

OEI

GUÍA

ESTRATEGIAS DE EDUCACIÓN
PARA EL DESARROLLO SOSTENIBLE
BASADAS EN LA INDAGACIÓN

SECUNDARIA -



OEI



MINISTERIO DE
EDUCACIÓN PÚBLICA

GOBIERNO
DE COSTA RICA

OEI



**MINISTERIO DE
EDUCACIÓN PÚBLICA**

**GOBIERNO
DE COSTA RICA**

ORGANIZACIÓN DE ESTADOS IBEROAMERICANOS PARA
LA EDUCACIÓN, LA CIENCIA Y LA CULTURA - COSTA RICA

MINISTERIO DE EDUCACIÓN PÚBLICA DE COSTA RICA

2024

Consultora técnica
Bíol. Ana Victoria Wo Ching

2024. Organización de Estados Iberoamericanos (OEI)

Proyecto: "Laboratorio ambiental, restauración ecológica y participación ciudadana".

Institución contratante: Organización de Estados Iberoamericanos para la Educación, Ciencia y Cultura.

Institución contraparte: Ministerio de Educación Pública (MEP)- Municipalidad de Naranjo Costa Rica.

Consultoría realizada por: Bióloga Ana Victoria Wo Ching Wong.

Esta edición y sus características fueron un trabajo en conjunto, propiedad de la OEI y el Ministerio de Educación Pública de Costa Rica. Queda prohibida la reproducción parcial o total, directa o indirecta del contenido de la presente obra, sin contar previamente con la autorización expresa y por escrito del titular de los derechos.

Tabla de contenidos

Presentación.....	2
Medidas de seguridad en las salidas al campo	6
Las cercas vivas son buenas amigas.....	8
¿Qué me pueden decir los invertebrados acuáticos del agua de mi comunidad?.....	14
El suelo: un mundo poco conocido.....	20
¿Por qué hay flores de tantas formas y colores?.....	26
Insectos de todo tipo.....	32
Hojarasca: un hábitat para muchos.....	38
¿Cómo viajan las semillas?.....	44
Líquenes: una sociedad exitosa.....	50
Bibliografía.....	56



Presentación

La sede de Costa Rica de la Organización de Estados Iberoamericanos [OEI] junto con el Ministerio de Educación Pública de Costa Rica [MEP] proponen la presente Guía de Estrategias de Educación para el Desarrollo Sostenible basadas en la indagación como un apoyo para las personas docentes que imparten las asignaturas de Ciencias y Biología.

La metodología basada en la indagación promueve en el estudiantado el conocimiento del entorno natural y sociocultural, el desarrollo del pensamiento crítico, el trabajo colaborativo y la adquisición de habilidades y conocimientos propios del quehacer científico. A los y las estudiantes se les insta a participar más activamente de su propio aprendizaje al explorar la manera en que pueden aplicar sus conocimientos en situaciones de la vida real (Charpak et al., 2006; Harlen, 2013; MEP, 2018). Así, esta metodología se vuelve una gran aliada de la Educación para el Desarrollo Sostenible, al forjar ciudadanos críticos y capaces de formular soluciones integrales para resolver problemas de su entorno.

¿Cómo utilizar esta guía?

En esta guía se proponen estrategias didácticas que se pueden desarrollar en espacios naturales; sin embargo, se pueden adaptar para llevarse a cabo en el aula. Fueron diseñadas bajo las siguientes premisas:

- Las personas docentes cuentan con un tiempo limitado para el desarrollo de lecciones basadas en la indagación, por lo que las estrategias propuestas las guiarán en este proceso.
- Los materiales necesarios se consiguen o se sustituyen con facilidad.
- Al ser estrategias de Educación para el Desarrollo Sostenible, cada actividad se relaciona con al menos dos de las tres dimensiones del desarrollo sostenible (ambiental, económica y social).

Cada estrategia está estructurada con los siguientes elementos:

- **Descripción de la actividad.** Aspectos generales de la estrategia de indagación. Se indican los contenidos curriculares que se pueden trabajar con la actividad del programas de estudio de Ciencias de Tercer Ciclo Educación General Básica y de Biología de Educación Diversificada.

- **ODS.** Objetivos de Desarrollo Sostenible que se trabajan de manera transversal durante el desarrollo de las actividades. De los 17 ODS se trabajará particularmente con los siguientes (la persona docente puede incorporar otros):



- **Habilidades que se promueven.** Habilidades indicadas en la Política Curricular bajo la visión de Educar para una Nueva Ciudadanía (MEP, 2015) que el estudiantado desarrolla en el ciclo de mediación basado en la indagación. Las habilidades que se trabajan en las experiencias incluidas en esta guía se representan con los siguientes símbolos:



- **Competencias.** Conjunto de conocimientos, habilidades y actitudes vinculadas a la Política Curricular “Educar para una Nueva Ciudadanía” y la Política Educativa “La Persona Centro del Proceso Educativo y Sujeto Transformador de la Sociedad”, incluidas en la Guía de Competencias que forma parte de la Ruta de la Educación 2022-2026 (MEP, 2023). En las experiencias incluidas en esta guía se representan las competencias generales con los siguientes símbolos:



- **Focalización.** Primer momento del ciclo de mediación pedagógica basado en la indagación. Preguntas abiertas que motivan al estudiantado a expresar conocimientos previos en relación con un tema, estimular su curiosidad científica y compartir ideas con los pares.
- **Exploración.** Actividad que se desarrolla en el campo (áreas verdes de la institución o un área natural cercana a la institución) y en la cual se siguen los pasos del método científico para recolectar evidencias por medio del trabajo colaborativo de los estudiantes. En la mayoría de las estrategias se puede adaptar el procedimiento para ser llevado a cabo en el salón de clases. Cuenta con un apartado de materiales necesarios para llevar a cabo la experiencia.
- **Reflexión y contrastación.** Actividades que permiten contrastar las ideas previas con evidencias recolectadas en la exploración, así como ampliar la información que se tiene sobre un tema particular, como parte de la construcción de los aprendizajes.
- **Aplicación.** Actividad que integra los aprendizajes logrados en los momentos anteriores del ciclo de mediación en la resolución de un problema.
- **Ejemplos de implementación en el campo.** Ejemplos cómo se pueden implementar algunas partes de la estrategia didáctica y su relación con los programas de estudio vigentes, particularmente con los criterios de evaluación.

El personal docente puede modificar y contextualizar todas las estrategias de este manual para adaptarlas a cualquier año, según las particularidades de cada grupo y centro educativo. Es decir, **no deben seguirlas al pie de la letra, sino que deben adecuarlas al nivel impartido, teniendo en cuenta las características particulares de cada grupo y su contexto.** Por ejemplo, dado el caso de una estrategia didáctica sobre los líquenes, en quinto año esta se puede utilizar como complemento del tema de relaciones interespecíficas (criterio de evaluación: "Describir algunas relaciones de interdependencia entre los seres vivos y su importancia en el equilibrio ecológico"), pero para primer año la persona docente puede emplear o adecuar algunas partes de la estrategia para reforzar el tema de componentes vivos del entorno (criterio de evaluación: "Distinguir las características que diferencian los componentes vivos y no vivos del entorno, con los cuales se interactúa diariamente"), sin mencionar conceptos como mutualismo o hipótesis.

A continuación se ofrece una síntesis de lo que las personas docentes y estudiantes pueden hacer durante cada etapa de la indagación, para facilitar el proceso de implementación de las estrategias.

Momentos del ciclo de mediación pedagógica basado en la indagación		
Momento	La persona docente puede	La persona estudiante puede
Focalización	<ul style="list-style-type: none"> • Generar curiosidad acerca del tema. • Hacer preguntas abiertas. • Escuchar qué saben los estudiantes en relación con el tema. • Motivar a las personas estudiantes a explicar sus opiniones. • Conectarse con los intereses particulares de sus estudiantes. 	<ul style="list-style-type: none"> • Hacer preguntas. • Mostrar interés en el tema. • Compartir sus ideas. • Conversar con sus pares.
Exploración	<ul style="list-style-type: none"> • Darle tiempo a los estudiantes para que trabajen juntos en la exploración de un tema o problema. • Hacer preguntas acerca de lo que está haciendo la clase. • Escuchar las ideas del estudiantado a medida que estos hablen con sus pares. • Apoyar a quien lo necesite (sin dar respuestas). 	<ul style="list-style-type: none"> • Trabajar con los pares y compartir ideas. • Probar las ideas de los pares y pensar en alternativas. • Registrar sus ideas y observaciones. • Hacer preguntas.
Reflexión y contrastación	<ul style="list-style-type: none"> • Motivar al estudiantado a que explique conceptos con sus propias palabras. • Resaltar las ideas importantes que los estudiantes provean. • Hacer preguntas que ayuden al estudiantado a ser más específico en sus explicaciones. • Introducir vocabulario o definiciones a medida que se requieran. 	<ul style="list-style-type: none"> • Explicar a sus pares ideas, conceptos o posibles soluciones. • Usar la información registrada en la exploración para ayudar a otros a explicarse. • Escuchar las ideas de los pares y trabajar sobre ellas o hacer preguntas.
Aplicación	<ul style="list-style-type: none"> • Pedir a la clase que aplique el contenido a situaciones nuevas o pruebe ideas adicionales. • Motivar al grupo a ampliar los conceptos estudiados. • Solicitarle a las y los estudiantes que usen el nuevo concepto de manera adecuada. • Establecer conexiones con aspectos de la vida real. 	<ul style="list-style-type: none"> • Usar la nueva información para explorar ideas adicionales. • Usar los nuevos conceptos o términos para revisar las explicaciones sobre algún tema. • Colaborar con los pares para afinar ideas. • Formular conclusiones a partir de la evidencia.
Evaluación (se puede realizar en todos los momentos del ciclo de mediación)	<ul style="list-style-type: none"> • Hacer preguntas que permitan determinar el progreso de la persona estudiante. • Formular preguntas de manera que todos tengan la oportunidad de compartir sus ideas. • Observar a las personas estudiantes a medida que estas crean productos o buscan evidencias para la comprensión de un fenómeno. 	<ul style="list-style-type: none"> • Responder preguntas para explicar o mostrar lo que piensan. • Demostrar su comprensión acerca de un tema a medida que realizan las actividades. • Demostrar sus habilidades y competencias.

Nota. Adaptado de Lawson (2002).

Medidas de seguridad en las salidas al campo

En las salidas al campo con estudiantes es siempre necesario tener en cuenta algunas medidas para que la gira didáctica sea exitosa.

Docentes

- Obtener el consentimiento firmado de padres y madres de familia o tutores legales para la asistencia a la excursión.
- Establecer previamente las edades de las y los estudiantes participantes, y ajustar las actividades que se realizarán de acuerdo con ello.
- Asegurarse de que asistan otras personas adultas a la gira para acompañar al estudiantado.
- Obtener los datos de la empresa que proporciona el transporte al sitio para verificar que cuenta con los permisos necesarios al día, así como el teléfono de contacto en caso de que falle el vehículo y se deba solicitar asistencia técnica.
- Llevar botiquín de primeros auxilios.
- Asegurarse de que al menos una persona asistente a la gira conozca de primeros auxilios.
- Educar a los estudiantes acerca de posibles peligros.
- Averiguar de antemano si algún estudiante tiene alergias u otras condiciones de salud, con el fin de asegurarse de que porte sus medicamentos el día de la excursión.
- Establecer un sistema de pares, con el fin de que los estudiantes cuenten en todo momento con el apoyo de al menos un compañero o compañera.

Estudiantes

- Comunicar a la persona docente si tiene alergias u otra condición de salud, días antes de la salida al campo. En caso de presentar algún padecimiento, portar sus medicamentos el día de la gira didáctica.
- Empacar agua, frutas u otros bocadillos saludables.
- Usar vestimenta adecuada: zapatos cerrados y cómodos (preferiblemente tipo tenis), ropa cómoda.
- Aplicarse filtro solar antes de salir.
- Aplicarse repelente contra insectos, en caso de ser necesario.
- Atender en todo momento las instrucciones que proporcionan los docentes.
- No perder de vista al grupo.
- Mantenerse en los senderos.
- Fijarse por dónde se camina para evitar tropezarse con troncos o caerse.

Las cercas vivas son buenas amigas

Descripción de la actividad

Mediante la observación del proceso de transpiración de las plantas y la relación de estas con otros componentes del ambiente se exploran los beneficios de las cercas vivas en la regulación de la temperatura, mitigación del calentamiento global, prevención de la erosión de los suelos y producción de alimento para otros seres vivos.



Educación de calidad



Acción por el clima



Ciudades y comunidades sostenibles

Focalización

Realice las siguientes preguntas y anote las respuestas distintas.

- ¿Cómo sube el agua por el interior de las plantas?
- ¿Cómo ayudan las plantas a los demás seres vivos?
- ¿Pueden las plantas que crecen en Naranja desarrollarse adecuadamente en un manglar de Puntarenas?; ¿por qué?
- ¿Qué sucedería en un ecosistema terrestre si desaparecen las plantas?



Ciudadanía global y local

Exploración

Invite al grupo a llevar a cabo la siguiente actividad para observar el proceso de transpiración de las plantas y los beneficios de las cercas vivas.

Materiales

- Bolsas plásticas transparentes
- Cierres para bolsas o *masking tape*
- Termómetro (opcional)

1. Buscar un terreno que esté delimitado por una cerca viva.
 2. Observar las plantas que componen la cerca viva. ¿Son de la misma especie o son de diferentes tipos?
 3. Anotar si en las plantas de la cerca viva se observan insectos, aves u otros organismos. Si los hay, ¿cómo se relacionan con las plantas?
 4. En un día cálido, seleccionar tres plantas de la cerca viva o que estén alrededor de ella que tengan hojas de distintas formas y tamaños. Procurar que al menos una de las plantas esté bajo sombra y que a otra le dé el Sol directo.
 5. En cada planta escoger cuatro hojas (o más, si son hojas pequeñas) y colocarles encima una bolsa plástica, con cuidado de no arrancarlas.
 6. Cerrar cada bolsa con un cierre o con *masking tape*, de manera que no se caiga ni le entre agua de lluvia.
 7. Tomar una fotografía de cada bolsa.
-
8. Anotar predicciones sobre cuál planta transpirará más.
 9. De ser posible, tomar la temperatura del suelo debajo de una planta de la cerca viva y en otro sitio alejado de la cerca, donde no haya plantas.
 10. Al cabo de 20 minutos, observar cada bolsa y describir lo que sucede. Repetir la observación cada 20 minutos por dos horas.
 11. Al finalizar la actividad, observar en cuál bolsa se acumuló más agua. Se pueden dejar las bolsas por tres días; en el último, extraer el líquido de cada bolsa con una jeringuilla (sin aguja), a fin de medir el volumen acumulado.

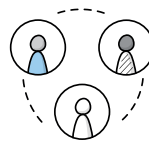
Reflexión y contrastación

1. Solicite al grupo que contraste los resultados con sus predicciones. ¿Influyen las características de la hoja en la transpiración?
2. Describan los beneficios que proveen las cercas vivas a las personas y a otros seres de la naturaleza, con base en lo observado.
3. Discutan de qué manera la transpiración de las plantas influye en el ciclo del agua y permite la existencia de distintos microclimas.
4. Analicen por qué las cercas vivas son una estrategia compatible con el desarrollo sostenible.



Pensamiento
sistémico

3. Comparta la siguiente información con el grupo para complementar las ideas que expusieron.



Responsabilidad personal y social



Competencias para el empleo digno

En muchos países se utilizan cercas vivas para la protección de los terrenos dedicados a la agricultura y la ganadería. Una cerca viva es una plantación de una o varias especies de árboles o arbustos dispuestos en forma lineal. Algunas plantas utilizadas con frecuencia en Costa Rica para este propósito son el árbol de Guanacaste (*Enterolobium cyclocarpum*), el clavelón (*Hibiscus* sp.), el madero negro (*Gliricidia sepium*), el jiñocuabe (*Bursera simaruba*), jocote (*Spondias purpurea*), flor de itabo (*Yucca gigantea*), poró (*Erythrina* sp.), guayaba (*Psidium guajava*) y cítricos.

Según las especies de plantas que las componen, pueden dar alimento a los seres humanos, al ganado y a insectos, aves y mamíferos. También proporcionan refugio a muchos animales silvestres. Además de ser una forma económica y duradera de delimitar una propiedad, las cercas vivas forman una barrera natural contra el viento y la lluvia, dan sombra y protegen contra la erosión del suelo. En ocasiones también constituyen una fuente adicional de ingresos para las familias (madera y frutos).

Las plantas de las cercas vivas pueden contribuir al mantenimiento de nacientes (fuentes naturales de agua que brotan de la tierra), ríos y otras fuentes de agua, y protegen el suelo, ya que al dar sombra reducen la evaporación; además, interceptan el agua de lluvia para que esta no llegue a la tierra tan rápido. De esta manera, la escorrentía se reduce y, por tanto, se disminuye la erosión. Los terrenos con plantas de raíces profundas y mucha hojarasca cuentan con suelos porosos y ricos en materia orgánica; en ellos el agua de lluvia se filtra lentamente y esto permite la recarga de los mantos acuíferos del subsuelo.

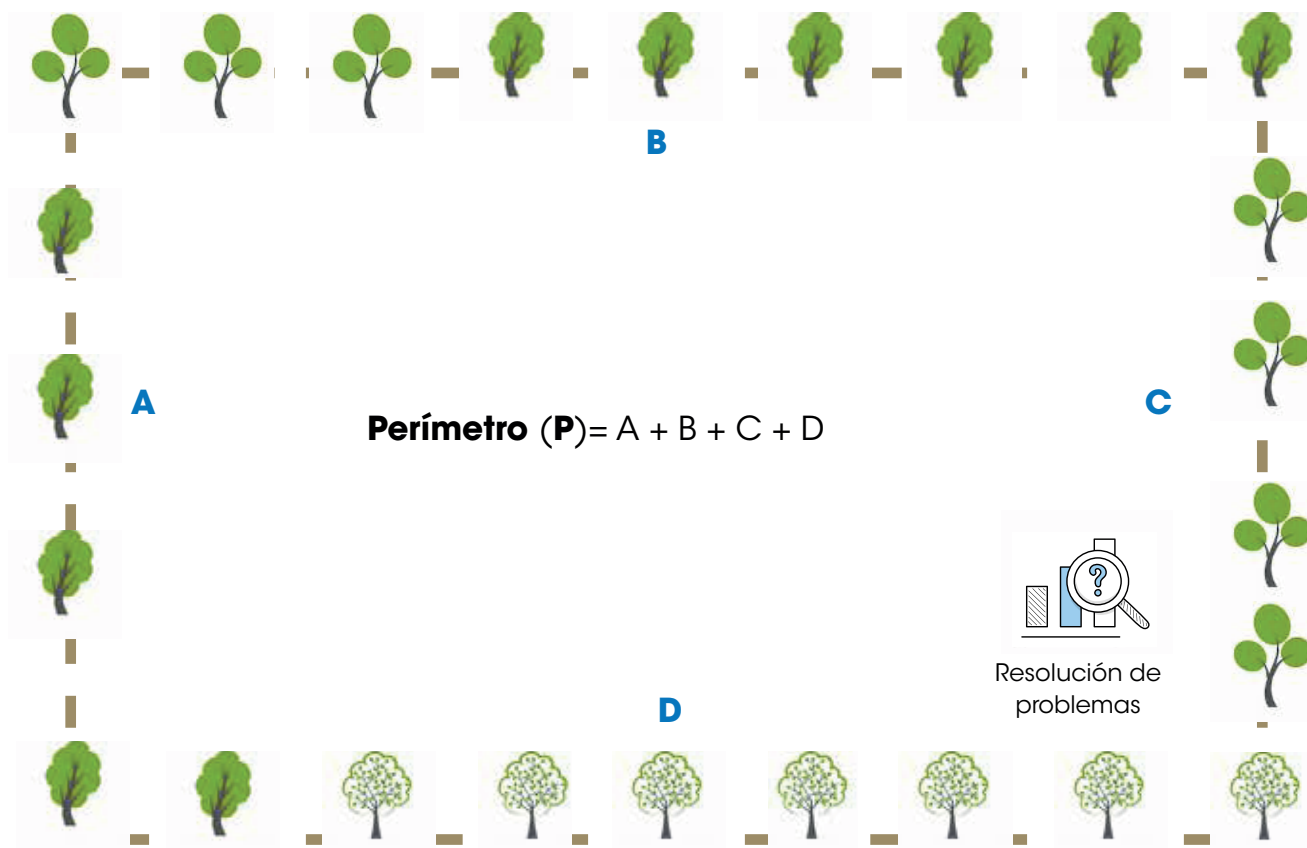
El proceso de transpiración de las plantas influye en la regulación del clima del planeta. En la transpiración, el agua absorbida por la raíz sale de la planta en forma de vapor, a través de poros localizados en las hojas llamados estomas. Este proceso crea un "tirón" que hala el agua hacia arriba, permitiendo que el líquido viaje desde la raíz a otras partes del organismo. El vapor de agua de la transpiración se integra al ciclo del agua.

Aplicación

1. Invite al grupo a proponer modificaciones al procedimiento para analizar los factores que influyen en la transpiración de las plantas; por ejemplo, realizar la experiencia de noche o en un lugar muy ventoso, o utilizar plantas con hojas con vellosidades o de colores distintos al verde.
2. Solicite a sus estudiantes que realicen una investigación sobre plantas nativas que se pueden utilizar como cercas vivas. Con la información, propondrán un diseño de cerca viva para el centro educativo u otro sitio de la comunidad, teniendo en cuenta los beneficios que las plantas podrían ofrecer al entorno: protección del suelo, alimentos para animales polinizadores y embellecimiento del lugar, entre otros.
3. En la propuesta de cerca viva deben incluir un presupuesto que incluya rubros como el mantenimiento de las plantas (podas) y materiales para el cultivo.
4. En el diseño de la cerca deben considerar el cálculo del perímetro de la propiedad para determinar el número de árboles a plantar. Este dato se obtiene al sumar la longitud de cada uno de sus lados; por ejemplo:



Competencias
para la vida



Ejemplos de implementación en el campo		
Año	Criterios de evaluación	Implementación
Séptimo	Tomar conciencia de la responsabilidad en la selección y uso de materiales, para aprovechar sus propiedades de manera eficiente, disminuyendo el impacto ambiental (eje temático II).	Hagan un listado de los materiales que se requieren para la construcción de una cerca viva y compárenlos con los que se utilizan en otros tipos de cercas. Analicen en cuál caso se generan beneficios para los seres vivos del entorno y se utilizan materiales amigables con el ambiente.
Octavo	Valorar el uso de energías limpias o amigables con el ambiente que contribuyan con el desarrollo de las actividades económicas del país y el cuidado del planeta (eje temático II).	Analicen algunas formas en que las cercas vivas contribuyen al ahorro de energía y de materias primas; por ejemplo, al proporcionar sombra cuando hace mucho sol (se evita el uso de aparatos de aire acondicionado) y al servir de barreras o cortinas rompevientos.
Noveno	Describir el aprovechamiento sostenible de los tejidos y órganos vegetales, como recurso importante para la especie humana y otros seres vivos (eje temático II).	Al observar una cerca viva, tomen una fotografía de las plantas que la componen. Utilicen una aplicación como iNaturalist con el fin de identificar cuál es la especie (o al menos el género o la familia) de las plantas. Investiguen los usos de estos vegetales y escriban una lista de los beneficios que las personas y otros seres vivos pueden obtener de ellos y, por tanto, de esa cerca viva. Determinen si es posible incorporar otras especies de plantas a esa cerca, a fin de aumentar los beneficios potenciales para otros organismos del entorno.

Año	Criterios de evaluación	Implementación
Décimo	<p>Analizar los conceptos de especie, población y biodiversidad (eje temático I)</p> <p>Interpretar los datos obtenidos del índice de biodiversidad de sitios de la localidad (eje temático I).</p> <p>Reconocer la importancia de la biodiversidad y de la necesidad de acciones que la protejan (eje temático I).</p>	<p>Identifiquen ejemplos de individuos, poblaciones, comunidades y especies en la cerca viva y sus alrededores.</p> <p>Realicen un monitoreo de las especies de animales que se observan en la cerca viva. Calculen un índice de diversidad con base en los datos e interpretenlo.</p> <p>Analicen cómo las cercas vivas pueden contribuir a mitigar la pérdida de hábitat y, con ello, contribuir a proteger la diversidad de seres vivos del entorno.</p>
Undécimo	<p>Analizar las principales conexiones entre individuos de la misma población y con poblaciones de especie diferente (eje temático I).</p> <p>Comparar características de las relaciones de las poblaciones biológicas interespecíficas e intraespecíficas en el entorno (eje temático I).</p> <p>Analizar el ciclo del agua y su relación con otros ciclos globales, el sistema climático, su disponibilidad, reutilización, recuperación o rehabilitación sostenible (eje temático II).</p>	<p>Observen las interacciones entre las plantas de la cerca viva y otros organismos. Determinen si se benefician directa o indirectamente de la fotosíntesis que las plantas realizan (se alimentan de ellas, respiran el oxígeno que producen, se refugian bajo la sombra).</p> <p>Relacionen la transpiración con la fotosíntesis: los poros (estomas) de las hojas que permiten la salida del agua también son el lugar de entrada del dióxido de carbono.</p> <p>Analicen qué características son ideales en las plantas de la cerca viva si se desea utilizarlas para contribuir al mantenimiento de nacientes y otros cuerpos de agua; por ejemplo, en cuanto a si son caducifolias o perennifolias y el tipo de raíces, entre otras.</p>

¿Qué me pueden decir los invertebrados acuáticos del agua de mi comunidad?

Descripción de la actividad

Por medio de un muestreo de invertebrados acuáticos en una fuente de agua de la comunidad, los estudiantes establecerán la relación entre la diversidad de estos animales y la calidad del agua.



Salud y bienestar



Educación de calidad



Agua limpia y saneamiento



Ciudades y comunidades sostenibles

Focalización

Haga algunas de las siguientes preguntas a su grupo:

- ¿Qué tienen en común los animales invertebrados y los seres humanos?; ¿en qué se diferencian?
- ¿Cuáles animales invertebrados conocen?; ¿son terrestres o acuáticos? ¿En qué lugares de nuestra comunidad podemos observar animales invertebrados?
- ¿Qué puede afectar la salud de los invertebrados que viven en el agua? ¿Podemos tomar el agua del lugar donde viven estos animales acuáticos?; ¿por qué? ¿Qué evidencias se pueden recolectar para saberlo?

Exploración

Invite a su grupo a realizar la siguiente actividad con el propósito de conocer algunos invertebrados acuáticos de su comunidad.



Aprender a aprender

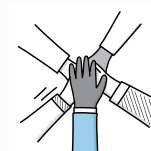
Materiales

- Lupas
- Coladores
- Cucharitas
- Guantes (opcional)
- Termómetro (opcional)
- Cintas medidoras de pH (opcional)
- Guías para la identificación de invertebrados acuáticos (opcional)
- Palanganas, bandejas para hielo u otro tipo de recipientes de color claro

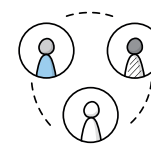
1. Efectuar una gira de campo a un área silvestre en el cual haya un cuerpo de agua (quebrada, río, laguna u otro), con el fin de observar invertebrados acuáticos. Evitar sitios que puedan ser peligrosos para los estudiantes.
2. Realizar predicciones sobre el tipo de animales acuáticos que se podrán observar, si se encontrarán más entre las rocas o debajo de las plantas y si habrá más larvas o más adultos.
3. Lavarse las manos antes de empezar, para evitar contaminar el agua con restos de cremas o lociones. Después de ello, ponerse los guantes.
4. Formar subgrupos de cuatro personas (asignar las funciones de coordinador científico, encargado de materiales, vocero y secretario). Con los coladores buscar invertebrados en las orillas, entre las plantas y las rocas, con cuidado de no dañar a los animales. Cada vez que se atrape alguno, transferirlo a un recipiente para su observación. Procurar que el animal quede con un poco de agua.
5. Observar los invertebrados con las lupas. Se les puede fotografiar a través de la lupa. En caso de contar con guías, proceder a la identificación.
6. Hacer una lista de los distintos tipos de organismos encontrados y del número de individuos; por ejemplo, en un cuadro como el siguiente.



Pensamiento
sistémico



Colaboración



Responsabilidad
personal y social

Tipo de organismo	Descripción	Número de individuos
Larva de libélula A	Parece una hormiga muy grande.	5
Larva de libélula B	Es de apariencia robusta, con un abdomen más largo que ancho.	2
Gusano A	Es alargado y delgado, de color rojizo.	1

7. Con mucho cuidado, devolver los animales al agua en los mismos puntos donde fueron recolectados.
8. Anotar las características del sitio: si hay abundante vegetación, si hay sombra, qué actividades productivas se realizan en las áreas aledañas, la apariencia del agua y el caudal, entre otras. Pueden registrar el pH del agua y la temperatura, en caso de contar con los materiales.
9. De ser posible, efectuar los pasos anteriores en otro cuerpo de agua con características distintas, por ejemplo, en un área muy abierta o en la ciudad para poder comparar los tipos de invertebrados acuáticos que se encuentren. Formular hipótesis en relación con las diferencias que se hallarán con respecto a los resultados del primer sitio.

Reflexión y contrastación

1. Solicite a los subgrupos que describan los tipos de organismos que observaron y determinen si se cumplieron las predicciones realizadas, o si se aceptan o se rechazan las hipótesis formuladas.
2. Pídales que investiguen sobre el ciclo de vida de algunos de los organismos encontrados, sus hábitos o historia natural y qué niveles ocupan en las cadenas tróficas del ecosistema.



Manejo de la información

Ciclo de vida de una libélula



Competencias para la ciudadanía responsable y solidaria

3. Determinen cuál especie (tipo de invertebrado) presentó el mayor número de individuos. Analicen la posible razón por la que estos animales son más abundantes que otros.
4. Pida que investiguen sobre los factores que pueden afectar el ciclo de vida de estos animales, como alteraciones en el clima (aumento de precipitaciones que causan inundaciones), lluvia ácida, contaminación del agua y contaminación del suelo.
5. Organice una mesa redonda para analizar el papel de los invertebrados acuáticos en el mantenimiento del equilibrio ecológico de los ecosistemas de agua dulce. Analicen las posibles consecuencias de la disminución del número de invertebrados acuáticos.

Aplicación

1. Dibujen un gráfico del número de individuos por tipo de organismo.
2. Comparta la siguiente información con el grupo.

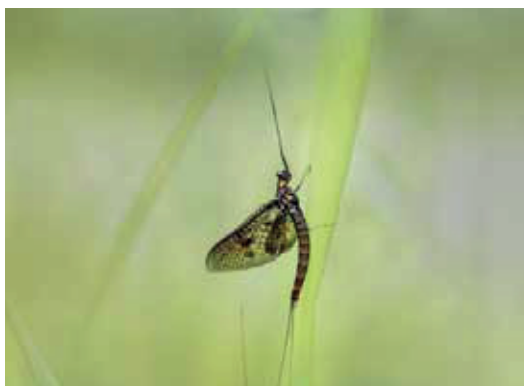


Competencias para el empleo digno

En estudios para determinar la calidad del agua con frecuencia se incluye la observación de macroinvertebrados acuáticos, los cuales son animales invertebrados de tamaño superior a los 0,5 mm; por ejemplo, insectos o sus larvas, crustáceos y moluscos de agua dulce.

Muchos macroinvertebrados son buenos indicadores biológicos de la calidad del agua, ya que algunos abundan en aguas limpias o con pocos contaminantes y son muy sensibles a los cambios de pH y de temperatura. En cambio, otros toleran variaciones grandes de las condiciones del entorno, por lo que es común hallarlos en mayor cantidad en aguas de baja calidad (contaminación media o alta).

Algunos macroinvertebrados acuáticos indicadores de aguas de buena calidad son larvas de efímeras, moscas de las piedras y frigáneas. En las nacientes (fuentes naturales de agua que brotan de la tierra) se espera encontrar este tipo de organismos. En aguas contaminadas se pueden observar animales como planarias (gusanos planos), moluscos y larvas de ciertos mosquitos.



Efímera (adulto terrestre)



Efímera (larva acuática)

3. Con base en los resultados y en la información anterior, pregunte si pueden utilizar los datos recolectados en el cuerpo de agua para determinar si el líquido puede ser usado para consumo humano. Promueva una investigación complementaria sobre los macroinvertebrados que pueden utilizarse como bioindicadores.
4. Analicen el papel de la vegetación nativa para mantener la salud de los ecosistemas acuáticos.
5. Realicen un conversatorio sobre los factores que alteran la calidad del recurso hídrico de la comunidad y sus efectos en los organismos acuáticos. Propongan acciones para proteger las fuentes de agua.

Ejemplos de implementación en el campo		
Año	Criterios de evaluación	Implementación
Sétimo	Valorar la utilización correcta y consciente de los recursos hídricos y su importancia en la conservación de la vida en el planeta (eje temático III).	<p>Observen las características del cuerpo de agua donde están buscando invertebrados acuáticos. Mencionen qué usos le pueden dar las personas a esa agua (nutrición de animales domésticos, limpieza, irrigación de plantas, otros).</p> <p>Comenten cómo esos usos pueden afectar a los seres vivos del entorno y, por tanto, a las cadenas tróficas. Analicen por qué al cuidar los recursos hídricos se contribuye con la protección de los animales acuáticos.</p>
Octavo	Identificar los elementos químicos comunes por su nombre y el lenguaje universal para simbolizarlos (eje temático II).	<p>Observen si en los alrededores del cuerpo de agua puede haber alguna fuente de contaminación. Analicen cómo la contaminación del suelo (residuos sólidos, insecticidas) podría afectar también a los invertebrados acuáticos.</p>
Noveno	<p>Valorar las acciones que promueven estilos de vida saludables, que favorezcan el funcionamiento de los diferentes sistemas del cuerpo humano (eje temático I).</p> <p>Analizar los beneficios que se obtienen de los tejidos y órganos animales para la economía de Costa Rica, en el marco de la normativa vigente de bienestar animal (eje temático II).</p>	<p>Analicen la relación entre la alimentación y la protección del ambiente: una alimentación saludable se relaciona estrechamente con prácticas agrícolas sostenibles, las cuales emplean medidas para conservar el agua y evitan o minimizan el uso de agroquímicos que pueden infiltrarse hacia las aguas subterráneas y dañar los invertebrados del suelo y del agua.</p> <p>Comentar las ventajas de usar animales invertebrados para determinar la calidad de los cuerpos de agua.</p>

Año	Criterios de evaluación	Implementación
Décimo	<p>Determinar la abundancia y la distribución de una población agrícola, doméstica o silvestre, mediante la formulación de preguntas de carácter científico, planteo de hipótesis y de muestreo (eje temático I).</p>	<p>Antes de iniciar el muestreo de los invertebrados acuáticos, planteen una hipótesis sobre los animales que observarán con mayor frecuencia y los puntos donde encontrarán más individuos. Separen los invertebrados observados en grupos, ya sea por filo, clase u orden del reino Animalia. Calculen la abundancia absoluta por grupo. Determinen si la hipótesis planteada al inicio se rechaza o se acepta.</p>
Undécimo	<p>Analizar las principales conexiones entre individuos de la misma población y con poblaciones de especie diferente (eje temático I).</p> <p>Analizar los principales sistemas de fijación y de emisión del carbono, la productividad primaria y secundaria, la acidificación de los océanos, la huella ecológica (eje temático II).</p> <p>Analizar el ciclo del agua y su relación con otros ciclos globales, el sistema climático, su disponibilidad, reutilización, recuperación o rehabilitación sostenible (eje temático II).</p>	<p>Clasifiquen los invertebrados encontrados en insectos, crustáceos, gusanos y moluscos. Indiquen cuáles son sus semejanzas y sus diferencias. En cada grupo identifiquen si hay individuos de la misma especie. Expliquen qué características les permite saber que son de la misma especie. Enumeren ejemplos de relaciones intraespecíficas e interespecíficas que ocurren en algunas de las poblaciones de los invertebrados hallados.</p> <p>Observen las plantas acuáticas asociadas al cuerpo de agua y enumeren los beneficios que estas aportan a la comunidad de invertebrados. Discutan sobre la influencia de las plantas en el ciclo del agua; analicen cómo la deforestación afecta el ciclo hidrológico y, por tanto, los cuerpos de agua donde habitan los invertebrados acuáticos.</p>

El suelo: un mundo poco conocido

Descripción de la actividad

Mediante la observación de las características físicas del suelo, los estudiantes relacionarán las propiedades físicas de este componente abiótico del ecosistema con el tipo de organismos que se desarrolla en él.



Salud y bienestar



Educación de calidad



Producción y consumo responsables



Focalización

1. Pregunte al grupo si considera que los seres humanos pueden vivir sin suelo. Anote las respuestas.
2. Lleve a clase una naranja o una manzana y mencione que la fruta representa la Tierra. Parta un cuarto de la fruta; enfatice que tres cuartas partes de la Tierra están cubiertas de agua, y que el cuarto que separó representa los ambientes terrestres del planeta.
3. Pregunte cuánto de la tierra firme se puede dedicar a la producción de alimentos y a los asentamientos humanos. Después de oír varias respuestas, parta el cuarto a la mitad. Muestre la octava parte y diga que esa pequeña sección representa el terreno productivo del planeta.



Exploración

Realice la siguiente actividad con su grupo para observar las características del suelo.

Materiales

- Lupas
- Papel periódico
- Lápices con punta
- Palanganas o baldes
- Agua
- Palas
- Cucharas
- Coladores
- Vasos de cartón
- Arena
- Termómetro
- Arcilla o barro
- Cinta métrica
- Tierra del jardín o de bosque

Textura y compactación del suelo

1. Con la cuchara, tomar un puñado de arena y observarlo a través de una lupa. Anotar las características de las partículas que componen el suelo arenoso.
2. Hacer varios orificios en el fondo de un vaso de cartón (para drenaje). Colocarlo sobre una palangana. Llenar el vaso con la arena; empujar un lápiz y observar hasta dónde llega el lápiz, con cuidado de no quebrarlo. Hacer una marca en el lápiz y determinar el nivel de compactación del suelo arenoso.
3. Echar un vaso de agua a la arena y levantar el vaso, de manera que se observe cómo se filtra el agua por el suelo y cómo se drena.
4. Tomar un puñado de la arena húmeda con las manos y describir la sensación al tacto.



Pensamiento
sistémico

5. Repetir los pasos 1 a 4 con la arcilla y la tierra de jardín. Realizar predicciones sobre cuál de los tres tipos de tierra es más compacta y cuál permite un mejor drenaje.



Biodiversidad en el suelo

6. Seleccionar dos áreas al aire libre: una, donde haya vegetación abundante, y la otra, en un claro, pastizal u otro sitio con poca sombra. Observar las características de los suelos, registrar su temperatura y anotar si se siente húmedo o seco al tacto.
7. Formular una hipótesis que relacione los microclimas con la diversidad de organismos que habitan en el suelo de las áreas escogidas.
8. Hacer un cuadrante de 50 cm X 50 cm en cada área. Remover la tierra del cuadrante con ayuda de palas, cucharas y coladores, con el propósito de observar los organismos que habitan en la capa superficial del suelo (plantas, hongos, animales invertebrados). La profundidad de la excavación no debe sobrepasar los 10 cm. Se debe hacer la remoción con mucho cuidado, para no dañarlos. Se puede utilizar papel periódico para colocar tierra en él y observar con mayor facilidad lo que se encuentre.



Estilos de vida saludables



Competencias para la vida

9. Registrar el tipo de seres vivos y el número de individuos en un cuadro como el siguiente.

Tipo de organismo	Descripción	Número de individuos

Reflexión y contrastación

1. Solicite a los estudiantes mencionen si sus predicciones científicas se cumplieron y si se comprobaron sus hipótesis.
2. Invítelos a exponer sus resultados y a comentar sobre lo que más les sorprendió de sus hallazgos.
3. Contabilicen los datos y observen cuáles organismos fueron los habitantes más abundantes del suelo. Aclare que hay muchos otros seres vivos en el suelo que no pudieron ver, como bacterias y hongos descomponedores.



Resolución de problemas

4. Comparta la siguiente información con el grupo para complementar las ideas que expusieron.

El suelo es una mezcla de materia orgánica, aire, agua y minerales. En él y sobre él vive una diversidad tan grande de seres vivos comparable a la de un bosque tropical. Las partículas que lo forman determinan sus propiedades físicas (textura, color, porosidad) y el tipo de organismos que lo habitan, como bacterias, hongos, plantas y pequeños animales los cuales, a su vez, contribuyen a mantener la estructura del suelo.

Por su textura, los suelos pueden ser arenosos, arcillosos o limosos. La arena posee partículas grandes (entre 0,005 mm a 2 mm), por lo que el agua se infiltra rápidamente. Las de la arcilla son pequeñas (menores a 0,002 mm), por tanto, posee menos espacio para aire y agua, es un suelo compacto y no drena bien; forma barro cuando se satura con agua. El limo tiene partículas de tamaño intermedio (0,002 mm a 0,05 mm), lo que lo hace óptimo para actividades agrícolas.

El 99 % de los alimentos para los seres humanos depende del suelo para su producción. Sin embargo, algunas prácticas agrícolas pueden deteriorarlo y disminuyen su capacidad productiva; por ejemplo, cuando se aplica un exceso de fertilizantes sintéticos se produce una serie de eventos que altera la red trófica del suelo: las sustancias químicas matan gran parte de las bacterias y los hongos, lo que afecta el proceso de descomposición. La alteración de su hábitat provoca que otros organismos, como las lombrices de tierra mueren o se van, lo cual altera la estructura del suelo: los túneles o pasajes que crearon colapsan, dejando un suelo compacto, poco aireado y con poca capacidad para permitir la buena infiltración del agua de lluvia.

5. Con base en la información anterior, solicite al grupo que analice cuál es el suelo que tiene mayor biodiversidad.



Aplicación

Solicite a sus estudiantes que investiguen por qué el suelo es un sumidero de carbono y cómo al protegerlo se contribuye a la mitigación del cambio climático. Propóngales que compartan con personas agricultoras algunas medidas para prevenir el deterioro de este valioso recurso natural.



Ejemplos de implementación en el campo		
Año	Criterios de evaluación	Implementación
Sétimo	<p>Debatir acerca de las implicaciones de los avances de la ciencia y la tecnología, sobre la población de los seres vivos y los otros recursos que ofrece el ambiente (eje temático II).</p> <p>Tomar conciencia de la responsabilidad en la selección y uso de materiales, para aprovechar sus propiedades de manera eficiente, disminuyendo el impacto ambiental (eje temático II).</p>	<p>Discutan cómo la fabricación de medios de transporte y la construcción de edificios requieren de los avances de la ciencia y la tecnología. Asimismo, analicen cómo esas acciones producen un impacto negativo en los seres vivos debido a la extracción de materiales, el cambio de uso del suelo y la compactación de este. Opinen cómo los consumidores responsables pueden contribuir a reducir el impacto negativo de esas acciones productivas sobre los organismos que habitan en el suelo.</p>
Octavo	<p>Describir la formación y composición del suelo y tipo de rocas que se utilizan en actividades de la vida diaria (eje temático III).</p>	<p>Observen las características de los puñados de tierra que tomaron del suelo y determinen cómo se formó. Mencionen para qué actividades se puede usar ese tipo de suelo, según su composición.</p> <p>Al observar la textura y la compactación de los distintos tipos de suelo, analicen en cuál de ellos podrían crecer más plantas nativas del bosque.</p>
Noveno	<p>Valorar la importancia de algunos compuestos binarios, que se aplican en el hogar, la industria, la agricultura y la medicina a nivel nacional e internacional (eje temático II).</p>	<p>Elaboren una lista de compuestos binarios que las personas agricultoras de la zona aplican en el suelo; por ejemplo agua para la irrigación, óxido de magnesio para enmendar suelos con deficiencia de magnesio y cloruro de calcio para la remediación del suelo compactado.</p>

Año	Criterios de evaluación	Implementación
Décimo	<p>Formular explicaciones a partir de las observaciones críticas de los seres vivos o de la información disponible de la interconexión entre las adaptaciones de las especies y el hábitat (eje temático I).</p> <p>Argumentar la interrelación entre las diversas formas de vida y el entorno biofísico (eje temático I).</p> <p>Reconocer la importancia de la biodiversidad y de la necesidad de acciones que la protejan (eje temático I).</p> <p>Analizar la relación del nicho ecológico y el entorno físico-químico-biológico de una población (eje temático I).</p>	<p>Observen las diversas formas de vida que encontraron en las muestras de suelo y determinen cuáles son algunas adaptaciones que les permiten a estos seres vivos desarrollarse en ese hábitat particular.</p> <p>Describan el nicho ecológico de los organismos del suelo; analicen las funciones ecológicas que estos seres vivos desempeñan en el entorno.</p> <p>Comenten sobre la importancia de la biodiversidad de su comunidad, teniendo en cuenta que los organismos del suelo forman parte de ella.</p>
Undécimo	<p>Analizar la transferencia de la materia y la energía en las diferentes relaciones tróficas en los ecosistemas (eje temático I).</p> <p>Representar los vínculos estructurales y funcionales básicos en las relaciones tróficas de un ecosistema (eje temático I).</p> <p>Evaluar las implicaciones de las acciones humanas en la estabilidad de las relaciones tróficas (eje temático I).</p>	<p>Dibujen una red trófica que incluya algunos de los organismos del suelo que encontraron en las muestras e indiquen cuáles niveles tróficos ocupan.</p> <p>Argumenten cómo la urbanización descontrolada puede afectar a los organismos que habitan en el suelo. Analicen las maneras en que las relaciones tróficas del ecosistema podrían desestabilizarse si disminuyen las poblaciones de hongos, animales detritívoros y otros seres vivos habitantes del suelo.</p>

¿Por qué hay flores de tantas formas y colores?

Descripción de la actividad

Por medio de la observación de las flores de distintas plantas se establecerá la relación entre las adaptaciones de estos organismos y sus agentes polinizadores.



Educación de calidad



Ciudades y comunidades sostenibles



Vida de ecosistemas terrestres



Focalización

Haga las siguientes preguntas a su grupo.

- ¿Para qué le sirven las flores a las plantas?
- ¿Por qué las flores no son iguales en todas las plantas?
- Las plantas necesitan ser polinizadas, pero ¿por qué se dice que los seres humanos dependen también del proceso de polinización?

Exploración

Divida al grupo en subgrupos de cuatro personas (con las siguientes funciones: coordinador científico, encargado de materiales, vocero y secretario), para llevar a cabo la actividad descrita a continuación.

Materiales

- Lupas
- Cuaderno
- Cámara (opcional)
- Lápices de color (opcional)



Aprender a aprender



Competencias para la vida

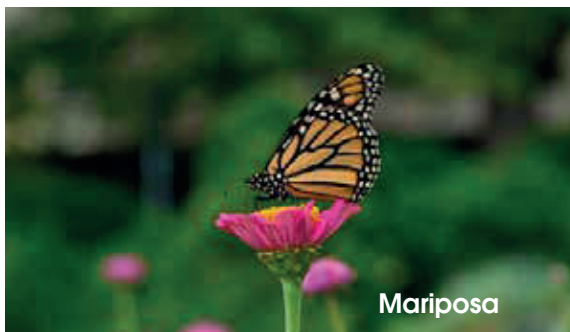
1. Recorrer una distancia de aproximadamente 200 metros para la búsqueda de plantas con flores. Registrar las flores distintas mediante dibujos o fotografías. Observar dónde se encuentra el polen en las flores.
2. Anotar los polinizadores (animales como avispas, abejas, mariposas, escarabajos, colibríes u otros que se observen en las flores). Completar un cuadro como el siguiente, **dejando la última columna en blanco**.

Dibujo, fotografía o descripción de la flor	Agente polinizador	Síndrome de polinización

3. Determinar qué colores y formas predominan en las flores observadas y cuáles fueron los polinizadores que más se observaron. ¿Se puede ver alguna relación entre las características de las flores y el tipo de polinizador?

Reflexión y contrastación

1. Explique a los estudiantes que muchas plantas poseen características o adaptaciones para facilitar el movimiento de su polen por medio de un agente polinizador. En las plantas con flores, se le denomina síndrome de polinización a este conjunto de características.



2. Comparta la información de la siguiente guía de síndromes de polinización e indíqueles que completen la última columna del cuadro que elaboraron con las observaciones registradas.

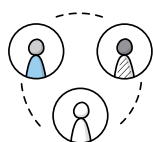
Agente polinizador	Nombre del síndrome de polinización	Descripción de las flores polinizadas
Viento	Anemofilia	Pequeñas, verdosas y poco llamativas.
Agua	Hidrofilia	De tamaño pequeño. Los granos de polen flotan y son transportados por el agua.
Abejas	Melitofilia	Vistasas, con forma de taza o simetría bilateral. De color azulado o amarillo, con guías de néctar ultravioleta. Ofrecen gran cantidad de polen, néctar o ambos.
Mariposas diurnas	Psicofilia	Tubulares, de colores vistosos; a menudo rosadas o violetas, con aroma.
Mariposas nocturnas (polillas)	Falenofilia	Tubulares, de color blanco, grandes. Se abren de noche o temprano en la mañana y su aroma es fuerte.
Escarabajos (abejones)	Cantarofilia	Grandes, de colores blancuzcos o verdosos y muy fragantes.
Moscas	Sapromiofilia	Con color y olor a carne podrida. Las moscas carroñeras intentan depositar sus huevos en ellas.
Aves	Ornitofilia	Grandes, con frecuencia rojas, con forma tubular y néctar abundante. Son abundantes en bosques tropicales húmedos.
Murciélagos	Quiropterofilia	Flores que se abren de noche, blancas o color crema, con néctar abundante.

3. Solicite a los estudiantes que elaboren un gráfico de barras para representar el número de plantas por síndrome floral y que determinen cuál es el síndrome de polinización que registraron con mayor frecuencia.



Manejo de la información

4. De las plantas observadas, determinen si hay alguna que atraiga murciélagos. Mencione que estos mamíferos voladores polinizan plantas como la guayaba, el banano y el mango.
5. Analicen cuáles agentes polinizadores son más eficientes en llevar polen: los abióticos (viento y agua) o los bióticos (los animales).
6. Solicite que investiguen los factores que han causado que las poblaciones de animales polinizadores hayan disminuido de manera alarmante.
7. Organice una plenaria para que el grupo analice cómo afecta a los seres humanos la disminución de las poblaciones de animales polinizadores.



Responsabilidad personal y social



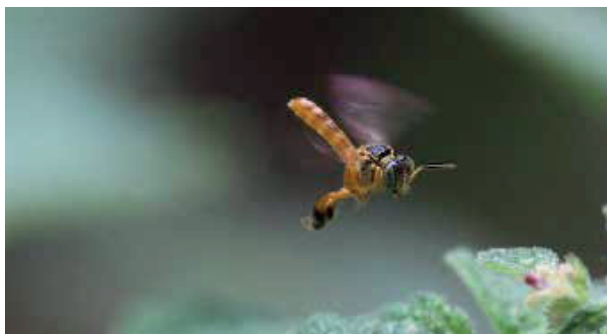
Ciudadanía global y local



Competencias para la ciudadanía responsable y solidaria

Aplicación

1. Recorra el centro educativo con sus estudiantes y determinen si en la institución hay plantas que ofrezcan alimento a animales polinizadores. Observen el síndrome de polinización que presentan esas plantas.
2. De las plantas observadas, determinen si hay alguna que atraiga murciélagos. Mencione que estos mamíferos voladores polinizan plantas como la guayaba, el banano y el mango.
3. Propóngales la creación de un jardín de plantas nativas para polinizadores en el centro educativo, ya sea en la huerta de la institución o en un rincón en un área verde. Para ello, reutilicen recipientes de plástico duro, como los que se utilizan para jugos o refrescos, o también baldes en desuso. De ser necesario, se realiza un corte en la parte superior de los recipientes para poder introducir la tierra. Los contenedores se pueden pintar con témpera acrílica.



4. Analicen por qué un jardín con plantas nativas puede ser más beneficioso para los polinizadores. Para responder a esta consulta, deben investigar previamente por qué algunas plantas exóticas podrían ocasionar daños en los hábitats naturales.

Ejemplos de implementación en el campo		
Año	Criterios de evaluación	Implementación
Sétimo	Debatir acerca de las implicaciones de los avances de la ciencia y la tecnología, sobre la población de los seres vivos y los otros recursos que ofrece el ambiente (eje temático II).	En la Reflexión y contrastación analicen las implicaciones positivas y negativas de los avances de la ciencia y la tecnología sobre las poblaciones de animales polinizadores. Por ejemplo, algunas tecnologías permiten estudiar mejor las poblaciones de polinizadores; otras, por el contrario, contribuyen a incrementar el cambio climático, con lo que se alteran sus hábitats y sus ciclos de vida.
Octavo	Identificar las formas y transformaciones de la energía en diferentes actividades, que se realizan en la vida diaria (eje temático II). Valorar el uso de energías limpias o amigables con el ambiente que contribuyan con el desarrollo de las actividades económicas del país y el cuidado del planeta (eje temático II).	Dibujen una cadena trófica que incluya uno de los polinizadores que se observaron en el campo. Identifiquen la dirección del flujo de energía y las transformaciones energéticas que ocurren. Establezcan la relación entre el uso de energías limpias y la salud del ambiente, y cómo al mantener un entorno saludable se contribuye a proteger las poblaciones de animales polinizadores que, a su vez, son indispensables para la agricultura sostenible.
Noveno	Identificar las características del movimiento en fenómenos físicos que ocurren en el entorno y sus aplicaciones en la vida diaria (eje temático II). Demostrar cualitativa y cuantitativamente los conceptos de fuerza y trabajo en la vida cotidiana (eje temático II).	Observen los movimientos que realizan los polinizadores para llegar a las flores e identifiquen de qué tipo son. Identifiquen las maneras en las que los polinizadores aplican fuerza en las flores que visitan y sobre qué partes de estas la ejercen.

Año	Criterios de evaluación	Implementación
Décimo	<p>Analizar la interrelación entre las adaptaciones de las diversas formas de vida y el entorno biológico y físico (eje temático I).</p> <p>Formular explicaciones a partir de las observaciones críticas de los seres vivos o de la información disponible de la interconexión entre las adaptaciones de las especies y el hábitat (eje temático I).</p> <p>Argumentar la interrelación entre las diversas formas de vida y el entorno biofísico (eje temático I).</p>	<p>Observen las características de las plantas con flores del sitio visitado e identifiquen cuáles son las más abundantes. Determinen si la forma de esas flores tiene relación con las adaptaciones de los animales que las visitan.</p> <p>Expresen sus opiniones sobre por qué la abundancia y la variedad de polinizadores de un sitio se relaciona con la diversidad de las plantas.</p> <p>Comenten cuál es la relación entre la diversidad de animales polinizadores y un ambiente saludable.</p>
Undécimo	<p>Analizar las principales conexiones entre individuos de la misma población y con poblaciones de especie diferente (eje temático I).</p> <p>Comparar características de las relaciones de las poblaciones biológicas interespecíficas e intraespecíficas en el entorno (eje temático I).</p> <p>Analizar la transferencia de la materia y la energía en las diferentes relaciones tróficas en los ecosistemas (eje temático I).</p> <p>Evaluar las implicaciones de las acciones humanas en la estabilidad de las relaciones tróficas (eje temático I).</p>	<p>Observen si se dan relaciones de competencia intraespecífica e interespecífica entre los polinizadores. Fíjense con detenimiento si en las plantas con más flores la competencia es mayor o menor.</p> <p>Determinen si se dan otros tipos de relaciones intraespecíficas o interespecíficas, y si estas son beneficiosas para uno de los involucrados o para ambos.</p> <p>Dibujen una red trófica que incluya una de las plantas y uno de los polinizadores que se observaron en el campo. Identifiquen cómo se transfiere la energía a partir de los organismos productores. Expliquen cómo algunas acciones humanas podrían afectar estas relaciones tróficas.</p>

Insectos de todo tipo

Descripción de la actividad

La observación de insectos en su hábitat natural permitirá reconocer la diversidad de este grupo, así como los factores que pueden influir en la disminución de las poblaciones de algunos insectos.



Focalización

Haga las siguientes preguntas a su grupo:

- ¿En qué se diferencia un insecto de una araña?
- ¿Cuáles tipos de insectos conocen?
- ¿Cómo se relacionan los insectos con otros organismos?
- ¿Qué tienen en común los insectos y las personas?
- ¿Por qué algunas personas temen a los insectos?
- ¿Qué podría suceder en el ecosistema del bosque tropical lluvioso si desaparecen los insectos?



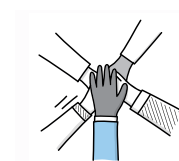
Educación de calidad



Producción y consumo responsables



Vida de ecosistemas terrestres



Colaboración

Exploración

Invite a su grupo a realizar la siguiente actividad para la búsqueda y observación de insectos.


Materiales

- Lupas
- Bananos fermentados
- Bolsas de malla para transportar frutas
- Binoculares (opcional)
- Cámara fotográfica (opcional)
- Guías para identificar insectos (opcional)

Comparación de la diversidad de insectos en distintos sitios

1. Seleccionar tres sitios con las siguientes características:
 - Un área natural con vegetación abundante.
 - Un área urbanizada.
 - Una plantación.

2. Observar las características de los sitios seleccionados, como los tipos de plantas más abundantes, si hay alta o baja luminosidad y las actividades humanas que se desarrollan en los alrededores. Formular una predicción científica sobre cuál sitio contiene una diversidad mayor de insectos.
3. En el primer sitio, caminar una distancia de aproximadamente 200 metros en busca de insectos. Observar el tipo de insectos (mariposa, libélula, mosca, grillo, abeja, etc.), el número de individuos y su actividad, es decir, lo que hace en el momento. Utilizar un cuadro como el siguiente para registrar los datos; **dejando la última columna en blanco**. En caso de que se repita el tipo de insectos pero estos sean de diferente especie, crear un código para distinguirlos; por ejemplo, "Mariposa A", "Mariposa B", "Mariposa C".

INSECTOS DEL SITIO CON VEGETACIÓN ABUNDANTE			
Tipo y descripción del insecto	Número de individuos	Descripción de la actividad del insecto	Orden al que pertenece
<i>Mariposa A (color anaranjado brillante)</i>	3	<i>Estaba revoloteando alrededor de unas flores.</i>	
<i>Mariposa B (pequeña, color café)</i>	2	<i>Estaba perchada en una enredadera.</i>	
			 Competencias para la vida

En caso de que se repita el tipo de insectos pero estos sean de diferente especie, crear un código para distinguirlos; por ejemplo, "Mariposa A", "Mariposa B", "Mariposa C".

4. Repetir el paso 3 en los otros dos sitios seleccionados.

Observación de insectos en un solo punto

5. Uno o dos días previos a la salida de campo se fabrica un cebo para insectos de la siguiente manera: se colocan los bananos maduros en un recipiente con tapa, se les agrega una cucharadita de azúcar y una cucharadita de levadura, con el fin de que fermenten. Se coloca en un sitio cálido y se deja reposar al menos 24 horas.



Aprender a aprender

- Colocar dos cucharadas del banano fermentado dentro de una bolsa de malla. Colgar la bolsa en una rama o en una estructura ubicada en alguno de los tres sitios previamente recorridos.
- Observar los insectos que llegan a alimentarse. Utilizar un cuadro como el siguiente para registrar los datos; **dejando la última columna en blanco**.

INSECTOS ATRAÍDOS POR CEBO			
Tipo y descripción del insecto	Número de individuos	Descripción de la actividad del insecto	Orden al que pertenece

Reflexión y contrastación

- Explique a los estudiantes que una diversidad mayor de plantas generalmente significa una mayor diversidad y abundancia de insectos. Solicítele que revisen si su predicción reflejó esta afirmación, con base en lo que observaron en los distintos sitios.
- Mencione que los insectos se distinguen de los demás animales porque poseen seis patas articuladas y casi todos cuentan con dos pares de alas. Una forma de clasificarlos es agrupándolos en órdenes. Un orden es un conjunto de organismos con características o adaptaciones similares. Comparta la siguiente información sobre los órdenes más diversos de insectos.



Coleoptera

Los coleópteros conforman el orden más diverso de insectos. Se caracterizan porque su primer par de alas son duras. Algunos coleópteros son los abejones o escarabajos, los gorgojos, las mariquitas y las luciérnagas.



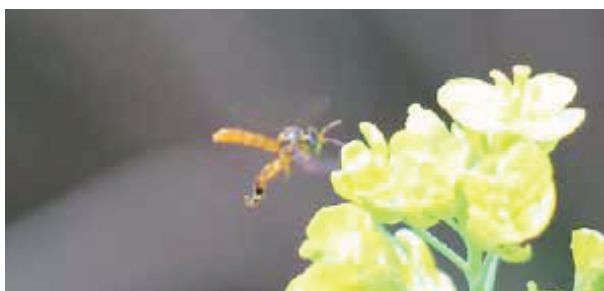
Lepidoptera

Los lepidópteros poseen alas cubiertas por miles de escamas diminutas. Son las mariposas diurnas y las polillas (mariposas nocturnas).



Diptera

Poseen solo un par de alas. Son las moscas y los mosquitos. Aunque algunos dípteros son vectores de enfermedades, muchos son polinizadores y otros se alimentan de animales que dañan los cultivos.



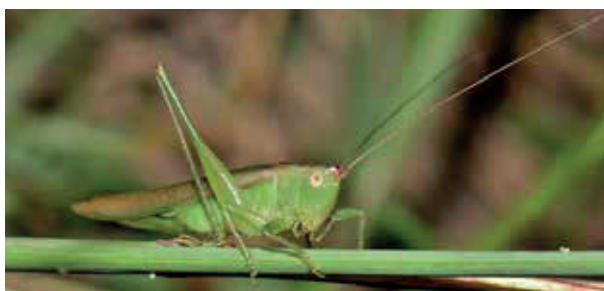
Hymenoptera

Tienen alas membranosas. En este grupo están las abejas, las avispas y las hormigas. Por lo general, poseen piezas bucales adaptadas para masticar; algunos cuentan con una "lengua" larga con la que toman líquidos como el néctar de las flores.



Hemiptera

Se caracterizan por sus alas divididas en una sección dura y otra membranosas. Además, su aparato bucal está adaptado para succionar líquidos. Por ejemplo, las chinches, las chicharras, los áfidos y las machacas.



Orthoptera

Poseen una cabeza grande y redonda, con un aparato bucal adaptado para masticar. Sus alas delanteras son rectas y no se usan para volar. Muchos hacen sonidos con las alas; por ejemplo, grillos, saltamontes, y esperanzas.

Aplicación

1. Organice un conversatorio sobre los insectos y su importancia en los ecosistemas. Analicen las causas de su declive, como la reducción de los bosques, la urbanización sin control y el uso excesivo de plaguicidas. Asimismo, propongan soluciones para proteger los hábitats naturales de los insectos.
2. Solicite a los estudiantes que investiguen en qué consiste un "hotel de insectos", cuáles son los posibles beneficios de crear estas estructuras y en qué casos estas pueden afectar negativamente a los insectos nativos. Propóngales construir uno en la institución con un diseño que pueda ser mantenido fácilmente para evitar parásitos y hongos.



Competencias
para la ciudadanía
responsable y solidaria

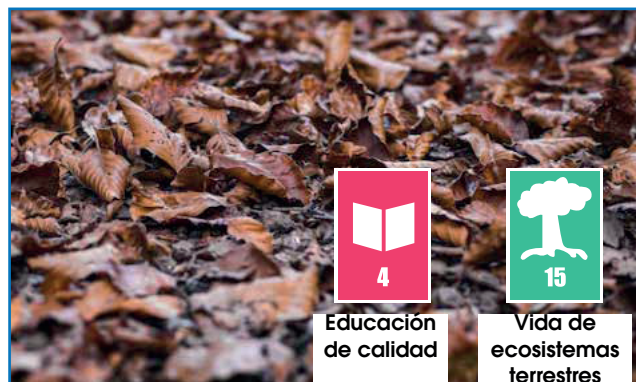
Ejemplos de implementación en el campo		
Año	Criterios de evaluación	Implementación
Sétimo	<p>Explicar la diferenciación de las células procariotas, eucariotas, animal y vegetal y la relación con el aprovechamiento de los recursos disponibles en su entorno (eje temático I).</p> <p>Debatir acerca de las implicaciones de los avances de la ciencia y la tecnología, sobre la población de los seres vivos y los otros recursos que ofrece el ambiente (eje temático I).</p>	<p>Durante la Reflexión y contrastación describan las características de la célula animal que es la unidad básica del cuerpo de los insectos, y cómo esta difiere de la célula vegetal.</p> <p>Analicen los efectos de la contaminación lumínica sobre las poblaciones de insectos: la luz altera los comportamientos de migración y reproducción de estos animales.</p>
Octavo	<p>Valorar el uso de energías limpias o amigables con el ambiente que contribuyan con el desarrollo de las actividades económicas del país y el cuidado del planeta (eje temático II).</p>	<p>Establezcan la relación entre el cambio climático y el declive de las poblaciones de insectos: estos animales son muy sensibles a los cambios de temperatura, precipitación y a las modificaciones de los hábitats. Por tanto, al utilizar energías amigables con el ambiente se contribuye a mitigar los efectos del cambio climático y, por tanto, a proteger los insectos.</p>
Noveno	<p>Identificar las características del movimiento en fenómenos físicos que ocurren en el entorno y sus aplicaciones en la vida diaria (eje temático II).</p>	<p>Observen las características de los insectos encontrados y comparen las diferencias en su forma de locomoción y en las partes que utilizan para desplazarse.</p> <p>Observen un insecto que esté en movimiento y registren la distancia que recorre hasta un punto en el que se detenga y el tiempo que tarda en recorrer esa distancia. Comparen las características de su movimiento con las de un insecto de otro grupo (orden) o con otra forma de locomoción.</p>

Año	Criterios de evaluación	Implementación
<p>Décimo</p>	<p>Analizar la interrelación entre las adaptaciones de las diversas formas de vida y el entorno biológico y físico (eje temático I).</p> <p>Formular explicaciones a partir de las observaciones críticas de los seres vivos o de la información disponible de la interconexión entre las adaptaciones de las especies y el hábitat (eje temático I).</p> <p>Argumentar la interrelación entre las diversas formas de vida y el entorno biofísico (eje temático I).</p>	<p>Describan las adaptaciones que poseen los insectos observados para la locomoción y la alimentación, y relaciónenlas con su nicho ecológico.</p> <p>Crean una clave para agrupar los insectos que observaron según distintos criterios; por ejemplo, forma de locomoción, presencia de alas con escamas, alas membranosas, aparatos bucales adaptados para cortar y masticar plantas, entre otros.</p> <p>Expliquen si observaron la relación entre la variedad de fuentes de alimento o de estratos de vegetación con la diversidad de insectos en los distintos sitios.</p>
<p>Undécimo</p>	<p>Evaluar las implicaciones de las acciones humanas en la estabilidad de las relaciones tróficas (eje temático I).</p>	<p>Analicen cómo los siguientes factores podrían afectar las poblaciones de insectos que observaron: comercio ilegal, actividades agrícolas inadecuadas, deforestación, quemas, uso de agroquímicos.</p> <p>Conversen sobre la responsabilidad que ha tenido el ser humano en la disminución de las poblaciones de insectos.</p> <p>Argumenten cómo la estabilidad de las relaciones tróficas de los ecosistemas acuáticos y terrestres se ve perjudicada por la disminución de las poblaciones de insectos.</p>

Hojarasca: un hábitat para muchos

Descripción de la actividad

Mediante la observación de muestras de hojarasca se explora este microhábitat y sus organismos asociados; asimismo, se resalta el papel de los organismos descomponedores en el reciclaje de nutrientes en el ecosistema.



Focalización

Formule las siguientes preguntas.

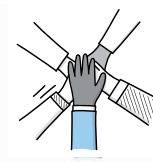
- ¿Qué cambios provocan las lombrices en la estructura de un suelo?
- ¿Qué podría suceder si se eliminan los organismos descomponedores que habitan en el suelo?
- ¿Qué factores contribuyen a la erosión del suelo?
- ¿Qué es el compostaje? ¿En qué beneficia el compost al suelo?
- ¿Qué es un hábitat? ¿Cuáles son algunos ejemplos de hábitats presentes en el centro educativo o sus alrededores?

Exploración

Forme subgrupos de cuatro personas (asigne las funciones de coordinador científico, encargado de materiales, vocero y secretario) para realizar la siguiente actividad.

Materiales

- Lupas
- Guantes
- Bolsas transparentes
- Coladores
- Palangana
- Pinzas (opcional)



Colaboración

1. Seleccionar tres sitios con características distintas de vegetación y luminosidad (cada subgrupo se encarga de un sitio) y en los que se observe algo de hojarasca en el suelo. Tomar la temperatura del suelo.
2. Formular una hipótesis sobre los tipos, la riqueza y la abundancia de organismos asociados a la hojarasca, según las características de cada sitio.



Pensamiento sistémico

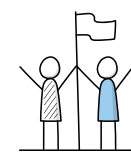
3. Hacer una predicción sobre el color más común de los animales invertebrados que se hallarán en la hojarasca.
4. Recoger una bolsa con hojarasca de cada sitio. Usar guantes.
5. Sobre una palangana, colocar el colador y verter sobre él la hojarasca recolectada de un sitio.
6. Observar los seres vivos que se encontraron en la hojarasca, dibujarlos y describirlos. Se pueden usar las pinzas para separar o mover las hojas.
7. Repetir los pasos 3 y 4 en los otros dos sitios.
8. Devolver la hojarasca de donde se tomó, con cuidado de no dañar los organismos.
9. Responder las siguientes preguntas: ¿a qué reinos pertenecen los organismos observados? ¿Cuál fue el reino que presentó mayor riqueza y abundancia? En el caso de los animales encontrados, ¿qué colores predominaron?

Reflexión y contrastación

1. Solicite a sus estudiantes que comparen sus observaciones. ¿En qué sitio encontraron más organismos? ¿por qué creen que sucedió eso? Revisen la hipótesis que formularon. ¿Los resultados que obtuvieron permitieron aceptar o rechazar la hipótesis planteada?
2. ¿Se cumplió su predicción sobre el color de los organismos de la hojarasca?
3. Comparta la siguiente información con el grupo.

La hojarasca está compuesta por hojas, ramas, restos de frutos y otros tipos de material vegetal que ha caído al suelo y empieza su proceso de descomposición. Se puede decir que la hojarasca es un microhábitat porque es un hábitat de extensión reducida, además de que posee características particulares que lo diferencia del entorno.

Algunos organismos que se encuentran con frecuencia en la hojarasca son animales invertebrados como lombrices de tierra, nemátodos, babosas, caracoles, ciempiés, milpiés, arañas, colémbolos e insectos y sus larvas. Algunos de ellos consumen bacterias, hongos y materia vegetal y animal en descomposición, y sus desechos contienen materia orgánica y minerales; de esta manera, contribuyen al reciclaje de nutrientes. Al moverse entre la hojarasca, contribuyen a airear el suelo, lo cual, a su vez, mejora la capacidad de infiltración del agua y a prevenir la erosión.

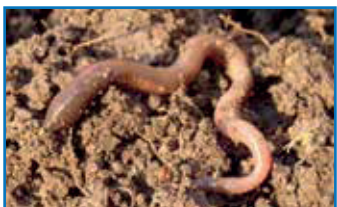


Ciudadanía global y local



Estilos de vida saludables

Algunos animales que habitan en la hojarasca



Las lombrices de tierra son gusanos con un cuerpo largo y delgado. No poseen ojos, pero sí estructuras que les permiten detectar la luz. Cavan pequeños túneles en el suelo para encontrar sus alimentos, como restos en descomposición de animales, hojas, raíces y hongos.



Los nemátodos, también conocidos como gusanos cilíndricos, son muy abundantes en la hojarasca, aunque es difícil verlos a simple vista porque la mayoría son microscópicos. Muchos de ellos son depredadores voraces de bacterias; otros son parásitos de plantas y animales.



Los ciempiés tienen forma de gusanos; son delgados y alargados. Poseen entre 15 a 191 pares de patas. Son cazadores que se alimentan de otros invertebrados, como lombrices y arañas. Cuentan con garras con las que inyectan veneno en sus presas.



La mayoría de los milpiés posee de 17 a 200 pares de patas, aunque se ha encontrado una especie que cuenta con más de 600 pares de patas. Se alimentan principalmente de materia vegetal en descomposición y hongos. Algunos son capaces de chupar la savia de las plantas.

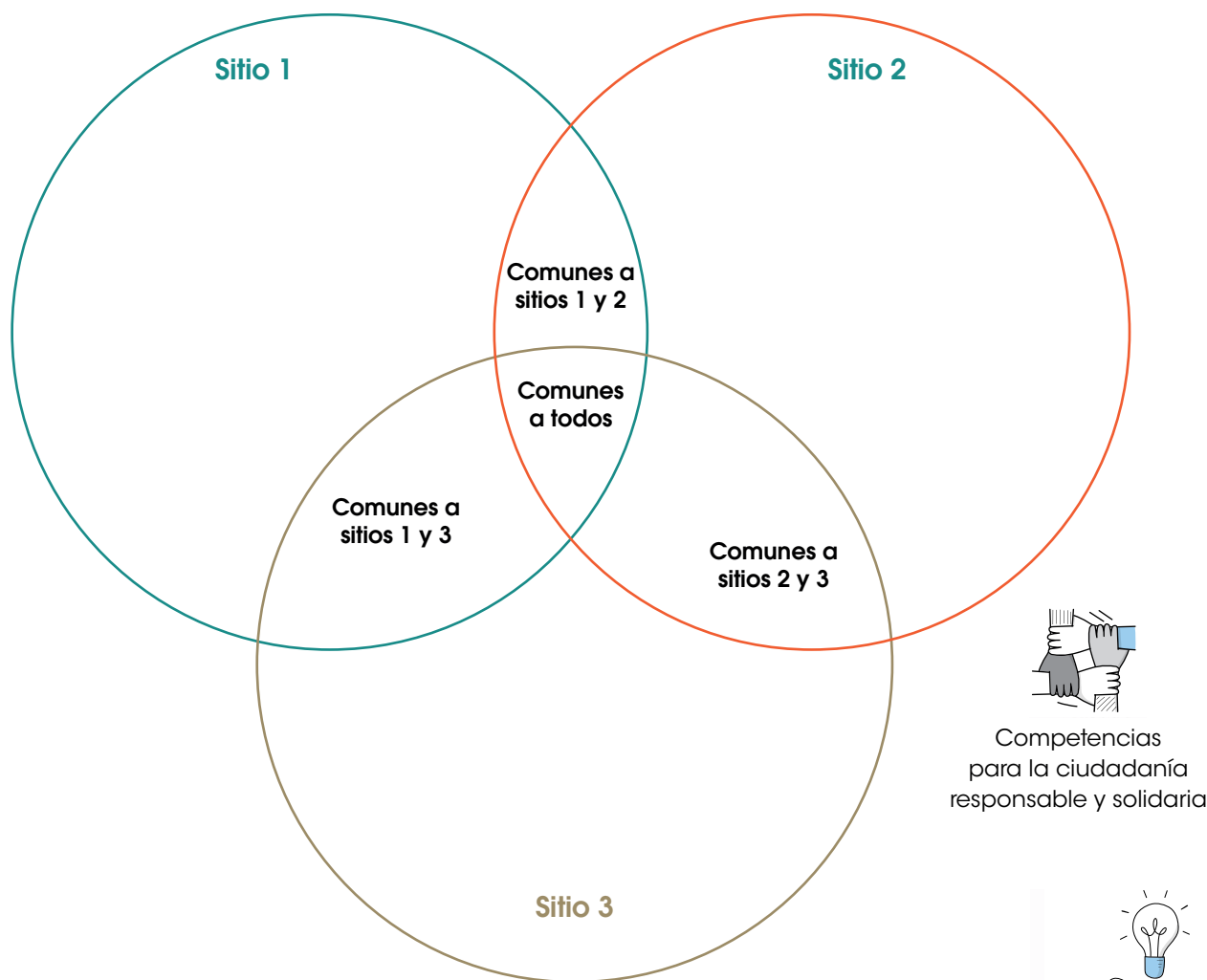


Los colémbolos son invertebrados similares a los insectos, pues tienen seis patas. Requieren mucha humedad para sobrevivir. Se alimentan principalmente de materia en descomposición, aunque algunos también se alimentan de flores.



Los caracoles son moluscos que se caracterizan por sus conchas espirales. Producen una capa de una sustancia pegajosa que les facilita trasladarse de un lugar a otro. Por lo general, durante el día se esconden en la hojarasca, pero en la noche salen para buscar su alimento (hojas y hongos).

4. Dibujar un diagrama de Venn: en la pizarra, trazar tres círculos grandes. Cada uno representa uno de los sitios donde se recolectó hojarasca. Completar el esquema con los nombres o dibujos de algunos de los organismos encontrados.



Competencias para la ciudadanía responsable y solidaria

5. Con base en la información proporcionada y de otras fuentes, representar algunas cadenas alimentarias de la hojarasca; por ejemplo:

Hojarasca → **Bacterias descomponedoras** → **Nemátodos**



Creatividad e innovación

Aplicación

Proponga al grupo recoger las hojas caídas de las áreas verdes del centro educativo o sus alrededores. Depositen la hojarasca en el suelo en un sector que pueda ser visitado por aves y otros animales silvestres; de esta manera, estos seres vivos pueden remover la hojarasca y encontrar alimento. Alternativamente, desmenucen las hojas y dispersen una capa de ellas sobre el suelo del huerto escolar; de esta manera, se garantiza la adición de nutrientes minerales y se previene la erosión.

Ejemplos de implementación en el campo		
Año	Criterios de evaluación	Implementación
Sétimo	Debatir acerca de las implicaciones de los avances de la ciencia y la tecnología, sobre la población de los seres vivos y los otros recursos que ofrece el ambiente (eje temático II).	Observen la variedad de organismos que habitan en la hojarasca y conversen sobre cómo contribuyen a mantener suelos saludables. Comenten acerca de cómo algunos avances científicos y tecnológicos, así como la deforestación y la urbanización asociadas a ellos pueden contaminar los suelos y, por tanto, afectar negativamente a los habitantes de la hojarasca.
Octavo	Analizar las implicaciones socioeconómicas del ordenamiento territorial, el uso de los suelos y minerales, a nivel nacional (eje temático III).	Argumenten cómo los distintos usos de los suelos y minerales podrían desplazar a los organismos de la hojarasca y, a la vez, facilitar la dispersión de especies denominadas invasoras. Analicen las implicaciones socioeconómicas para las comunidades que deben aplicar enmiendas para la mejora o estabilización de los terrenos (debido a las alteraciones que sufre el suelo por la disminución de la hojarasca y de los seres vivos que habitan en ella).
Noveno	Apreciar la organización de las células en la conformación de los tejidos, órganos y sistemas, como parte de la conservación y aprovechamiento de la biodiversidad (eje temático II).	Analicen los servicios ecosistémicos que proveen la hojarasca y los organismos asociados a ella, en especial su contribución en el reciclaje de nutrientes, el mantenimiento de suelos saludables y la mitigación de la erosión.

Año	Criterios de evaluación	Implementación
Décimo	Analizar la relación del nicho ecológico y el entorno físico-químico-biológico de una población (eje temático I).	<p>Describan el nicho ecológico de algunos de los animales invertebrados que encontraron en la hojarasca. Asimismo, realicen una descripción del ambiente de la hojarasca en términos de cantidad de luz, humedad y temperatura, en comparación con el suelo no cubierto por ella, y relacionen estas características ambientales con la función ecológica de los animales invertebrados descritos.</p>
Undécimo	Analizar los cambios secuenciales de las comunidades, los procesos de recuperación y restauración de los ecosistemas (eje temático III).	<p>En la focalización realicen una lluvia de ideas sobre lo que le pasaría a unas hojas si estas son colocadas en una caja de plástico, sin los organismos descomponedores que habitan en la hojarasca. Expliquen por qué estos seres vivos son necesarios en los bosques.</p> <p>Discutan si podría ser beneficioso para las ciudades que los suelos estén cubiertos por una capa de hojarasca.</p> <p>Expliquen cómo se forma la hojarasca, cómo los organismos que habitan en ella contribuyen al reciclaje de nutrientes y por qué con el curso de la sucesión ecológica tiende a aumentar la formación de hojarasca.</p> <p>Argumenten por qué la hojarasca contribuye a la recuperación y restauración de ecosistemas boscosos.</p>

¿Cómo viajan las semillas?

Descripción de la actividad

La observación de frutos y semillas permitirá establecer la relación entre las adaptaciones de las plantas angiospermas y las diversas estrategias que estas poseen para la dispersión.



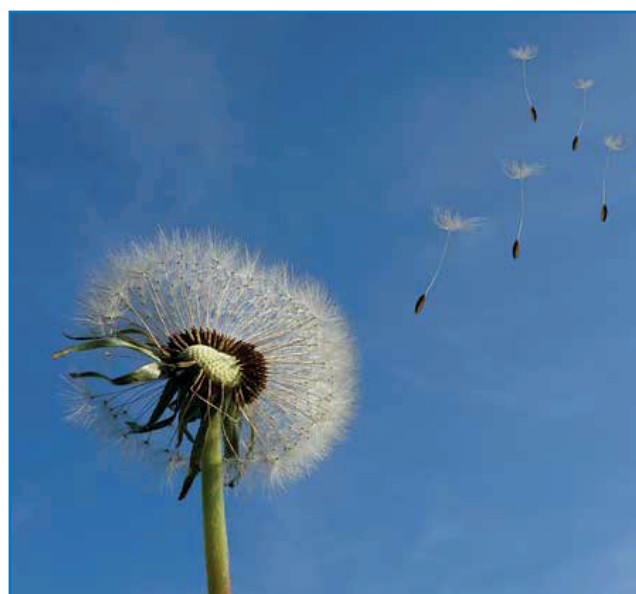
Hambre
cero



Educación
de calidad



Ciudades y
comunidades
sostenibles



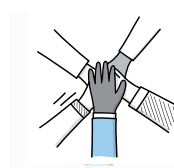
Focalización

Pregunte a su grupo lo siguiente.

- ¿Cómo se mueven las semillas de las plantas?
- ¿Cómo se mueven las semillas de los pinos, los cipreses y otras plantas que no producen frutos?
- ¿De qué le sirve a las plantas que sus semillas se dispersen?
- ¿Cuál es la diferencia entre dispersión de semillas y polinización?
- ¿Cuáles son algunos aspectos en común de los procesos de dispersión y polinización en plantas?

Exploración

Invite a sus estudiantes a realizar la siguiente actividad con el fin de conocer las estrategias de dispersión de algunas plantas.



Colaboración

Materiales

- Platos
- Cuchillo
- Ventilador
- Muñecos de peluche
- Palangana con agua
- Palillos de dientes o pinzas

1. En un área natural, recorrer una distancia de 200 metros buscando en el suelo frutos y semillas de plantas silvestres.
2. Disponer los frutos sobre una mesa y mencionar cómo creen que son las semillas que contienen. Asimismo, indicar cuántas semillas creen que poseen esos frutos (una, menos de cinco, entre seis y quince, más de 20).
3. Partir los frutos y observar las semillas. ¿Son como las imaginaron? ¿Tienen más o menos semillas de lo que creían?



Estilos de vida saludables



Comunicación

4. Transferir las semillas de cada fruto a un plato con ayuda de los palillos de dientes o de las pinzas, con el fin de contarlas. Observar si hay una relación entre las características de los frutos y las de las semillas.
5. Observar las características de los frutos y de las semillas y mencionar cómo creen que se transportan de un lugar a otro.
6. Separar en grupos las semillas que creen que se dispersan por el viento, el agua o adheridos de alguna manera al cuerpo de los animales.
7. Comprobar sus predicciones de la siguiente manera: colocar en la palangana aquellas que creen que se dispersan por medio del agua y observar su capacidad para flotar. Aquellas que creen que son dispersadas por el viento, colocarlas frente a un ventilador y observar si se mueven fácilmente. Las que piensan que son transportadas por el pelo de los animales, dejarlas caer encima del muñeco de peluche y observar si se adhieren al material.
8. Anotar sus observaciones en un cuadro como el siguiente.

Mecanismo de dispersión	Nombre de la planta	Dibujo del fruto o de la semilla

Reflexión y contrastación

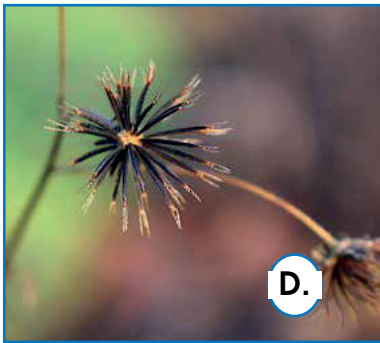
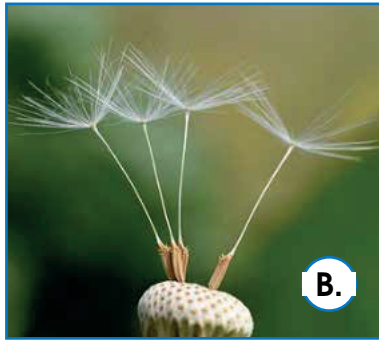
1. Solicite a sus estudiantes que contrasten las predicciones que plantearon sobre el número de semillas y los mecanismos de dispersión con los resultados obtenidos. Aporte la siguiente información para el análisis.

Mecanismo de dispersión	Características de los frutos o las semillas	Ejemplos
Viento	Las semillas son muy livianas, la mayoría muy pequeñas, se ven casi como polvo. Pueden tener estructuras similares a paracaídas o pelos.	Diente de león, zacate
Explosión	Los frutos de algunas plantas son vainas o estructuras similares. Estas explotan cuando están secas.	Brócoli, algunos tipos de frijoles
Agua	Algunas de estas plantas crecen en o cerca del agua. Los frutos y las semillas son capaces de flotar.	Lirio de agua, palmeras
Animales	Algunos frutos dispersados cuentan con ganchillos u otras estructuras que se adhieren al cuerpo de los animales. Otros frutos poseen colores y sabores muy atractivos para los animales. Cuando estos se los comen, las semillas pasan fácilmente por su tracto digestivo y son expulsadas en las defecaciones.	Higuerones, aguacatillo

2. Pídales que formulen conclusiones sobre la relación entre el tamaño del fruto y el número de semillas, y sobre el mecanismo de dispersión y las características de los frutos y las semillas.
3. Solicite que cuenten las semillas encontradas por cada mecanismo de dispersión, con el fin de determinar cuál es el tipo de dispersión más frecuente. Deben analizar si ese dato les da pistas sobre las características del ecosistema del cual provienen esas plantas.
4. Muestre a sus estudiantes las siguientes imágenes. Solicíteles que determinen el mecanismo de dispersión de los frutos o las semillas.



Pensamiento sistémico



5. Alternativamente, puede recoger varias semillas de los alrededores del centro educativo para realizar esta actividad. ¿Cuáles creen que viajarán una distancia mayor de la planta madre?; ¿cuál mecanismo de dispersión creen que es más eficiente?; ¿cómo lo podrían comprobar?

Aplicación

1. Divida la clase en subgrupos de cuatro personas (asigne las funciones de coordinador científico, encargado de materiales, vocero y secretario). Cada subgrupo "diseñará" una "semilla", teniendo en mente cuál es el agente dispersor. Los estudiantes pueden utilizar papel, goma, crayolas, cintas y velcro para fabricarla.
2. Invítelos a salir al aire libre y a observar qué tan bien se dispersa su "semilla". Recomiéndeles anotar qué mejoras podrían hacer a su modelo para que se disperse a una distancia mayor.
3. Analicen cuál es la importancia de la dispersión de frutos y semillas en los bosques tropicales, y cómo la alteración de los ecosistemas puede ser un obstáculo para este proceso.



Competencias para la vida



Creatividad e innovación



Competencias para la ciudadanía responsable y solidaria

Ejemplos de implementación en el campo		
Año	Criterios de evaluación	Implementación
Sétimo	Debatir acerca de las implicaciones de los avances de la ciencia y la tecnología, sobre la población de los seres vivos y los otros recursos que ofrece el ambiente. (eje temático II).	Expliquen cómo la urbanización y la deforestación asociadas a la creación de algunas industrias tecnológicas eliminan el hábitat natural de muchas plantas silvestres y pueden interrumpir el proceso de dispersión de las semillas.
Octavo	Distinguir las fases del ciclo celular y su relación con la regeneración de tejidos, tomando en cuenta el aprovechamiento de los recursos que utiliza la célula (eje temático I). Identificar las formas y transformaciones de la energía en diferentes actividades, que se realizan en la vida diaria (eje temático II).	Observen el interior de distintas semillas. Identifiquen los cotiledones y expliquen su función como almacén de nutrientes. Establezcan la relación entre el ciclo celular y el crecimiento y desarrollo de las plantas a partir de la germinación. Identifiquen las formas de energía y las transformaciones de energía involucradas en la dispersión de frutos y semillas; por ejemplo, la energía eólica del viento mueve las semillas livianas y las semillas adheridas al pelo de los animales son transportadas gracias a la energía mecánica de estos organismos. La energía potencial de una semilla se transforma en energía cinética cuando es transportada por el viento.
Noveno	Describir el aprovechamiento sostenible de los tejidos y órganos vegetales, como recursos importantes para la especie humana y otros seres vivos (eje temático II).	Argumenten cuál es la utilidad de los frutos y las semillas que encontraron para los seres humanos y los animales silvestres que habitan en el área explorada. Comenten cómo los animales silvestres ayudan a la reproducción de esas plantas.

Año	Criterios de evaluación	Implementación
Décimo	<p>Formular explicaciones a partir de las observaciones críticas de los seres vivos o de la información disponible de la interconexión entre las adaptaciones de las especies y el hábitat (eje temático I).</p>	<p>Identifiquen en los frutos y las semillas que encontraron, algunas adaptaciones que poseen las plantas para llevar a cabo la función de reproducción.</p> <p>Observen cuáles son las especies de plantas más abundantes del sitio visitado. Analicen si la forma de dispersión de los frutos y las semillas de esas plantas se podría relacionar con el tamaño de sus poblaciones.</p>
Undécimo	<p>Analizar los cambios secuenciales de las comunidades, los procesos de recuperación y restauración de los ecosistemas (eje temático III).</p> <p>Explorar las estrategias locales de recuperación y restauración natural de los ecosistemas (eje temático III).</p> <p>Justificar acciones humanas que inciden en la permanencia y rehabilitación de los ecosistemas (eje temático III).</p>	<p>Examinen las semillas de las plantas que encontraron en los lugares más abiertos: ¿cuáles son de plantas que se consideran "pioneras"? ¿cómo se dispersan?</p> <p>Analicen cuáles características de las semillas y los frutos de las plantas pioneras permiten una rápida colonización de sitios que han sufrido una alteración.</p> <p>Analicen cuáles son las ventajas de la restauración natural de los ecosistemas. Describan cómo la dispersión de las semillas contribuye a la restauración natural al ser clave en el proceso de sucesión ecológica, y en el mantenimiento de la conectividad de los hábitats y de la diversidad genética.</p>

Líquenes: una sociedad exitosa

Descripción de la actividad

Por medio de la observación de líquenes en su hábitat natural se reconocerán las principales formas que presentan estos organismos, así como los sustratos donde pueden crecer.



Salud y bienestar



Educación de calidad



Vida de ecosistemas terrestres



Focalización

1. Muestre en clase un sustrato en el que haya un líquen. Pídale al grupo que lo observe y mencione a qué reino biológico pertenece ese ser vivo. Anote las respuestas distintas. A continuación, infórmeles que lo que observaron es un líquen, organismo formado por la estrecha relación, o simbiosis, entre un hongo y un alga. Pregunte cuáles otras relaciones simbióticas conocen.
2. Proporcióneles la siguiente clasificación de líquenes según su forma.

Clasificación de líquenes según su forma



Los líquenes **crustáceos** semejan una costra o una mancha de pintura.



Los líquenes **foliosos** poseen lóbulos que los hacen parecerse a las hojas de una lechuga.



Los líquenes **fruticulosos** parecen un arbusto diminuto o una barba.

3. Solicite que respondan las siguientes preguntas.

- ¿En qué lugares han visto un líquen?
- ¿Por qué creen que existe este tipo de uniones entre hongos y algas? ¿Se benefician o se perjudican de esa relación?
- ¿Para qué utilizarán los líquenes otros organismos de la naturaleza?



Aprender a aprender

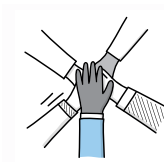
Exploración

Divida la clase en subgrupos de cuatro personas (asigne las funciones de coordinador científico, encargado de materiales, vocero y secretario) para llevar a cabo la siguiente experiencia.

Materiales

- Lupas
- Cuaderno
- Guías de líquenes (opcional)
- Cámara fotográfica (opcional)

1. En un área natural, recorrer una distancia de 100 metros para buscar líquenes en dos distintos sustratos: rocas y corteza de árboles.
2. Observar las características de los sustratos donde se encuentran los líquenes.



Colaboración

3. Anotar el tipo de sustrato en el que crecen los líquenes. Si es en el tronco de un árbol, indicar si la corteza es lisa o rugosa.
4. Observar un líquen con detenimiento. ¿Se pueden distinguir por separado el hongo y el alga que lo forman? Anotar en el cuaderno de qué manera podrían, personalmente, identificar un líquen, sin confundirlo con una planta.
5. Usar un cuadro como el siguiente para registrar los datos.

Número de observación	Forma del líquen	Sustrato donde crece	Otras características
1			
2			

Reflexión y contrastación

1. Solicite a los estudiantes que expliquen cómo lograron hacer la diferencia entre un líquen y una planta.
2. Indíqueles que cuenten el número de líquenes según su forma. ¿Cuál fue la forma más abundante?
3. ¿Observaron alguna relación entre la forma y el sustrato donde crecen? Oriéntelos en la elaboración de un gráfico que muestre la abundancia de líquenes según el sustrato donde crecen.
4. Comparta la siguiente información sobre los líquenes.



Pensamiento sistémico

A la simbiosis entre el hongo y el alga del líquen se le denomina mutualismo: en esta relación ambos organismos se benefician porque el alga le provee al hongo los nutrientes que fabrica en la fotosíntesis, mientras que este le ofrece al alga un sustrato donde vivir y le ofrece protección contra la desecación y los rayos ultravioleta del Sol.

Al contribuir en la absorción de dióxido de carbono, los líquenes intervienen en el ciclo del carbono. Además, atrapan contaminantes del aire, sirven de alimento y hábitat para diversos animales, los pueden usar las aves en sus nidos y protegen los árboles contra lluvias y vientos fuertes. Los seres humanos utilizan algunos líquenes en la fabricación de remedios para tratar infecciones por hongos, úlceras y quemaduras. También se usan como alimento, decoración y en la elaboración de tintes, perfumes y repelentes contra insectos, entre otros.



Competencias para la vida



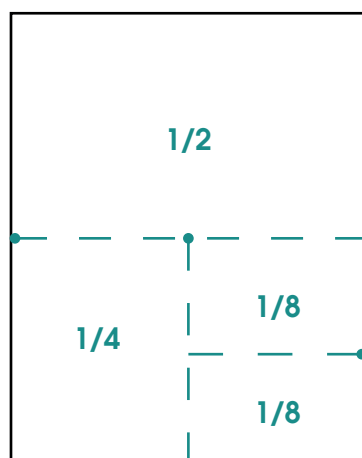
Competencias para el empleo digno

Aplicación

1. Explique al grupo que los líquenes también se pueden utilizar como bioindicadores, es decir, organismos que por su gran sensibilidad a los cambios del entorno pueden ser empleados para evaluar la salud de un ecosistema. Esto se debe a que los contaminantes del aire pueden penetrar fácilmente en las células del alga y del hongo; de esta manera, cuando en el aire hay muchos contaminantes, pueden morir o detener su crecimiento. Los líquenes crustáceos toleran más la contaminación, por lo que los foliosos y los fruticulosos son mejores indicadores de la presencia de contaminantes.

2. Invite a los subgrupos a realizar la siguiente experiencia para utilizar los líquenes como bioindicadores.

- a. Confeccionar un medidor de la superficie que cubre un líquen. Para ello, tomar una hoja tamaño carta (A4) o una hoja de acetato para filmina. Marcar en ella las siguientes líneas divisorias:



- b. Seleccionar dos sitios: uno al lado de la carretera y otro en un área natural, de preferencia lejos de la calle. Formular una hipótesis y una predicción sobre las formas y la abundancia de los líquenes que se observarán.
- c. En cada lugar, observar y anotar cuál es la forma más abundante de líquenes.
- d. Seleccionar, en cada sitio, tres árboles cubiertos con líquenes. Con la hoja A4, medir la superficie aproximada que cubren; por ejemplo, $1/2$ o $3/8$. Anotar la forma y las medidas en una tabla.
- e. Comparar las observaciones. Determinar qué tipo de líquenes, según su forma, cubrirían una superficie mayor.
- f. Elaborar conclusiones en relación con lo que los resultados pueden indicar sobre la calidad del aire en los sitios donde se realizó la experiencia.
3. Plantee a sus estudiantes la posibilidad de organizar un muestreo de líquenes cada año, con la participación de más personas de la comunidad. Analicen de qué manera esta forma de ciencia ciudadana podría contribuir al conocimiento de la salud del ambiente y a su protección.
4. Solicite a los estudiantes que analicen por qué la extracción de grandes cantidades de líquenes, de manera ilegal, puede disminuir las poblaciones de estos organismos y afectar los ecosistemas.



Ejemplos de implementación en el campo		
Año	Criterios de evaluación	Implementación
Sétimo	Explicar la diferenciación de las células procariotas, eucariotas, animal y vegetal y la relación con el aprovechamiento de los recursos disponibles en su entorno (eje temático I).	En la Focalización comparen las características de las células de las algas y los hongos en cuanto a la composición de la pared celular y las organelas que contienen. Identifiquen las similitudes y las diferencias de las células de estos organismos con las células vegetales y animales.
Octavo	Identificar la estructura y funciones de los componentes de la célula, que le permiten utilizar los materiales de su entorno (eje temático I).	Identifiquen los componentes de las células de las algas y de los hongos que hacen posible que ambos tipos de organismos puedan establecer una relación de mutualismo (el alga provee productos de la fotosíntesis, y el hongo, un medio con minerales y humedad para el desarrollo del líquen).
Noveno	Apreciar la organización de las células en la conformación de los tejidos, órganos y sistemas, como parte de la conservación y aprovechamiento de la biodiversidad (eje temático II).	Los líquenes son utilizados como indicadores de la calidad del aire, debido a que son organismos muy sensibles a la contaminación ambiental. Argumenten por qué hay mayor variedad de líquenes en sitios cercanos a los bosques que en lugares próximos a las carreteras. Expliquen los beneficios de utilizar estos organismos como bioindicadores. Analicen cómo afecta al ambiente la extracción ilegal de líquenes, considerando que son organismos que se desarrollan lentamente.

Año	Criterios de evaluación	Implementación
Décimo	Argumentar la interrelación entre las diversas formas de vida y el entorno biofísico (eje temático I).	<p>Observen cuáles formas de líquenes son más frecuentes en el sitio visitado. Determinen si existe alguna relación entre los sustratos (troncos, rocas) y las formas de los líquenes que crecen sobre ellos.</p> <p>Describan si los líquenes son más abundantes en los sitios iluminados o en los oscuros, y si consideran que requieren hábitats más húmedos o más secos. Con base en lo observado, hagan una lista de los componentes bióticos y abióticos que los líquenes necesitan para vivir.</p>
Undécimo	<p>Analizar las principales interconexiones entre individuos de la misma población y con poblaciones de especie diferente (eje temático I).</p> <p>Analizar los cambios secuenciales de las comunidades, los procesos de recuperación y restauración de los ecosistemas (eje temático III).</p>	<p>Los líquenes son organismos pioneros por su capacidad de colonizar sustratos como las rocas. Analicen su función ecológica en el ecosistema.</p> <p>Busquen un líquen que crezca sobre un tronco. Describan la relación de comensalismo que existe entre el líquen y la planta donde crece. Observen cada uno de los líquenes que encontraron, descríbanlos y argumenten si muestran más características de un alga o de un hongo.</p> <p>Describan la relación interespecífica entre el alga y el hongo de un líquen. Expliquen por qué en esta relación el beneficio es mutuo, es decir, qué obtiene cada organismo de esta asociación.</p>

Bibliografía

Referencias

- Charpak, G., Lena, P., & Queré, Y. (2006). *Los niños y la ciencia: la aventura de La mano en la masa*. Siglo XXI.
- Harlen, W. (2013). *Evaluación y Educación en Ciencias Basada en la Indagación: Aspectos de la Política y la Práctica*. Global Network of Academies (IAP) Science Education Programme.
- Lawson, A. E. (2002). *Science teaching and development of thinking*. Thomson Learning.
- Ministerio de Educación Pública. (2017a). *Programa de Estudio de Biología. Educación Diversificada*. Autor.
- Ministerio de Educación Pública. (2017b). *Programa de Estudio de Ciencias. Tercer Ciclo de Educación General Básica*. Autor.

Bibliografía consultada

- Barell, J. F. (Ed.). (2007). *Why are School Buses Always Yellow?: Teaching for Inquiry, PreK-5*. Corwin.
- Barrantes-Barrantes, E. A., & Méndez-Estrada, V. H. (2016). Riqueza del recurso hídrico y su relación con la cubierta vegetal en la Reserva Forestal Grecia, Alajuela, Costa Rica. *Cuadernos de Investigación*, 8(1), 11-15.
- Hanson, P., & Nishida, K. (2016). *Insects and other arthropods of tropical America*. Comstock Publishing Associates.
- Hanson, P., Springer, M., & Ramírez, A. (2010). Introducción a los grupos de macroinvertebrados acuáticos. *Revista de Biología Tropical*, 58, 3-37.
- Hawksworth, D. L., Iturriaga, T., & Crespo, A. (2005). Líquenes como bioindicadores inmediatos de contaminación y cambios medio-ambientales en los trópicos. *Revista Iberoamericana de micología*, 22(2), 71-82.
- Johnson, E. A., & Catley, K. M. (2005). *La Vida en la Hojarasca*. American Museum of Natural History, Center for Biodiversity and Conservation. <https://www.amnh.org/content/download/35189/518929/file/la-vida-en-la-hojarasca.pdf>.

Juno, E., & Pool, J. (23 de septiembre de 2020). *How Forests Near or Far Can Protect Water for Cities*.
<https://www.wri.org/insights/forests-near-or-far-can-protect-water-cities>.

Pearce, M. K., & Lee, T. D. (2021). Comparing Teaching Methods in an Environmental Education Field Trip Program. *Journal of Interdisciplinary Teacher Leadership*, 5(1), 1-22.

Sbarbati, N. (2015). Educación en ciencias basada en la indagación. *Revista Iberoamericana de Ciencia, Tecnología y Sociedad*, 10(28), 11-21.

Schumaker Chadde, J. (2014). *Macroinvertebrates as Bioindicators of Stream Health*.
<http://wupcenter.mtu.edu/education/stream/Macroinvertebrate.pdf>

Springer, M., Vásquez, D., Castro, A., & Kohlmann, B. (2007). *Bioindicadores de la calidad del agua. Guía de campo*. Universidad EARTH.

The INQUIRE Consortium. (2013). *Inquiry-Based Science Education Activities: The INQUIRE Lesson Plans*. BGCI.

Fotografías e imágenes

De Freepik: azerbaijan_stockers, brgfx, Erick_Karits, freepik, Harryarts, macrovector, rawpixel.com, upklyak y wirestock.

De Pixabay: analogicus (Tom), Brett Hondow, CJ, Daniel Roberts, Dirk (Markdebuerger), ekamelev, Hans, Jacques Gaimard, Jerzy_Górecki, jolande, kay, Lukas, Meria_Partanen, Michael Schwarzenberger, Natfot, PublicDomainPictures, Ralf Siebeck, Robert Owen-Wahl, robinsonk26, Stefan Schwehofer, stocksnap, strh y TMF-ASSO.