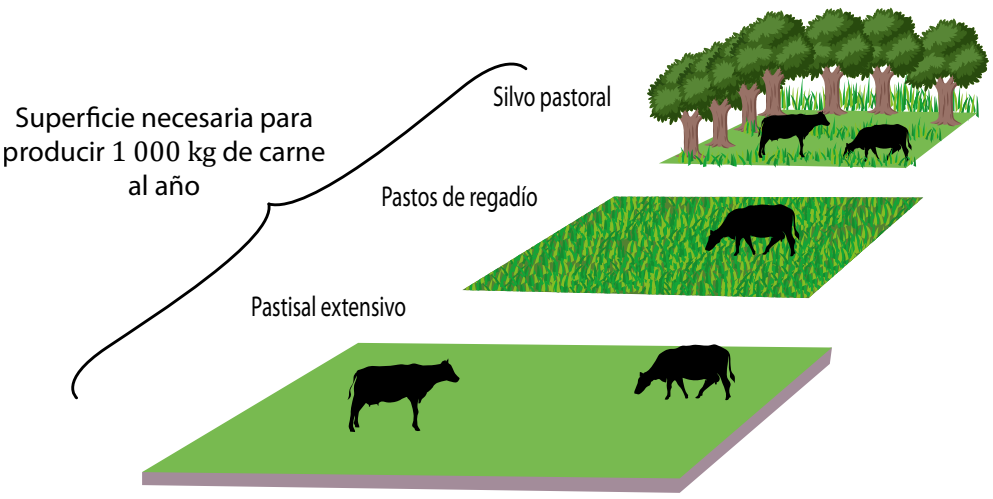
1. Observa la siguiente tabla con datos mundiales:

Superficie (ha)	Tipo de producción		
	Extensiva	Pastos de regadío (fertilizados)	Sistemas silvopastoriles (semiintensiva)
Superficie de tierra (ha) por ganado para producir 1000 kg de carne al año	27	10	2.2
Agua que bebe el ganado (kg)	137	81	73.6

Fuente: Uso de tierra y agua en los sistemas de producción de carne (Broom, 2019).

2. Toma en cuenta la referencia anterior para calcular la cantidad de hectáreas para producir 18 678 kg al año, que es el consumo en El Salvador con una producción extensiva.
3. Observa el siguiente esquema y discute con tus compañeros cuál tipo de producción puede ser más eficiente para un país que cuenta con poco territorio como El Salvador.

p. 121



Si analizamos la producción extensiva de ganado podemos ver que la producción de carne también implica cultivar pastos y otras plantas para alimentar al ganado. Por lo tanto, el mejor uso de la tierra es utilizar sistemas óptimos tanto para cultivar granos como para la crianza de animales.

Fíjate que...

La Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (ONUAA), más conocida como FAO (*Food and Agriculture Organization*, en inglés), es responsable de promover buenas prácticas para asegurar una nutrición de calidad para todos.

Encuentra más información sobre los sistemas silvopastoriles aquí: https://qrs.ly/pyfrter

Ojo al dato...

La ganadería tradicional extensiva provoca compactación en las zonas planas y erosión en las zonas quebradas, dejando suelos degradados e infértiles para otros cultivos o para regeneración natural.

Comunicación

El uso de suelo en El Salvador es un paisaje en mosaico entre áreas ocupadas por cultivos de granos básicos, matorrales, potreros, urbanización, grandes áreas cafetaleras y **relictos** de bosques naturales. Es importante señalar que en las áreas de cafetal hay árboles de sombra que, del mismo modo que los bosques, cumplen funciones como zonas de recarga hídrica, hábitats para las especies silvestres, entre otros.

Es primordial que el uso de la tierra para la producción de alimentos sea eficiente, ya que El Salvador tiene alta densidad poblacional, es necesario definir áreas aptas para el establecimiento de zonas de agricultura, ganadería y asentamientos humanos tomando en cuenta el manejo integral del suelo y del recurso hídrico. Todo esto implica un ordenamiento territorial que garantice que el uso de suelo para la producción de alimentos se lleve a cabo en áreas aptas para dichas actividades, con alta productividad y aplicando prácticas de conservación de suelo que mantengan su fertilidad y eviten su erosión.

Por lo tanto, en la medida en que los territorios tengan la capacidad de abastecer de alimento a su población se podrá garantizar la seguridad y la soberanía alimentarias. Sin embargo, actualmente El Salvador no produce todos los alimentos que se consumen y necesita importar ciertos productos para suplir las necesidades de la población.

D. Cadena de suministro y almacenamiento

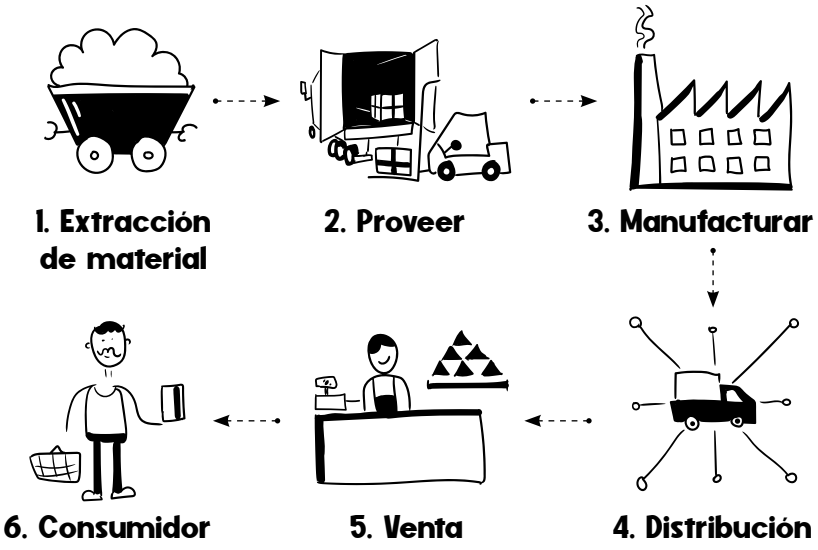
Hagamos la siguiente actividad para investigar sobre la cadena de suministro y almacenamiento de alimentos, es decir de dónde provienen y qué tipo de almacenamiento necesitan para mantener su calidad.

La cadena de suministro es el conjunto de actividades, instalaciones y medios de distribución necesarios para que un producto se ponga a la venta y llegue al consumidor.



Procedimiento:

1. Integra equipos de trabajo.
2. Visiten mercados o supermercados para entrevistar a los productores y a los proveedores o para verificar las etiquetas de los alimentos y observar su procedencia.
3. De cada producto, anoten las fechas de emisión y de vencimiento, qué tipo de almacenamiento utiliza, si tiene preservantes o no.
4. Llenen la información en la tabla que se encuentra en el Cuaderno de Trabajo. p. 122
5. Elijan un producto de su lista y elaboren la cadena de suministro.



Recordemos que el cambio climático puede provocar sequías o precipitaciones extremas, erosión y reducción de la biodiversidad en los suelos y afectación en los ciclos reproductivos de plantas y animales. Estos cambios pueden tener repercusiones en el rendimiento de las cosechas o en el desempeño productivo del ganado u otros productos de origen animal.

Los efectos del cambio climático pueden afectar la cantidad adecuada de recursos naturales para la producción de energía biológicamente útil que garantice la seguridad alimentaria. Por lo tanto, es importante promover métodos para aumentar la producción agrícola sostenible, garantizar una buena cosecha y almacenar los alimentos con el mínimo posible de pérdidas.

Además, en el ámbito nacional, las acciones del Gobierno y del sector privado deben ir encaminadas a suministrar la cantidad adecuada de alimentos con respecto a qué y cuántos alimentos deben importar o exportar, en qué momento hacerlo y asignar los recursos necesarios.

Para mantener la estabilidad en el suministro de alimentos es importante introducir algunas estrategias agrícolas, como los cultivos mixtos, la rotación adecuada y el uso de insumos agrícolas apropiados, además de lograr una mayor producción de alimentos de origen animal y de manera más eficiente.

Por ejemplo, en los Países Bajos se producen al año aproximadamente 90 000 millones de euros en alimentos con menos agua y menos insumos. Los neerlandeses cultivan en espacios reducidos y climatizados en los que se controla la cantidad de luminosidad y de humedad necesarias para el crecimiento de las plantas; además, aprovechan algunos microorganismos que ayudan a generar fertilizante en los suelos y utilizan menos agua y productos químicos en comparación con los cultivos tradicionales.

Por otro lado, la acuicultura produce menos emisiones de efecto invernadero que otras formas de producción animal y puede ser una opción para fortalecer la seguridad alimentaria. Por ejemplo, Asia produce más del $90\ \%$ del total mundial de animales acuáticos. Por su parte, América, Europa y África solo producen el $8.2\ \%$, por lo tanto, es una oportunidad para desarrollarlo mucho más en países como el nuestro.

Soberanía alimentaria es el derecho de los pueblos a definir sus sistemas alimentarios y de producción, tanto a nivel local como nacional, para que se desarrolle de forma equitativa y respetuosa con el medio ambiente.



Puedes leer sobre algunos proyectos productivos en nuestro país.
https://qrs.ly/ltfrtes



Agricultura vertical



Granjas piscícolas

Indagación

Recordemos que los recursos naturales incluyen tanto componentes bióticos como abióticos de los ecosistemas, entre ellos, los bosques y su biodiversidad, el agua, el suelo y sus minerales (incluido los cultivos que crecen en ellos), los recursos energéticos, entre otros. Como bien sabemos, todos estos recursos satisfacen las necesidades de los seres humanos en cuanto a requerimientos de alimentación, vivienda y energía, por mencionar algunos.

Seguramente te preguntes si estos recursos son suficientes y pueden durar por mucho tiempo para mantener nuestras necesidades actuales y futuras. ¿Qué te parece si hacemos el siguiente ejercicio para experimentar qué tan sostenible puede ser la forma en la que vivimos?

Recordemos que los recursos renovables pueden restaurarse por procesos naturales a una velocidad superior a la del consumo humano. Por ejemplo, el agua, los bosques, etc.



A. ¿Por cuánto tiempo puedo seguir?

Con esta actividad se demostrará que ciertas acciones requieren recursos y que estos eventualmente pueden llegar a agotarse.

Materiales:

- Cronómetro
- Dos recipientes
- Pasas o cualquier otro alimento

Procedimiento:

1. Forma dos equipos de trabajo.
2. Si eres del equipo 1 harás sentadillas y si eres del equipo 2 saltarás en un solo pie.
3. Un participante del equipo medirá el tiempo para que hagas la actividad.
4. En la primera ronda, cada equipo hará la actividad por 30 segundos y luego por 1 minuto.
5. Descansa un momento y analiza con tu equipo: ¿crees que podrás seguir por más tiempo haciendo la actividad? ¿Cómo podría ser más fácil continuar por más tiempo?
6. Para la siguiente ronda utilizaremos las pasas como el recurso energético. El equipo 1 tomará 1 pasa y el equipo 2 tomará 3 pasas cada 30 segundos durante 2 minutos.
7. El ejercicio continuará hasta que las pasas se acaben.
8. Al terminar, analiza con tu equipo:
   a. ¿Podrían hacer esta actividad todo el día, muchos días o para siempre?
   b. ¿A qué equipo le duró más el recurso energético?
   c. ¿Qué creen que pasaría si usamos los recursos por mucho tiempo hasta agotarlos?

p. 123

Ojo al dato...

El carbón, el petróleo y el gas natural se conocen como combustibles fósiles. Fueron creados hace millones de años a partir de restos fosilizados de plantas y animales.

Con el ejercicio anterior pudimos simular actividades que requieren fuentes energéticas y que si se usan desmedidamente no son sostenibles en el tiempo, sobre todo los recursos energéticos no renovables (p. ej., los combustibles fósiles).

B. ¿Sostenible o no sostenible?

En la actualidad dependemos de diferentes recursos naturales y fuentes de energía para suplir nuestras necesidades diarias. Desarrollemos la siguiente actividad para identificar algunas actividades sostenibles y no sostenibles y cuáles tienen menor impacto en el ambiente.

Procedimiento:

1. Observa y lee las siguientes tarjetas de diferentes actividades.

Agricultura convencional



- Monocultivo
- Busca aumentar ganancias
- Uso de productos químicos
- Los suelos pueden perder fertilidad por su uso constante

Agricultura alternativa



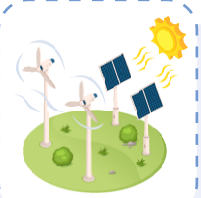
- Cultivo diversificado (junto a la crianza de animales)
- La producción puede tomar más tiempo
- Uso eficiente de la tierra
- Uso de productos orgánicos

Energía no renovable



- Combustibles fósiles
- Relativamente más barato
- Ampliamente disponible
- Liberan grandes cantidades de calor y dióxido de carbono
- La extracción de metales o de petróleo es peligrosa

Energía renovable



- Energía solar, eólica, hidroeléctrica, etc.
- Se reponen de forma natural
- Producen poca o ninguna emisión de dióxido de carbono
- Producción variable
- Barata si se produce a gran escala

2. Identifica las ventajas y las desventajas de ese tipo de actividad.
3. Agrupa las actividades en sostenibles y no sostenibles de acuerdo con el impacto en el ambiente.
4. Comparte con el resto de la clase.

p. 123

Con la actividad anterior pudimos identificar acciones que promueven la sostenibilidad y que pueden brindar mayores beneficios a largo plazo. Además, es importante considerar la proporción en la que usamos los recursos y pensar en los problemas ambientales y de sostenibilidad que representan.

La sostenibilidad se refiere a prácticas y decisiones que permiten satisfacer las necesidades actuales sin comprometer la capacidad de las futuras generaciones para satisfacer sus propias necesidades.

Según las Naciones Unidas, el desarrollo sostenible o sustentable incluye procesos para preservar, conservar y proteger los recursos naturales del planeta en beneficio de las generaciones actuales y futuras.



Creatividad

Como hemos visto, hay actividades que demandan recursos naturales para suplir nuestras necesidades y esto implica una extracción y aprovechamiento de estos recursos. Sin embargo, es primordial que dicha extracción, transformación o valoración permita su recuperación para garantizar su renovación y permanencia a largo plazo.

Ojo al dato...

La **huella de carbono** es la medida del impacto de los gases de efecto invernadero producidos por nuestras actividades en el medioambiente. Se mide en toneladas o kilos de dióxido de carbono equivalente a GEI.

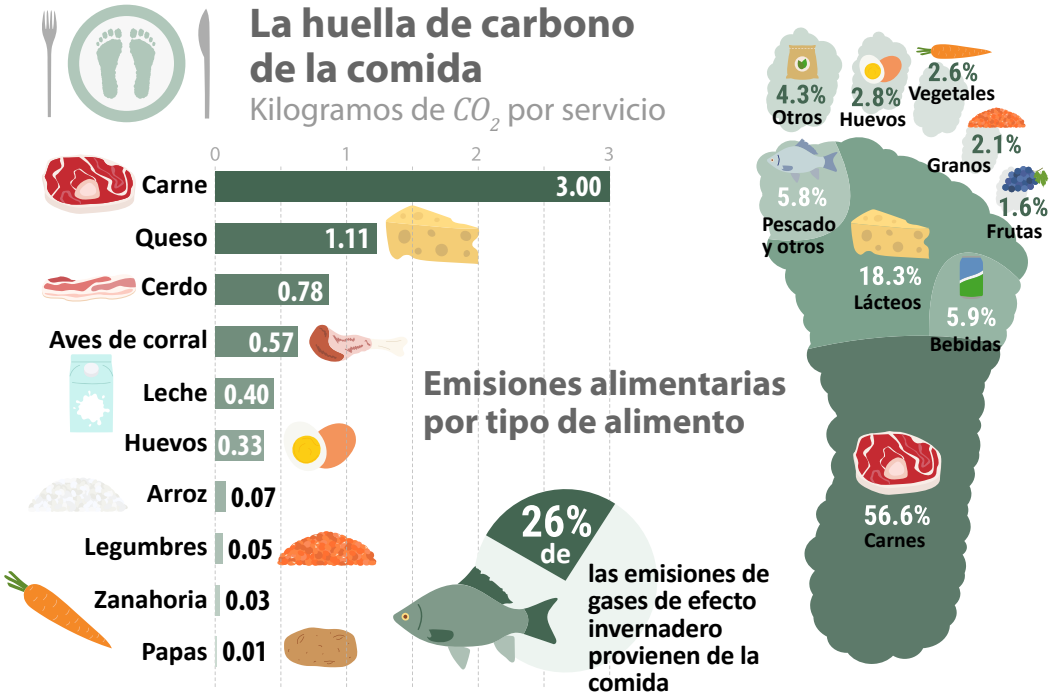
C. Reduciendo mi impacto

Realicemos la siguiente actividad para identificar acciones que contribuyan a reducir nuestro impacto ambiental, identificando acciones diarias o hábitos de consumo que podemos modificar para reducir nuestro impacto ambiental.

Procedimiento:

1. Integra equipos de trabajo.
2. Discute con tu equipo acerca de las actividades que realizan diariamente y que implica un uso de recursos (agua, electricidad, leña o gas para cocinar, entre otras).
3. Escriban una lista de los recursos naturales y planteen acciones para utilizarlos eficientemente. p. 124
4. Analicen y discutan en equipo la siguiente información sobre la huella de carbono proveniente de la alimentación.

Calcula tu huella de carbono en el siguiente enlace: https://qrs.ly/zxfrteu



5. Propongan medidas para reducir la huella de carbono de los productos alimentarios que consumes diariamente.

Con la experiencia anterior nos dimos cuenta de que nuestras elecciones en el uso de los recursos (agua, fuentes de energía y alimentación) generan un impacto y es de vital importancia que hagamos un aprovechamiento racional de estos recursos para que puedan mantenerse en el tiempo.

D. Sostenibilidad ambiental

Te habrás dado cuenta de que existe una creciente demanda de energía para llevar a cabo las diferentes actividades diarias, por lo que es importante diversificar las fuentes de abastecimiento energético, sobre todo las energías renovables, con el fin de lograr una eficiencia energética.

Hagamos la siguiente actividad para analizar los tipos de fuentes de abastecimiento energético en el país, analizando cómo la diversificación de las fuentes energéticas promueve la sostenibilidad ambiental.

Procedimiento:

1. Observa la siguiente información y compara la capacidad instalada de recursos energéticos de los años 2019 y 2020 en El Salvador.

Fuente de energía	Capacidad instalada			
	2019		2020	
	(MW)	(%)	(MW)	(%)
Hidráulica	573.79	25.4 %	573.79	24.3 %
Geotérmica	204.40	9.1 %	204.40	8.7 %
Combustible fósil	771.11	34.2 %	771.11	32.7 %
Biomasa	293.60	13.0 %	293.60	12.4 %
Solar	406.33	18.0 %	474.46	20.1 %
Biogás	6.85	0.3 %	6.85	0.3 %
Eólica	-	0.0 %	36.00	1.5 %
Total	2 256.08	100 %	2 360.21	100 %

Fuente: Unidad de Transacciones y SIGET.

2. Analiza en equipo lo siguiente:
   a. ¿Qué fuente de energía provee los porcentajes más altos de energía eléctrica?
   b. ¿Cuáles son los beneficios de invertir en fuentes de energía renovables a largo plazo?
   c. Tomando en cuenta que la demanda actual de energía en el país es de aproximadamente 1093 MW, ¿consideras que puede autoabastecerse a largo plazo con energías renovables?

p. 125

La transición hacia energías renovables dependerá de los cambios en la producción, distribución y consumo de energía, con el fin de reducir nuestro impacto ambiental.

Este es un proceso esencial para reducir la dependencia de combustibles fósiles, mitigar el cambio climático, y promover un futuro más sostenible y saludable, el cual requiere de la implementación de políticas favorables, innovaciones tecnológicas y un cambio hacia la sostenibilidad, para superar los desafíos y aprovechar los numerosos beneficios de las energías renovables.

Para más información sobre los tipos de fuentes de energía renovables y no renovables, visita:
https://qrs.ly/bcfrtev

Notación...

La energía eléctrica se expresa en mega watts (MW) o giga watts (GW).



Conozcamos sobre la eficiencia y riesgos de la energía nuclear visitando:
https://qrs.ly/kyfrtew

Comunicación

Aprendimos que nuestro estilo de vida actual genera un impacto en el medioambiente, ya que requerimos espacio para nuestras viviendas, cultivar nuestros alimentos, utilizar energía eléctrica para muchas actividades diarias y movilizarnos de un sitio a otro. Por lo tanto, esta dependencia de los recursos naturales para la industria, el comercio, la construcción y diversas actividades productivas requiere una explotación de recursos hídricos y geológicos o la deforestación de áreas forestales.

El modo de producción se refiere a la forma en la que se organiza la actividad económica de una sociedad en cuanto a los bienes y servicios que produce y a su distribución.



En este sentido, la sostenibilidad se refiere a la administración eficiente y racional de los recursos naturales que permita su renovación y su nueva explotación, tanto para satisfacer las necesidades actuales como para asegurar un flujo continuo de los bienes y servicios para las próximas generaciones.

También observamos que frente a situaciones extremas de cambio climático las sociedades se vuelven más vulnerables, ya que se compromete la seguridad alimentaria, se genera escasez de agua potable y aumenta el riesgo de enfermedades, entre otros. Aunado a esto, la población ha aumentado en los últimos años y cada vez más necesitamos recursos para satisfacer todas las necesidades básicas.

Por tanto, se vuelve necesario usar de manera eficiente los recursos naturales y llevar a cabo cambios estructurales en los modos de producción mundial, con el fin de reducir las emisiones de gases y el consumo de agua, recirculando o reusando en los procesos, así como seleccionar sistemas eficientes de energía, gestionar adecuadamente los residuos y garantizar el menor impacto en los ecosistemas.

Algunos ejemplos de medidas para un uso sostenible en algunos sectores productivos son:

a) En las pesquerías se ha establecido un sistema de cuotas para conservar poblaciones que aseguren nuevas cosechas.
b) En la explotación de bosques o plantaciones forestales se introducen tecnologías que permiten la renovación del bosque y una producción constante en calidad y volumen.
c) En el aprovechamiento del agua se utilizan sistemas de administración que garantizan una repartición equitativa del recurso para diferentes usos: consumo humano y uso doméstico, uso en la industria, en la agricultura, en la ganadería, etc.
d) Generación y utilización de energías renovables: instalación y uso de plantas de energía solar y de parques eólicos, etc.

A pesar de algunos avances en ciertos sectores, la producción de alimentos es una de las actividades humanas con mayor impacto global, pues consume el $48\ \%$ de los recursos naturales y el $70\ \%$ del agua dulce e impacta en la deforestación y en la pérdida de biodiversidad.

E. Desarrollo sostenible

¿Qué te parece si hacemos la siguiente actividad para conocer un proyecto de desarrollo sostenible en países de la región?

Analicemos un estudio de caso de un proyecto sostenible en países como Costa Rica, Nicaragua y Colombia.

Procedimiento:

1. Lee la información del proyecto de Pagos por Servicios Ambientales (PSA).

> Entre los años 2002 y 2008 se ejecutó el proyecto Enfoques Silvopastoriles para el Manejo de Ecosistemas, en el que se beneficiaron pequeños y medianos productores pecuarios por el pago de servicios ambientales de conservación de biodiversidad y captura de carbono.
>
> El proyecto consistió en impulsar el cambio de uso de la tierra de áreas de ganadería degradadas a sistemas silvopastoriles y ganadería eficiente en términos de producción de carne y leche. Con el proyecto se incrementaron los ingresos de los productores de USD 162 a USD 252 ha/año y se evidenció la reducción de la erosión del suelo y del uso de agroquímicos, como herbicidas, de 13 913 a 7899 L/año, de las emisiones de metano en un 21 %, y se contribuyó a la conservación de especies silvestres de flora y fauna.

2. En equipo, discutan los beneficios del proyecto y las razones por las que se considera un proyecto sostenible. p. 125
3. Investiguen y elaboren una presentación para explicar los beneficios de la producción de alimentos con sistemas silvopastoriles para el desarrollo de las comunidades y sociedades actuales.

A partir de la eficiencia de los procesos se pueden ver beneficios a mediano y largo plazo y un mayor aprovechamiento de los recursos naturales, con el adecuado uso del suelo, del agua y de las energías, así como la promoción de prácticas que reduzcan el uso de productos químicos para evitar daños al cultivo y al entorno.

Por otro lado, las acciones de conservación de áreas boscosas que no están intervenidas y otras zonas degradadas por la agricultura y la ganadería que puedan recuperarse para restauración, son importantes para mantener la dinámica ecológica y permitir la regeneración de los recursos naturales, a fin de garantizar las fuentes de agua que abastecen a muchas comunidades y la provisión de productos del bosque, como madera y miel. Además, contribuyen a garantizar el hábitat de organismos como abejas y otros insectos que polinizan los cultivos, aves y mamíferos que dispersan semillas, plantas que proveen medicinas y materias primas para la infinidad de productos que utilizamos diariamente.



ENRIQUECIMIENTO SOSTENIBLE

La sostenibilidad en las actividades agronómicas se logra al aplicar metodologías que permitan que los recursos puedan renovarse apropiadamente.



Fijate que...

Los Pagos por Servicios Ambientales (PSA) son un incentivo en dinero o en especie que reconoce las acciones asociadas a la conservación y restauración de los ecosistemas, reduciendo los impactos en el uso de suelo y el mantenimiento de los servicios ambientales.

Resumen

Los recursos naturales son productos de la naturaleza, materiales o energéticos, que el ser humano aprovecha para suplir sus necesidades (alimento, vivienda, ropa, construcciones, etc.). De acuerdo con su disponibilidad en el tiempo, su regeneración o su ritmo de consumo, los recursos naturales se clasifican en renovables y no renovables.

Los recursos renovables tienen la capacidad de regenerarse o volver a su estado original después de su utilización. Los ciclos de regeneración deben ser equiparables a los de su extracción para que se repongan a un ritmo mayor al que son utilizados. Los recursos pueden dejar de ser renovables si su tasa de utilización es tan alta que evite su renovación. Los recursos renovables hacen referencia a recursos bióticos, como bosques o pesquerías, pero también a recursos abióticos, como el agua dulce de los ríos.

Los recursos no renovables no pueden ser producidos, cultivados, regenerados o reutilizados y sus ciclos de regeneración están muy por debajo de los ritmos de extracción o explotación útil. Generalmente constituyen depósitos limitados de origen orgánico o inorgánico, como los productos de la minería y los hidrocarburos.

Incrementar la eficiencia energética diversificando las energías renovables puede disminuir la huella por el uso de combustibles fósiles.

Los ecosistemas, puesto que están formados por factores bióticos y abióticos, proveen diversidad de bienes y servicios ambientales para el sustento de las sociedades humanas; sin embargo, al utilizarlos se producen alteraciones o impactos ambientales en los ecosistemas.

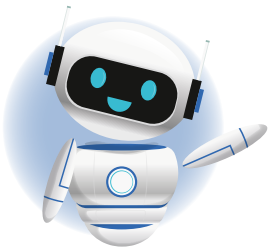
En el último siglo los seres humanos han interferido con el equilibrio energético del planeta, principalmente por la quema de combustibles fósiles. Aunque el efecto invernadero es un fenómeno natural que permite que el calor quede atrapado en la superficie de la Tierra gracias a los gases de efecto invernadero, el incremento de estos gases por acción humana ha aumentado las temperaturas ocasionando un cambio climático acelerado.



Para aminorar el calentamiento global es importante conservar los bosques ya existentes, restaurar zonas degradadas y mantener los nuevos bosques, ya que son sumideros de carbono, ya que los bosques incorporan el carbón en hojas, tallos y raíces con el proceso de fotosíntesis.

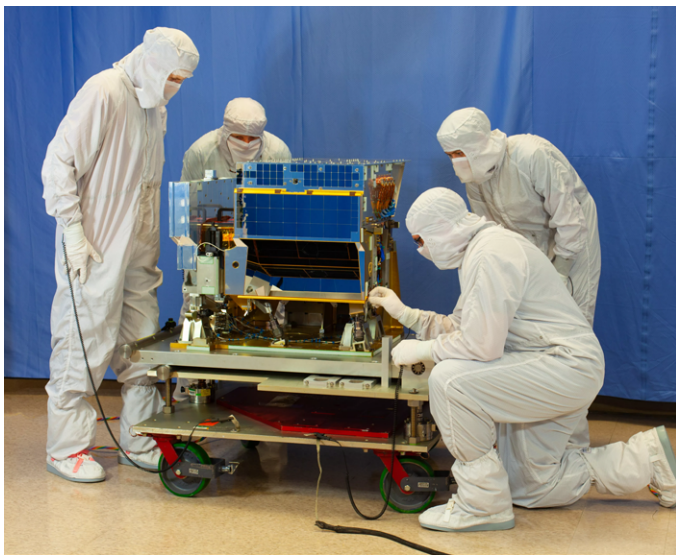
El cambio climático afecta los climas locales, regionales y globales. Los registros de datos climáticos evidencian incremento de la temperatura global de la Tierra y los océanos, aumento del nivel del mar, pérdida de hielo en los polos y condiciones climáticas extremas, como huracanes, olas de calor, incendios forestales, sequías, inundaciones, entre otros fenómenos.

Todas estas condiciones amenazan la Seguridad Alimentaria y Nutricional (SAN) de la humanidad y afectan la nutrición y la salud de los países en vías de desarrollo. Por lo tanto, es urgente que los recursos naturales se usen de una manera racional y sustentable, a fin de cubrir las necesidades de la población a mediano y largo plazo.



Busca las siguientes palabras dentro del texto y aprende su significado.

- **Renovable**
- **No renovable**
- **Servicios ambientales**
- **Uso de suelo**
- **Relictos**
- **Huella de carbono**



Fuente: NOAA
Sonda infrarroja transversal

La sonda infrarroja de trayectoria cruzada proporciona observaciones precisas de la temperatura y la humedad atmosférica para aplicaciones climáticas y meteorológicas.

En conjunto con otra sonda de microondas de tecnología avanzada, construye perfiles globales de alta resolución y tridimensionales de temperatura, presión y humedad atmosférica desde el espacio.

El servicio meteorológico de la Oficina Nacional de Administración Oceánica y Atmosférica (NOAA, siglas en inglés de *National Oceanic and Atmospheric Administration*) utiliza esta tecnología para recopilar información sobre la química atmosférica y detectar la concentración de gases de efecto invernadero en la atmósfera, con el fin de mejorar los modelos de predicción del tiempo y comprender los fenómenos climáticos.

Conozcamos a...

Xochilt Carolina Gutiérrez Gutiérrez

Es originaria del departamento de San Salvador y estudió Licenciatura en Química en la Universidad de El Salvador. Su interés por los fenómenos volcánicos y geológicos la encaminó a realizar estudios geoquímicos de gases geotermales en Berlín (departamento de Usulután), en colaboración con la empresa estatal Energía Geotérmica de El Salvador, LaGeo, a partir de los cuales se identificaron nuevos pozos que producirían energía geotérmica en El Salvador.

Cursó estudios de maestría en la Universidad de Bayreuth (Bavaria, Alemania) para especializarse en el área de geociencias experimentales, donde hizo experimentos de adsorción de cloruro de hidrógeno en cenizas volcánicas sintéticas, apoyando la idea de que las erupciones explosivas causan graves reducciones en la capa de ozono.

Obtuvo una beca para estudios doctorales en la Universidad Johannes Gutenberg (Alemania), donde estudió el efecto de los gases volcánicos en la atmósfera y su contribución en el cambio climático. Actualmente, trabaja en Alemania analizando gases de efecto invernadero como parte de un proyecto de la Unión Europea.





Quiero ser...

¿Te resultan interesantes los fenómenos abordados en la unidad? Descubre cómo puedes convertirte en un profesional en la materia.

Carrera: Licenciatura en Geofísica **Duración:** 5 años/10 ciclos



Bachilleratos sugeridos:
general, agrícola.

Descripción. La geofísica se encarga del estudio de los procesos físicos de la Tierra y de su estructura, haciendo uso de métodos físicos y matemáticos.

La Licenciatura en Geofísica ofrece las bases para desempeñarse principalmente en investigación y en la aplicación directa del conocimiento científico. Con relación a la presente unidad, se destacan algunos campos de especialización, tales como los siguientes:

- Hidrología
- Vulcanología
- Climatología
- Ciencias ambientales
- Sismología
- Evaluación de amenazas naturales
- Fuentes de energía renovables
- Sistemas de información geográfica

Conocimientos y habilidades por desarrollar:

Conocimientos generales:

- Biología ———
- Física ——————
- Matemática ——————
- Química ———
- Tecnología ——————
- Inglés ————

Habilidades:

- Pensamiento crítico ————
- Investigación ————
- Creatividad ———
- Comunicación ————
- Resolución de problemas ——————
- Capacidad de cálculo ————
- Abstracción y lógica ————

Carrera: Licenciatura en Ciencias Químicas **Duración:** 5 años/10 ciclos



Bachillerato sugerido:
general.

Descripción. La química es una disciplina que estudia la composición, estructura y propiedades de la materia y los cambios que experimenta. En esta carrera se podrán adquirir conocimientos sobre la obtención de energía, fabricación de materiales, química de los suelos y sanitización y descontaminación por daños a los ecosistemas.

La química se diversifica en otras especialidades como:

- Química orgánica e inorgánica
- Química analítica
- Química física
- Bioquímica

Conocimientos y habilidades por desarrollar:

Conocimientos generales:

- Biología ———
- Física ————
- Matemática ————
- Química ——————
- Tecnología ——————
- Inglés ——

Habilidades:

- Pensamiento crítico ——————
- Investigación ————
- Creatividad ————
- Comunicación ———
- Resolución de problemas ——————
- Capacidad de cálculo ——————
- Abstracción y lógica ——————



MI
NUEVA
ESCUELA
Reforma Educativa



GOBIERNO DE
EL SALVADOR

MINISTERIO
DE EDUCACIÓN