



Organización
de las Naciones Unidas
para la Educación,
la Ciencia y la Cultura



Convenio sobre la
Diversidad Biológica

Kit 
pedagógico
sobre
biodiversidad



Volumen 2

Actividades



The background features a light gray collage of various elements: a house, a bridge, a jellyfish, a bird, a star, a tree, a turtle, a dolphin, a child, and a deer. The text is overlaid on this collage.

Kit
pedagógico
sobre
biodiversidad

Volumen 2

Actividades

Obra publicada en 2017 por la Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura (UNESCO) – 7, place de Fontenoy – 75352 París 07 SP (Francia).

© UNESCO 2017

ISBN 978-92-3-300057-5



Obra disponible en libre acceso bajo la licencia Attribution-ShareAlike 3.0 IGO (CC-BY-SA 3.0 IGO) (<http://creativecommons.org/licenses/by-sa/3.0/igo/>). Al utilizar el contenido de la presente publicación, los usuarios aceptan las condiciones de utilización del Archivo UNESCO de acceso abierto (<http://fr.unesco.org/open-access/terms-use-ccbysa-fr>).

Los términos y denominaciones utilizados en esta publicación, así como la forma de presentación de los datos contenidos en ella, no implican juicio alguno por parte de la UNESCO sobre la condición jurídica de países, territorios, ciudades o regiones, ni sobre sus autoridades, ni respecto del trazado de sus fronteras o límites.

Las ideas y opiniones expresadas en esta publicación son de la exclusiva responsabilidad de sus autores y no reflejan necesariamente el punto de vista de la UNESCO, ni comprometen a la Organización.

Coordinación de la publicación y la edición: Salvatore Aricò

Supervisión científica y técnica: Bernard Combes (educación y pedagogía), Victor Scarabino y Gilles Bœuf (biodiversidad)

Redacción: Héléne Gille

Búsqueda iconográfica y contribuciones complementarias al texto: Bárbara Ávila y Marine Wong

Coordinación administrativa y cooperación: Nataša Lazić

Control de calidad: Carl Vannetelbosch y Bárbara Ávila

Diseño de cubierta y maquetación: Mirian Querol y Marie Moncet

Composición e impresión efectuadas en los talleres de la UNESCO.

La organización impresora ha obtenido la homologación Imprim'Vert R, expedida en el marco de la iniciativa adoptada por la industria francesa de la imprenta en favor del medio ambiente.

Publicación impresa en Francia

Índice

Preámbulo	4	4. Explorar el patrimonio cultural intangible de las comunidades agrícolas locales	46
Prefacio	5	5. Explorar la simbología cultural de las plantas	47
Actividad 1		6. Proponer una fase de expresión libre a partir del estudio realizado sobre el tema	48
Primer inventario de la biodiversidad: animalarios y herbarios	6	Actividad 9	
1. Introducción a la taxonomía	6	Tabla de la agro-diversidad ¿una fábrica de producción sostenible?	49
2. Crear animalarios y herbarios	7	1. Enumerar los productos alimentarios de origen vegetal y animal que se cultiven, cosechen y consuman localmente	49
3. Afinar la investigación y las herramientas en función de las especies	8	2. Identificar el lugar y la periodicidad de la producción y elaborar un calendario de las temporadas de los productos	51
4. Organizar la presentación de los herbarios y animalarios	10	3. Calificar el modo de producción de los alimentos y su impacto en el ecosistema y la biodiversidad	53
Actividad 2		4. Evaluar el estado final de los servicios de abastecimiento de alimentos de los ecosistemas de la región	55
Gran esquema ilustrado del tejido vivo	11	Actividad 10	
1. Explicar la imagen de la biodiversidad como el tejido vivo	11	Preparación de fichas comparativas a partir de los servicios de apoyo y de regulación	56
2. Colocar las bases de un gran esquema piramidal del tejido vivo	11	1. Escribir las bases de un primer guión que describa el mantenimiento de los servicios de apoyo y de regulación cuando las condiciones son favorables	56
3. Elaborar la pirámide de la vida en detalle, de debajo hacia arriba	13	2. Realzar el papel funcional de los hongos en los servicios ecosistémicos que forman el eje del guión	58
4. Reconocer en la pirámide el flujo de energías	15	3. Elaborar un segundo guión que describa la degradación de los servicios de apoyo y regulación como consecuencia del declive de los hongos	60
Actividad 3		4. Cotejar los dos guiones y extraer ciertas conclusiones	61
¿En dónde vive cada especie?	17	Actividad 11	
1. Objetivos y resumen	17	Diálogo y movilización en torno a la agricultura sostenible	62
2. Proceso	17	1. Iniciar el debate en torno a aspectos distintos de la conservación de la agricultura	62
Actividad 4		2. Concentrarse en la conservación de la biodiversidad local	63
Escenificación de la especie en su nicho	20	3. Establecer el vínculo entre la conservación de la biodiversidad y la práctica agrícola mejorada	65
1. Abordar el concepto de nicho ecológico	20	4. Abordar la gestión de la agricultura sostenible y la biodiversidad por las instancias políticas	66
2. Ilustrar con imágenes el nicho ecológico de una especie	21	5. Hacer hincapié en las medidas concretas que apoyan la agro-biodiversidad y las iniciativas en materia de agricultura sostenible	67
3. Preparar el relato animado	22	Actividad 11 bis	69
4. Lograr la supervivencia de la especie en su nicho ecológico	25	Diálogo y movilización en torno a la ganadería	69
Actividad 5		Actividad 11 ter	71
El planisferio de los biomas	26	Diálogo y movilización en torno a la silvicultura sostenible	71
1. Presentar la noción de bioma	26	Actividad 12	
2. Aprender a distinguir y situar los grandes biomas terrestres	27	El jardín escolar, un jardín biodiverso	73
3. Destacar la distribución de los biomas y su relación con la biodiversidad	28	1. Determinar la ubicación del jardín escolar y evaluar las condiciones del terreno	73
Actividad 6		2. Enriquecer el suelo previendo los cultivos	74
El fresco de las regiones	30	3. Introducir plantas leñosas en la parcela	75
1. Introducir la relación con el paisaje local	30	4. Establecer los cultivos en el jardín	76
2. Explicitar la noción de región	31	5. Apoyarse en los organismos auxiliares en la lucha contra los organismos dañinos	78
3. Visitar la región y aprender a "leerla"	32	6. Velar por la protección y la conservación de los polinizadores salvajes	79
4. Restituir el descubrimiento de la región a través de un fresco	33		
5. Comprender las consecuencias del abandono de las regiones y de un paisaje deteriorado	34		
Actividad 7			
El juego de las especies, los servicios y los productos	35		
1. Determinar los servicios directos que proporcionan los ecosistemas a las poblaciones	35		
2. Servicios de regulación y de apoyo	38		
3. Definir un código de colores y otro de pictogramas de los servicios ecológicos	39		
4. Definir la biodiversidad como origen y fundamento de los servicios ecosistémicos	40		
5. Destacar la relación especies-servicios-productos mediante el juego de pictogramas	41		
Actividad 8			
Grupos de trabajo sobre la naturaleza inspiradora	42		
1. Constituir grupos de trabajo sobre temas diversos relacionados con la biodiversidad	42		
2. Explorar la dimensión sensorial, relacionada con el placer y estética de los servicios culturales a través de la temática de estudio	43		
3. Explorar los aspectos espirituales de los servicios culturales	44		

Preámbulo

El *Kit pedagógico UNESCO-CDB* sobre biodiversidad tiene como objetivo poner de manifiesto que la biodiversidad es la esencia de la vida, que ella brinda los elementos necesarios como productos alimenticios, fibras textiles y materiales de construcción, además permite el mantenimiento de los servicios ecosistémicos, como la fertilidad de los suelos, y constituye la base de las sociedades, de las culturas y de las religiones.

A partir de textos e ilustraciones, el kit propone un método práctico para ayudar a los estudiantes y a los profesores de secundaria a entender las múltiples dimensiones y los complejos procesos relacionados con la biodiversidad, gracias a su propuesta de aprendizaje e innovadoras actividades prácticas. Presenta además la situación actual de la biodiversidad, y explica como ésta se ve afectada por algunos comportamientos, actitudes y formas de consumo.

Ya que la educación es esencial para el uso sostenible y durable de la biodiversidad y para su conservación, esperamos que los profesores y alumnos encuentren en este kit pedagógico una fuente atractiva y útil para profundizar sus conocimientos sobre la biodiversidad, y que les ayude a ser conscientes de que su conservación es vital para el futuro del planeta.

La presente publicación es una contribución al Decenio de Naciones Unidas sobre la Diversidad Biológica (2011-2020). Es compatible con los principales objetivos del programa de acción sobre comunicación, educación y sensibilización pública de la Convención sobre la Diversidad Biológica (CDB), al cual la UNESCO ha contribuido activamente durante los últimos 15 años, y del Programa de Acción Global para la Educación a favor del desarrollo sostenible, coordinado por la UNESCO. El kit ha sido probado en las escuelas secundarias pertenecientes al Sistema de la Red de Escuelas Asociadas de la UNESCO (réSEAU).

El kit fue preparado en el marco de una iniciativa conjunta del Sector de la Educación y el de las Ciencias Exactas y Naturales de la Organización de Naciones Unidas para la educación, la ciencia y la cultura (UNESCO), en cooperación con la Convención para la Diversidad Biológica (CDB).

Extendemos nuestro sincero agradecimiento al secretariado de la CDB, al Gobierno de Japón, al centro UNESCO Extea, a Beraca y al Comité Nacional francés del MAB, quienes aportaron recursos para la elaboración del presente kit pedagógico como parte de su apoyo a la UNESCO.

Flavia Schlegel
ADG/SC



Qian Tang
ADG/ED



Prefacio



Toma lecciones de la naturaleza, que es donde está nuestro futuro.

Leonardo da Vinci

El presente kit educativo es el resultado del trabajo conjunto de expertos de diversas disciplinas, como la educación, la pedagogía, las ciencias biológicas, la ecología, los idiomas y la diversidad cultural.

A lo largo de este proyecto, hemos tratado de favorecer la interdisciplinariedad, ya que por definición, la biodiversidad —tema central de este manual— cruza todos los sectores de nuestra sociedad. La diversidad biológica habla sobre el pasado (la evolución de la vida en la tierra), del presente (la contribución de la biodiversidad para el bienestar humano), y del futuro (la urgente necesidad de conservarla, ya que sufre erosión y pérdida a todos los niveles en todo el mundo).

¿Por qué se ha desarrollado este kit educativo sobre biodiversidad? Debido a que la interfaz entre la ciencia de la biodiversidad, como los resultados de la Perspectiva Mundial sobre la Diversidad Biológica (PMDB) y el trabajo de la Plataforma intergubernamental científico-normativa sobre diversidad biológica y servicios de los ecosistemas (IPBES) debe ser puesta en conocimiento de todos, más allá de los tomadores de decisiones. De hecho, el futuro de la biodiversidad dependerá de la acción colectiva global de una sociedad instruida, incluyendo la obligación moral de promover el conocimiento tradicional e indígena sobre la biodiversidad.

La UNESCO ha elaborado este manual con atención, tanto en la Secretaría de la Convención sobre la Diversidad Biológica como en la Red de Escuelas Asociadas de la UNESCO (RedPEA). Esperamos que este kit, disponible gratuitamente en tres idiomas (francés, inglés y español), sirva de referencia para que el concepto de biodiversidad, a menudo visto como difícil de entender, pueda ser entendido y aplicado en toda su esencia, sencillez y fuerza de impacto en nuestras vidas y en la sostenibilidad de nuestro planeta. En última instancia, la biodiversidad, más allá de lo que representa una fotografía de la evolución natural de la vida en la tierra y en los océanos, no es más que el resultado de nuestra interacción con la naturaleza que nos rodea. Si llevamos vidas que reflejan los objetivos de desarrollo sostenible, podemos seguir beneficiándonos de la biodiversidad y sus servicios ecosistémicos: la seguridad alimentaria y el acceso al agua; la contribución de la energía renovable y los componentes de nuestros hábitats; la contribución a nuestra salud y bienestar; la protección contra los desastres naturales; y la regulación del clima.

Primer inventario de la biodiversidad: animalarios y herbarios

1. Introducción a la taxonomía

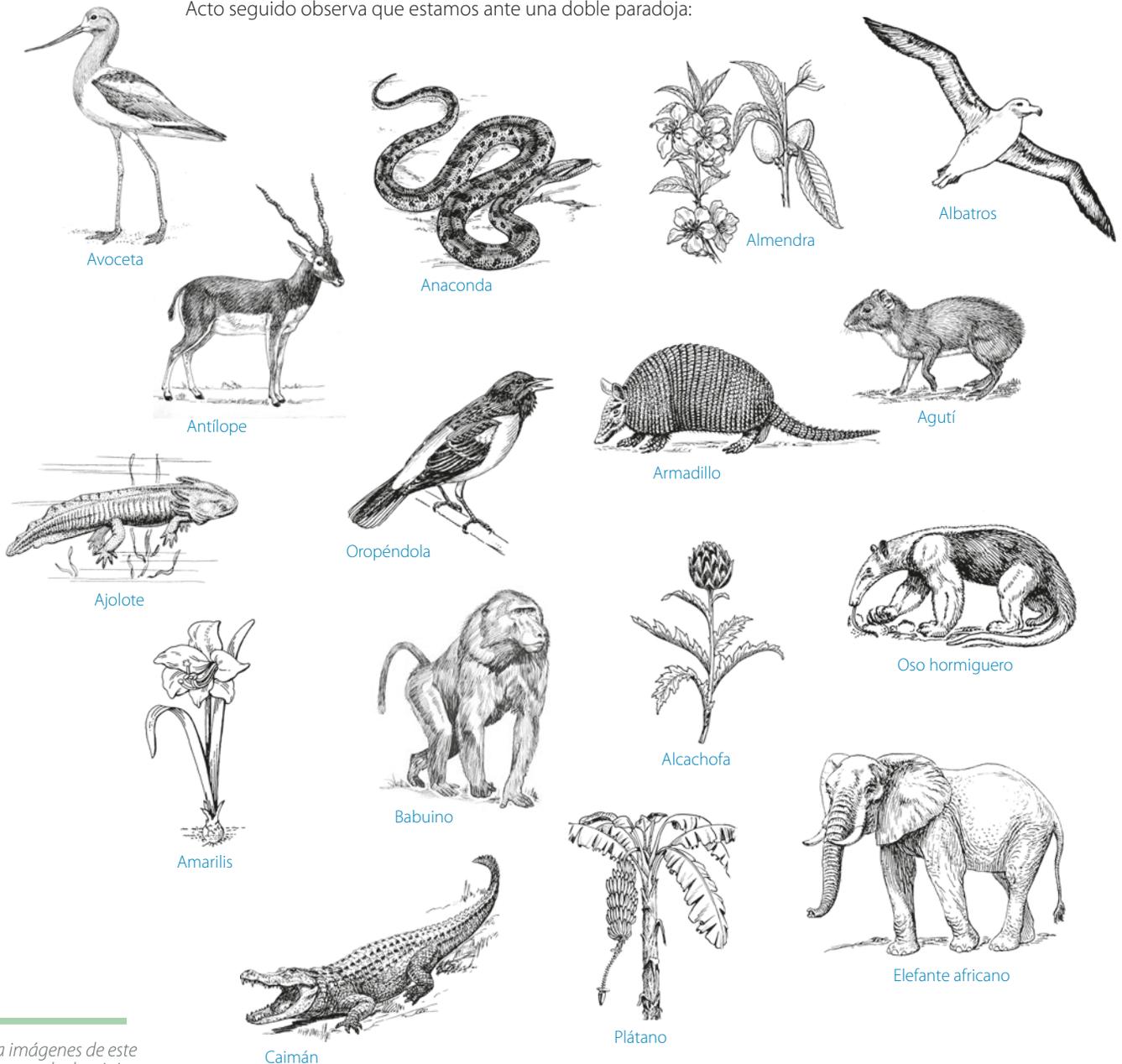
Para empezar la actividad, el profesor explica a la clase que compartimos nuestro planeta con millones de especies. Su diversidad es exuberante y se observa no solo en la gran diversidad de especies, sino también en los individuos, los organismos y las formas, sin olvidar la gran variedad de relaciones que esas especies mantienen entre sí y con el medio.

Este entramado de relaciones es lo que configura los hábitats naturales y los paisajes que nos rodean.

La especie humana pertenece al tejido extraordinariamente diverso que forman los seres vivos y, como toda especie, depende de él para vivir.

El docente señala que sobre este tema hay otras actividades previstas.

Acto seguido observa que estamos ante una doble paradoja:



1. Cada día recurrimos a la biodiversidad, y sin embargo no sabemos gran cosa de ella.
 2. Existe un número extraordinario de especies, estimado entre 5 y 30 millones, en su mayoría desconocidas al día de hoy, pero dotadas de cualidades y características que podrían ser de gran interés. Sin embargo, estas especies están desapareciendo actualmente a un ritmo acelerado sin que hayamos tenido la menor ocasión de conocerlas.
- El/la docente propone entonces aclarar ciertos aspectos del saber científico sobre la biodiversidad. Tras presentar brevemente la taxonomía como parte de la clasificación tradicional de las especies, explica cómo se ha ido perfeccionando en los últimos decenios.
 - A continuación expone de forma esquemática la clasificación heredada de Linneo, la cual clasifica a los seres vivos en 6 reinos: bacterias, arqueos, protistas, hongos, vegetales y animales. Ilustra con ejemplos la forma en que se clasifica a los organismos en grupos de tamaño decreciente, que van del reino a la especie.

Ejemplo: el león.

Reino: animal; Tronco: cordados; Clase: mamíferos; Orden: carnívoros; Familia: félicos; Género: Panthera; Especie: Panthera leo.

- El/la docente explica a continuación, cómo la jerarquía de taxones (o unidades conceptuales en las que se organizan las distintas categorías), permite agrupar a los organismos vivos, indicando el nivel de parentesco entre las especies.

Ejemplo:

*Todos los cordados tienen, en algún momento de la vida, un eje esquelético primordial: la cuerda dorsal.
Todos los "Panthera" rugen.*

- Después prosigue la explicación sobre la importante función del nombre científico que se utiliza para distinguir a las especies. Por su precisión, este nombre sirve para identificar, nombrar y aislar a cada una de ellas; y la clasificación, al identificar a la especie, permite situarla en el tapiz de la vida y saber cómo está conectada o emparentada con las demás especies.

La clasificación, y en particular el inventario de especies, que llamamos "sistemática", es a la vez, un aspecto de la biodiversidad y una herramienta básica para comprenderla, pues permite analizar de forma global a los ecosistemas, a la biosfera y sus funciones e interacciones.

- Llegado a este punto, el/la docente explica que los científicos solo conocen parcialmente la diversidad biológica: existen alrededor de 1.7 millones de especies indexadas, de un total de entre 10 y 30 millones, según una estimación plausible. Una enorme fracción del rompecabezas permanece aún oculta, aunque se ha podido determinar en dónde podría encontrarse.

Entre las especies todavía desconocidas existe seguramente una proporción mayoritaria de invertebrados (en particular insectos y arácnidos) y microorganismos (protistas como las algas unicelulares, hongos, bacterias y virus).

2. Crear animalarios y herbarios

Para empezar, el docente entusiasma a los alumnos a interpretar y a crear herbarios o animalarios, haciendo hincapié en la noción de especie.

Explica que la "especie" es un concepto práctico e interesante, que permite llegar a cierto nivel de discriminación entre los organismos, identificándolos con precisión por sus características físicas, esto es, su morfología, anatomía y fisiología.

La consigna consiste pues en destacar los atributos propios de ciertas familias de especies (no es posible estudiar todas) y después, dentro de esas familias, distinguir los rasgos inherentes a cada especie en particular, elaborando herbarios y animalarios (interpretados) que sirvan para poner de relieve las disparidades entre una familia y otra, y después analizar las características que distinguen a las especies entre sí.

- La clase se divide en grupos, cada uno de los cuales estudiará a las especies accesibles en el medio local, que suelen ser grandes especies, como animales vertebrados o plantas terrestres. También se puede trabajar sobre:

Los animales domésticos, los árboles de la región, las plantas con flores (angiospermas) presentes en la flora salvaje, las plantas comestibles o los insectos.

Si la clase se encuentra en una región costera, un grupo puede elegir los moluscos (gasterópodos, bivalvos).

3. Afinar la investigación y las herramientas en función de las especies

Utilizando diversos medios de registro según las posibilidades de la escuela: fotografía, croquis, pintura, obtención de muestras y restos, así como collages, planchas de secado y planchas táctiles. Recurriendo a documentación o a la observación directa de los animales, los alumnos estudian la configuración anatómica y crean su propio herbario o animalario, subrayando las características de las familias y, dentro de ellas, de ciertas especies.

Ejemplo:

Cánidos: la observación de los perros domésticos, el estudio de material sobre los dingos, chacales o lobos y el registro de las posturas de juego, sumisión (en el caso de los perros) o defensa (belfos retraídos) permite describir el cuerpo flexible y ágil de los cánidos, la longitud de sus miembros que facilitan los desplazamientos, su mandíbula provista de dientes afilados para el consumo de carne, etc.

De igual modo será interesante determinar las características que hacen de los caprinos ágiles escaladores.

- En otras regiones de bosques templados o boreales, siguiendo los consejos de un guía, un grupo de alumnos puede probar las técnicas de acecho y tratar así de sorprender y observar en directo a especies salvajes, como los mustélidos.

Con un poco de suerte, los alumnos podrán observar alguno de estos animales y podrán dibujar el hocico alargado y la silueta oblonga de esos consumados excavadores, o distinguir la robusta complexión en forma de cuña de los tejones -aficionados a explorar galerías espaciosas- o el cuerpo más fino, cilíndrico y flexible de comadrejas y armiños -que acostumbran deslizarse subrepticamente y sorprender a la presa por detrás-. Quizá, a partir de documentación gráfica, puedan reproducir el cuerpo de la nutria, otro temible predador de la familia de los mustélidos, que vive en un medio muy distinto y que presenta características hidrodinámicas que le facilitan la natación subacuática.

- Los alumnos utilizarán igualmente el simbolismo. Así, el animalario puede ilustrar e integrar el aura simbólica del armiño, predador temido y respetado que en invierno exhibe un pelaje inmaculado, lo que a menudo le confiere una posición dominante y una dimensión de pureza en muchas culturas occidentales. En buen número de representaciones icónicas y retratos, los reyes, emperadores y personajes de alto rango aparecen revestidos o tocados de armiño.

Respecto a las plantas con flores, se trata ante todo de determinar su pertenencia a una de las dos clases tradicionales: las monocotiledóneas (plantas cuya semilla germina con una sola hojita primordial, el llamado cotiledón), como el lirio salvaje, la orquídea o el banano; o las dicotiledóneas (cuyo embrión tiene dos cotiledones), que agrupan a muy numerosas familias como las rosáceas, fabáceas, asteráceas, crucíferas, etc.

Los alumnos observan a las monocotiledóneas, fácilmente reconocibles por sus hojas en forma de cinta y su nervadura paralela.

El/la docente aprovecha esta distinción entre las dos clases de vegetales para precisar que las monocotiledóneas constituyen una rama importante del reino vegetal, considerada una evolución irreversible, fruto de la variabilidad genética de una planta dicotiledónea. Después se refiere nuevamente a la jerarquía fija de taxones de la clasificación tradicional, explicando que ha caído en desuso en provecho de una clasificación más reciente basada en la idea de evolución y la noción de ascendencia común, según la cual, todas las especies son el resultado de procesos de *especiación*, es decir, de divergencias, o variantes que han aparecido durante proceso evolutivo de las especies y que las distingue de las que les precedieron.

Los herbarios son una declinación de formas, esto es, de morfologías propias de cada planta según su familia (por ejemplo, los frutos de las fabáceas son siempre vainas, y sus hojas son invariablemente compuestas), o de estructuras anatómicas de los órganos: ciertas familias de plantas, debido a sus estrategias de adaptación al clima, por ejemplo a condiciones de sequía, se reducen a un mero tallo en el que almacenan agua, como es el caso de las cactáceas. En otras la hoja se engrosa para retener el agua, haciéndose carnosas: son las llamadas plantas “suculentas” (por ejemplo las euforbias). Otras crecen formando rosetas o cojinetes para resguardarse del viento glacial de la montaña, como las crasuláceas (la siempreviva) o las saxífragas.

Los herbolarios son un catálogo de colores y formas que nos permiten conocer más sobre las flores. Encontramos siempre los mismos elementos u órganos florales (carpelos, estambres, pétalos y sépalos) dispuestos alrededor de un eje central y formando inflorescencias muy heterogéneas dentro de cada familia y de una especie a otra: flores en espiga, en racimo o en capítulo, flores abiertas y solitarias sostenidas por un tallo, etc.

Más allá de la diversidad de inflorescencias, los alumnos descubren y encuentran similitudes en la configuración de los elementos florales dentro de una misma familia, como ocurre en las fabáceas (construcción de los pétalos), las liliáceas (la corola del lirio salvaje, recuerda al bulbo del tulipán). Las flores muestran en suma una gran diversidad, fruto de su adaptación a cierto grado de luminosidad, a determinado índice de insolación, a un modo particular de polinización y reproducción.

Según los medios disponibles los alumnos pintan o colorean los herbarios (con lápices de colores, lápices de cera blanda, etc.), recurriendo a distintos colores, representando con masas monocromas las grandes corolas, con trazo largo las espigas y con formas más densas los racimos y capítulos, por ejemplo.



Áster



Aciano



Acónito



Aliso (árbol)



Acacia



Aliso marítimo



Alfalfa



Albaricoque

Dentro de una misma familia de flores con corolas desplegadas y fácilmente observables -como las ranunculáceas en el hemisferio Norte-, es interesante observar las disparidades existentes entre distintas especies por detalles plásticos como la gama y la densidad de los colores, o el grosor y la forma de los pétalos; según se trate de plantas de montaña (anémonas, aguileña), acuáticas (calta palustre), hortícolas (clemátides), etc.

4. Organizar la presentación de los herbarios y animalarios

En la última fase de la actividad, los grupos presentan a la clase su animalario o herbario, situando a las especies estudiadas en la clasificación por su pertenencia a un tronco, una clase, un orden y una familia.

Aunque desde luego es importante subrayar las características y disparidades que delatan las diferencias de forma, tamaño y modos de vida observables en los cuadernos y muestrarios, se trata también de ubicar a todas las especies en la inmensa red de los seres vivos.

Todas las especies tienen algo en común, pues comparten las mismas funciones vitales que les permiten seguir viviendo y las inscriben en el tapiz de la vida.

Esas funciones que animan la diversidad biológica son: la respiración, la liberación de energía a partir de los alimentos, la absorción de nutrientes y la expulsión de desechos, el crecimiento, la locomoción y la reproducción.

Un aspecto de la presentación de los grupos consiste en preguntarse: ¿de qué modo las especies encuentran la materia prima necesaria para obtener energía y crecer (absorbiendo alimentos, o luz solar por fotosíntesis)? ¿Cómo regulan la circulación de energía por la respiración o la evapotranspiración? ¿Cómo se reproducen?

¿Cómo cumple cada especie en particular esas funciones de alimentación, respiración y reproducción?

En el curso de las presentaciones los alumnos tratan de responder a una serie de preguntas sobre las especies expuestas: ¿Cuál es el régimen alimentario de las especies animales? ¿Qué órganos utilizan las plantas para llevar a cabo la fotosíntesis, necesaria para la fabricación de glucosa? ¿Sólo realizan la fotosíntesis las plantas terrestres? ¿Qué especies se sirven de pulmones para respirar? ¿De tráqueas? ¿De branquias? ¿Cuál es la función exacta de los estomas en los vegetales? ¿A qué intercambio gaseoso dan lugar? ¿Expulsan desechos las plantas? Los estomas, al hacer posible la respiración, ¿no estimulan igualmente una forma de alimentación por extracción de elementos nutritivos del suelo? ¿Cómo se reproducen las plantas presentadas? ¿Cuál es su agente polinizador? ¿Qué tipo de fruto producen? ¿Cómo logran diseminar sus semillas? ¿Recurren ahí también a un agente diseminador? etc.



Escaramujo



Diente de perro



Hojas decusas



Diente de león



Hojas decurrentes

Gran esquema ilustrado del tejido vivo

1. Explicar la imagen de la biodiversidad como el tejido vivo

En un primer momento, el/la docente utiliza e ilustra la imagen del tejido vivo.

- Lo resume así:

La biodiversidad cubre todas las formas de vida, las de los seres vivos, desde sus órganos a sus organismos; las de los hábitats naturales; se manifiesta en todos los niveles de funcionamiento de la vida, en los sistemas compuestos por los genes, las especies, los ecosistemas y los biomas.

Sobre todo, abarca el conjunto de relaciones e interacciones que vinculan estas unidades de vida entre ellas. ¡La biodiversidad es el tejido vivo del planeta!

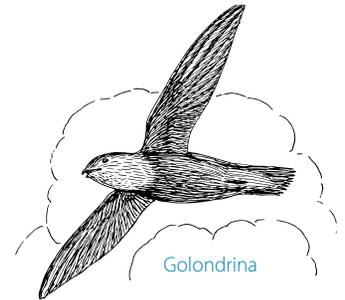
Se puede comprender esta imagen a través de la función vital que conserva la vida de todas las unidades vivas: el flujo de energía a partir de la alimentación.

En un mismo espacio, los seres vivos presentes no son independientes los unos de los otros. Forman entre ellos verdaderas redes compuestas por nudos y mallas, en donde cada nudo de la red corresponde a una especie y conduce a las especies que están vinculadas con ella, y donde cada malla entre los dos nudos de una red, constituye una interacción entre predadores y presas.

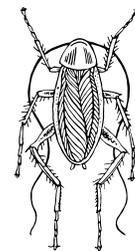
Esto corresponde a un flujo de materia orgánica que va desde lo comido (presa) al que lo come (predador). Como muchas especies consumen distintos tipos de alimentos, participan en varias cadenas alimentarias y entendemos el concepto de **redes tróficas**.

El/la docente concluye así:

Gracias a las cadenas alimentarias y a las redes tróficas de relaciones entre las especies, la materia y la energía necesaria para cada ser vivo pueden circular y se consigue así, mantener el complejo dinámico que constituye el ecosistema.



Golondrina



Cucaracha



Cedro



Sapo



Coyote



Lombriz de tierra

2. Colocar las bases de un gran esquema piramidal del tejido vivo

- Tras esta primera fase de aclaraciones, el/la docente invita a la clase elaborar un gran esquema ilustrado del tejido vivo.
- Precisa que la biodiversidad se ha podido representar así, en forma de redes tróficas que participan en el funcionamiento de los ecosistemas. Las figuras se asemejan a telarañas, a círculos atravesados por redes de flechas que relacionan las especies situadas en la periferia; a esquemas simplificados que muestran la multiplicidad de conexiones entre las especies; pirámides de energía que presentan las distintas especies en función de su nivel trófico, que se estrechan al llegar a la parte superior, a los grandes consumidores, con la pérdida de energía al mismo tiempo en que se transmite.

- Después, el/la docente propone a la clase elegir un gran esquema piramidal del tejido vivo que indique a la vez, la malla de la biodiversidad y el camino seguido por la alimentación y la transferencia de energía.
- Se utiliza un gran trozo de papel vertical que fija a la pared. Es importante conseguir trozos de papel laterales para elaborar determinados puntos complementarios. Previamente, el alumnado reflexiona sobre las cadenas alimentarias que relacionan las especies dominantes de su entorno. Han podido tratarlas por grupos en la actividad anterior.
- A continuación, identifican las diversas cadenas alimentarias que, en general, contienen menos de seis especies, intentando ser lo más precisos que puedan.

Ejemplos:

En las regiones de montañas templadas:

Bistorta vivípara (granos) (Polygonum viviparum) ▶ Topillo nivel (Chionomys nivalis) ▶ Armiño (Mustela erminea) ▶ Águila real (Aquila chrysaetos)

En las regiones de las estepas herbáceas de Sudamérica:

Paja brava (Festuca orthophylla) ▶ Buey argentino (Bos taurus) ▶ Ser humano (Homo sapiens).

- Una vez identificadas las cadenas alimentarias, un número determinado de alumnos/as voluntarios/as se preparan para dibujar las especies a fin de representarlas en el gran esquema piramidal.
- Si se decide representar con fotos las especies que figuran en cada nudo de las redes, o alternar entre dibujos y fotos, otros/as alumnos/as se ocupan de recopilar la documentación previa.
- Se establecen los principios de lectura:

Los vínculos entre las especies que sirven de alimento a otras especies se indican mediante flechas. Las flechas se orientan en el sentido de transferencia de la materia y no en el sentido de la depredación.

Ejemplo:

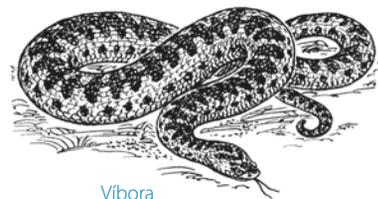
Bistorta ▶ topillo ▶ armiño ▶ águila



Chinchilla



Arándano



Víbora



Águila



Mariposa



Peramélido

3. Elaborar la pirámide de la vida en detalle, de abajo hacia arriba

- Antes de representar, en la base de la pirámide, el primer nivel trófico constituido por los “productores”, que son los vegetales, el/la docente indica que existe una categoría funcional de seres vivos que no se puede clasificar verdaderamente en las redes tróficas, porque intervienen en varios niveles de la cadena de la vida. Se trata de los seres responsables de la descomposición, organismos y microorganismos presentes en el suelo, el agua, la hojarasca que se acumula bajo los árboles, el detritus, las fosas sépticas, cerca de los cadáveres o excrementos, y que transforman la materia orgánica muerta en compuestos minerales.
- Los organismos **descomponedores** desempeñan un papel esencial en los flujos de materia y energía de la vida y se encuentran en cualquier lugar de la biosfera ahí en donde haya restos de materia orgánica a descomponer.
- Después, el/la docente guía a la clase:

Los organismos de descomposición son difíciles de localizar, ya que no están integrados en las cadenas alimentarias, sino que se pueden observar en varios niveles del esquema piramidal de la vida. Se puede optar por señalarlos en un recuadro separado, en la base de la pirámide, o en recuadros y/o lupas colocados lateralmente.

Los organismos descomponedores están constituidos en su mayor parte por microorganismos e invertebrados y son a veces invisibles al ojo humano. En el recuadro separado, en la base de la pirámide, el alumnado coloca de manera indiferente representaciones o fotos recopiladas, recortadas u obtenidas de Internet, de organismos descomponedores presentes en la hojarasca. Pueden ser detritívoros (también llamados saprófagos) entre los invertebrados del suelo: hormigas, ciempiés, lombrices, milpiés, cochinillas (de la familia de los crustáceos), lavas de dípteros, etc. También pueden ser microorganismos de descomposición presentes en el suelo: hongos unicelulares o levaduras, como ascomicetes, micorrizas, bacterias del tipo *Acidianus* o *Acetobacter*, algas unicelulares del tipo *Chlamydomonas*, utilizadas para producir biocombustibles.

- Por encima del recuadro separado, los estudiantes representa la base de la pirámide de la vida, con el nivel trófico de vegetales o **productores**.
- El alumnado destaca la sorprendente diversidad de estas especies en las redes, dando prioridad a las distintas partes vegetales: plantas con hojas en cintas, grandes hojas planas, plantas herbáceas, granos, frutas, piñas, flores, tallos, etc., según las preferencias de las especies del nivel trófico superior.

No se deben olvidar incluir algunos ejemplos de organismos productores entre las plantas acuáticas de su entorno, como las algas microscópicas que forman el fitoplancton.

- El/la docente repasa brevemente el término “productores”:

Debido a una fuerza de “succión”, creada por la pérdida de agua por la evapotranspiración, las plantas actúan como bombas extractoras, absorbiendo el agua y los elementos nutrientes vitales presentes en el suelo.

No obstante, aseguran su propio proceso de crecimiento y fabrican sus alimentos mediante la **fotosíntesis**:

Utilizan directamente la energía del sol para convertir en glucosa el agua y el dióxido de carbono que contienen sus hojas. Una vez fabricada la glucosa mediante la fotosíntesis, las plantas la utilizan como fuente de energía y, siempre por transformación química, la convierten en celulosa, en almidón (granos), en materia vegetal que puede ser utilizada por otros seres vivos. Por lo tanto, son productoras por partida doble: producen sus alimentos y también materia y energía que ponen a disposición de otros.



- El alumnado relaciona esto con los **consumidores primarios** que se alimentan de vegetales, a saber, los animales fitófagos que necesitan una fuente de energía bioquímica procedente de una materia vegetal. Éstos son fáciles de identificar. Su alimentación es muy extensa.
- Los alumnos seleccionan los herbívoros en función de las características de su régimen alimentario y explican las adaptaciones morfológicas correspondientes.

Ejemplos:

Según las latitudes, las cebras, las jirafas, los bisontes de las llanuras, los gamos y las cabras montesas son herbívoros que se alimentan de hierba y brotes. Sus órganos digestivos se han adaptado para maximizar el aporte de energía de una nutrición ingerida en grandes cantidades, pero poco nutritiva.

El régimen alimentario de los granívoros, rico en almidón, requiere también adaptaciones morfológicas o anatómicas de determinados órganos, como un potente pico en el cascanueces moteado (*Nucifraga caryocatactes*) o el verderón europeo (*Carduelis chloris*), o las mandíbulas desarrolladas por las hormigas granívoras (*Messor barbarus*).

- Los animales granívoros, al transportar, devorar, eliminar e, incluso, deglutir los elementos reproductores de las plantas, que son los granos, participan en su diseminación.

El alumnado presenta las funciones ecológicas relacionadas con el régimen alimentario de los herbívoros en desarrollos paralelos al esquema, en los paneles laterales.

Ejemplo:

*El agutí brasileño (*Dasyprocta leporina*), un roedor frugívoro de los bosques tropicales húmedos, devora las drupas del aguaje (*Mauritia flexuosa*) y, después, rompe las semillas para comerse los granos, lo que favorece la diseminación de la planta, que tiene varios especímenes de los que se retiran los frutos de manera abusiva.*

- Independientemente del tipo de entorno natural de la clase, en ninguno de los esquemas representados se pueden omitir los consumidores primarios que se nutren de los vegetales acuáticos. Éstos corresponden a menudo a larvas de insectos, como los mosquitos, y a crustáceos planctónicos.
- En el nivel trófico siguiente, para la clase resulta más difícil identificar si un depredador es un consumidor **secundario** o **terciario**.

Un animal carnívoro que busca una fuente de energía bioquímica procedente de materias animales puede alimentarse de animales herbívoros. De este modo, una rana puede comer saltamontes que, a su vez, se alimentan de plantas. En este sentido, la rana es un consumidor secundario.

Por comparación, una culebra que se alimenta de ranas que comen saltamontes, y que también se alimenta de plantas, es un consumidor terciario.

- El alumnado coloca nuevas flechas cuando los depredadores se revelan como varios tipos de consumidores al mismo tiempo.

De este modo, el oso pardo (*Ursus arctos*), omnívoro, también come bayas, raíces, brotes y peces, así como polillas nocturnas y roedores, mientras que el oso polar (*Ursus maritimus*) es un carnívoro exclusivo, que se alimenta de peces y de focas, incluyendo la foca ocelada (*Pusa hispida*), que come bacalao ártico y crustáceos planctónicos.

- Alumnos y profesores intentan aclarar la noción de super depredador.

De este modo, la distinción anterior sobre las especies de osos, identificando al oso pardo como omnívoro, no contradice su posición en el vértice de la pirámide alimenticia, ya que en edad adulta, no es presa de ninguna otra especie animal y, por lo tanto, no es consumido hasta su muerte, por los organismos de descomposición.

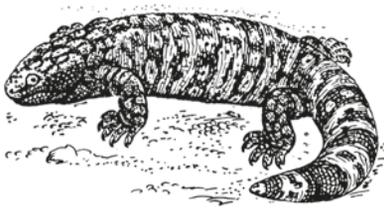
- El alumnado identifica entonces a los *superdepredadores* de su entorno y los ubica en el vértice de la pirámide ilustrada.
- Ponen de manifiesto su utilidad a través de las cadenas alimentarias adecuadas, destacando su papel crucial en la regulación de las poblaciones de especies potencialmente dañinas.

Ejemplos:

El cocodrilo del Nilo (Crocodylus niloticus) contribuye en muchas regiones de África a regular las poblaciones de peces gato, como el tipo ocelado (Auchenoglanis occidentalis) o especies de cíclidos. El búho chico (Asio otus) de Europa actúa sobre el crecimiento excesivo de los hongos terrestres y de los ratones de campo.

- El alumnado no omite la introducción de los animales carnívoros acuáticos, los cuales eligen a sus presas entre otros animales. Por ejemplo las garzas, que se alimentan de peces gato en medios lacustres, o como determinados superdepredadores del medio marino, como las ballenas que, son las reinas absolutas sobre las comunidades biológicas, y que suelen morir de forma natural desempeñando un papel post-mortem considerable para la conservación de la biodiversidad marina y la reproducción de las especies profundas.
- Por último, el esquema ilustra del tejido vivo con abundantes especies. Las flechas que representan las mallas de las redes quedan delineadas de forma muy distintiva y son abundantes.

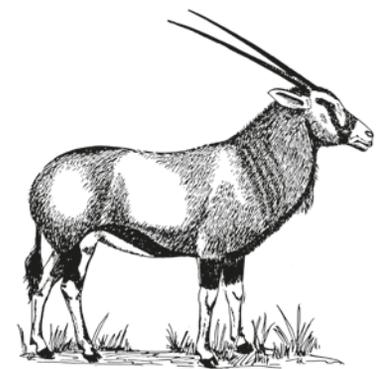
4. Reconocer en la pirámide el flujo de energías



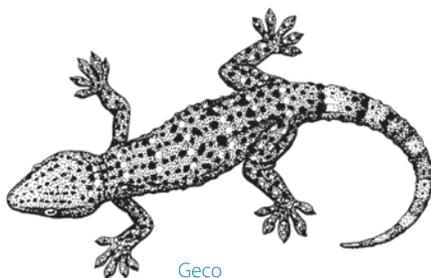
Monstruo de Gila



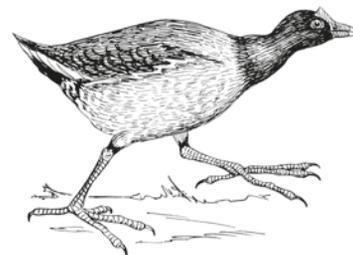
Cálao



Oryx



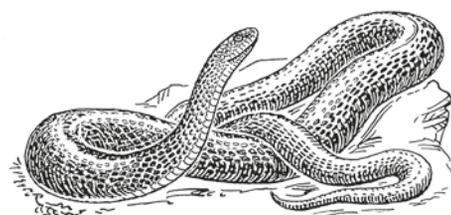
Geco



Polla de agua



Gineta



Mamba negra

- Para terminar, el/la docente pide a la clase que se concentre en la reducción de la pirámide de la vida de la base hacia la punta.

En la base aparecen los productores en gran cantidad.

En el vértice se encuentran los consumidores terciarios, entre los cuales se ubican los *superdepredadores* son poco numerosos y únicamente representan una pequeña cantidad de energía.

- El/la docente explica que el esquema ilustrado del tejido vivo permite evocar una pirámide de energías.

El flujo de energía corresponde a las cantidades de energía que circulan a través del ecosistema.

Lo que la pirámide muestra es que, en cada etapa de un nivel trófico o de una cadena alimenticia, se pierde tanta energía como la que se transmite.

- El/la docente utiliza ejemplos ilustrados en el esquema:

Cuando un depredador acuático (por ejemplo una foca) asimila (come) a varios individuos en un banco de peces (caballas), la energía obtenida en forma de alimento ya no está disponible.

Se pierde y no puede volver a utilizarse.

En ecología se utiliza el esquema variado de una pirámide de energías para representar la energía entrante en el nivel trófico (para aumentar la masa de organismos) y la energía perdida o degradada (a través de la materia asimilada, la materia no consumida en los restos y la pérdida de calor debido a la respiración celular o la digestión).

- El/la docente precisa que la energía perdida es constantemente sustituida en un ecosistema por energía inmovilizada en los restos de organismos que acaban de morir.

Al descomponer la materia muerta, los organismos descomponedores -lombrices, hongos y bacterias- liberan y reciclan sus elementos nutrientes y, simultáneamente, reactivan sin cesar el flujo de energía y de materia que, posteriormente, circulará a través de todos los organismos del tejido vivo.

- En los paneles laterales, el alumnado recuerda el rol permanente de los organismos descomponedores:

Por ejemplo, en el nivel trófico de los superdepredadores, la descomposición de sus propios cadáveres supone la presencia de necrófagos, una categoría de organismos de descomposición "especializados" en cadáveres, como el buitre leonado (*Gyps fulvus*), el buitre negro (*Necrosyrtes monachus*) o ciertas especies de hormigas, según las regiones.

Estas especies, cuyos organismos se adaptan para ingerir cantidades importantes de bacterias saprófitas, son conocidos como los "sepultureros" del ecosistema, trabajan junto con las bacterias en la descomposición de la materia muerta.

La vida esta pues, ligada a la muerte en la biosfera.



Dulcamara



Arándano



Colibrí



Marrubio



Alcaraván

¿En dónde vive cada especie?

1. Objetivos y resumen

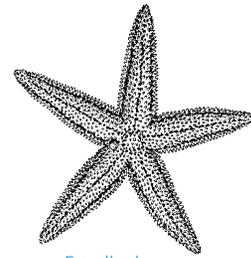
El/la docente guía al grupo de alumnos por las etapas de una primera actividad para determinar las relaciones que los animales, plantas y microorganismos de una comunidad de especies mantienen con sus hábitats respectivos en el ecosistema.

Para ello puede inspirarse en los ejemplos expuestos a continuación, relativos a las regiones templadas y áridas. El objetivo consiste sin embargo en acompañar al grupo al exterior para que descubra la biodiversidad local y en realizar la actividad en relación con el entorno de cada lugar.

Con esta idea, el docente elige una zona cercana que sea representativa del ecosistema.

La clase (docente y alumnos) procede a estudiar a fondo la zona, descubriendo el medio y los hábitats que alberga y llevando a cabo un inventario de las especies presentes.

De vuelta al aula, el grupo dará forma a ese inventario con una representación fotográfica o un dibujo coloreado de la zona elegida, empezando con un paisaje de fondo que represente el medio inorgánico (relieve, espacio, suelo, elementos climáticos) para después dibujar en detalle (o pegar fotos) de las distintas especies de la zona, cada una representada dentro de su propio hábitat.



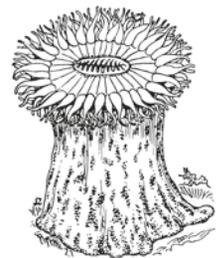
Estrella de mar



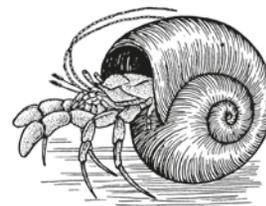
Coral



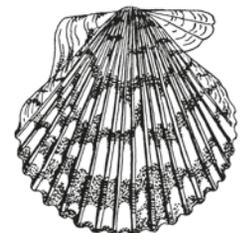
Pólipos



Anémona



Cangrejo ermitaño



Molusco bivalvo

2. Proceso

- Es preferible que la zona elegida sea representativa del ecosistema y a la vez no muy extensa y que presente aspectos diferenciados.

Ejemplos:

- En una zona boscosa de las regiones templadas, puede tratarse de un medio cerrado (bosque, sotobosque) o de un medio abierto (praderas, campos).
- En regiones áridas, se puede delimitar una zona de desierto arenoso o rocoso situado en las cercanías de un estanque o una guelta.
- En un paisaje kárstico se puede estudiar una meseta calcárea seca que domine un valle fluvial.

- Al llegar a la zona elegida, el docente alienta a los alumnos a buscar un punto de vista desde el cual se goce de visión panorámica, situándose a distancia o a cierta altura.
- El grupo elaborará una serie de croquis para aprehender la estructura física del paisaje, formada por elementos lineales y planos.

Algunas preguntas clave son: ¿De qué modo el relieve configura el paisaje? ¿Cuál es la localización de la zona elegida? ¿Está expuesta a la insolación? ¿Dónde están el Norte y el Sur? ¿Hay presencia de agua? ¿Cuál es la naturaleza química del suelo (calcáreo, silíceo)? ¿Cuál es su textura (arenosa, limosa, arcillosa)?

- Para trabajar sobre estos aspectos, el docente puede recurrir a las indicaciones y a los sabios consejos de informadores de la región, ya sean agricultores, guardias forestales, guías o técnicos de medio ambiente.
- De vuelta al aula, y a partir de los bocetos realizados, el grupo dibuja el paisaje en un gran papel desplegado horizontalmente.
- Este paisaje de fondo debe mostrar las grandes líneas del relieve, la división del espacio en elementos planos, la presencia de agua, los puntos cardinales y la naturaleza y textura del suelo.
- En una segunda etapa, la clase recorre de nuevo la zona elegida para hacer un inventario de las especies que componen la **biocenosis**.
- Se determina cuáles son las especies dominantes de cada sub-unidad del medio.

Ejemplo:

En los bosques de las regiones templadas europeas existen, en función del tipo de terreno, muchas especies de árboles de la familia de las fagáceas: el roble común (Quercus robur), el alcornoque (Quercus suber), que sólo crece bien en zonas ricas en sílice, el haya común (Fagus sylvatica), que crece sobre todo a media altitud y gusta de los suelos pardos y los desprendimientos silíceos, el castaño (Castanea sativa), otro árbol majestuoso que huye de los suelos calizos, contrariamente al roble pubescente (Quercus pubescens), que es el árbol de las mesetas calcáreas por excelencia, etc.

- Para trabajar sobre las especies animales, que son más difíciles de observar, el grupo realiza estudios más precisos, mini-investigaciones.

En el sotobosque es más difícil ver a un mamífero, ya sea un conejo, un ciervo o un roedor.

A veces ciertos objetos o rastros constituirán indicios: plumas, huesos, excrementos, madrigueras abandonadas, olores, frutos y piñas a medio roer u hojas perforadas son otros tantos indicios que revelan la presencia o el paso de un animal, su comportamiento o sus relaciones dentro del medio, ayudando con ello a delimitar su área vital.

- En relación con las especies identificadas, es interesante introducir ciertos matices en la noción de 'hábitat'. Se puede hablar de "microhábitats", o de estratificación horizontal de los hábitats.

Esto se puede observar por ejemplo en un medio cerrado boscoso, independientemente del grado de diversidad biológica que albergue el ecosistema en cuestión.

Ejemplo:

En los bosques templados cabe distinguir así entre la fauna del suelo, como caracoles de bosque, cochinillas o milpiés, los insectos xilófagos que colonizan el interior de los troncos, como los escolitinos (cuyas galerías es posible observar) y los insectos que viven sobre el follaje, como el género Orchestes, que ataca y devora las hojas de haya o roble, perforándolas de forma característica.

- El docente evita presentar el hábitat como un lugar aislado y delimitado, describiéndolo más bien como un área en que los organismos cumplen diversas funciones vitales (alimentación, reproducción, etc.), desplazándose a diferentes puntos en los que interactúan con otros organismos para realizar estas funciones. La noción de hábitat abarca la existencia de estos organismos y de estas áreas funcionales, necesarias para la vida de una especie (zona de alimentación, área de descanso, nido, madriguera, área de reproducción).
- Gracias a las indicaciones del docente los alumnos distinguen los diferentes hábitats en su sentido amplio, a veces difícil de delimitar:

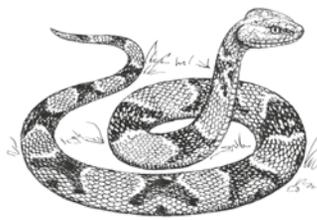
Una especie que en un área determinada deje de encontrar las condiciones necesarias para su supervivencia se desplazará inevitablemente a una nueva zona. A veces elegirá volver al área anterior al cabo de un tiempo, lo que denotará gran movilidad dentro de un vasto territorio.

La capacidad de desplazamiento de las especies es variable, y por ello también lo serán las dimensiones de su hábitat.

Además, ciertas especies dependen de condiciones muy particulares y localizadas, mientras que otras, denominadas "ubicuas", se adaptan a muy diversas situaciones. Es el caso por ejemplo de ciertas mariposas de las regiones templadas, como la nispola (*Coenonympha pamphilus*), que se alimenta de diversas especies de poaceas (o gramíneas) provenientes de distintos medios.

- Los alumnos incorporarán esta información en el paisaje de fondo, por ejemplo representando de forma recurrente a una misma especie en distintos puntos del paisaje.
- De vuelta al aula, los alumnos harán el inventario de las especies que hayan descubierto, (que las hayan visto o detectado indicios de su presencia). Para facilitar este trabajo el profesor recurre a la documentación disponible (libros, fotografías, Internet en ciertos casos).

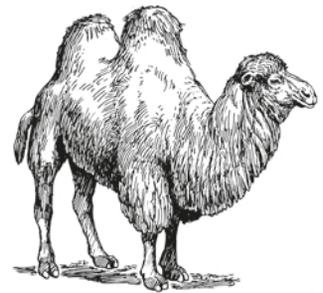
Por último, los alumnos representan a las especies en su hábitat sobre el paisaje de fondo, realizando dibujos detallados o pegando fotografías de las especies en situación real. Conviene mostrar a la especie en detalle, dibujándola en color o completando las fotos de ser necesario y tratando también de representar los hábitats. Los alumnos pueden utilizar ventanas o primeros planos dentro del paisaje de fondo para describir los hábitats a pequeña escala.



Víbora cobriza



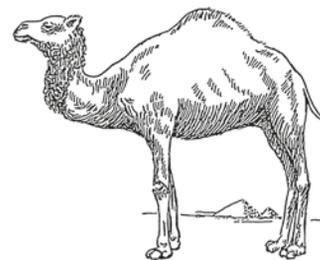
Palma datilera



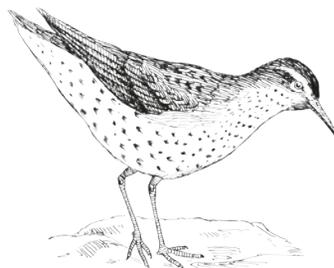
Camello



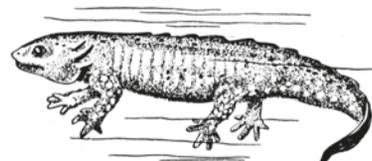
Cactus



Dromedario



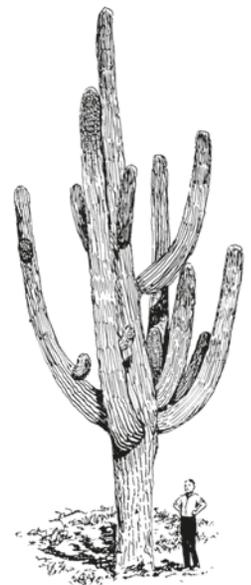
Becada



Salamandra



Iguana



Cactus gigante

Escenificación de la especie en su nicho

1. Abordar el concepto de nicho ecológico

Para presentar el concepto de nicho ecológico el profesor vuelve a la imagen de la biodiversidad como el tejido que forman los seres vivos: el tapiz de la vida.



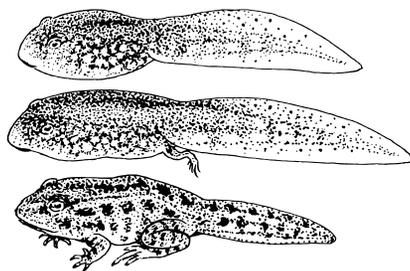
Libélula



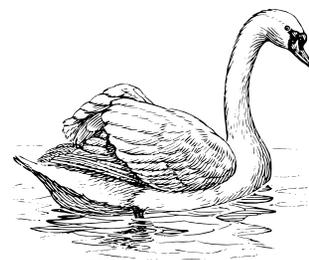
Garzota



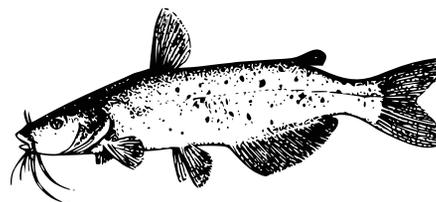
Áloe



Renacuajo



Cisne



Pez gato

- Y prosigue:

Cada eslabón o punto del tejido representa a una especie, que a su vez, está “enhebrada” con otras especies. Cuando un punto del tejido “se rompe”, eso no significa solamente que una especie desaparece, sino que se produce un “agujero”, y a partir de ahí una discontinuidad entre varios eslabones de la red de interacciones de los distintos elementos de la diversidad biológica. El tapiz “se deshilacha”, el agujero se agranda y la falta de una especie tiene consecuencias para el sistema en su conjunto.

Así, el hecho de que una planta con flores desaparezca de un ecosistema influirá en las poblaciones de abejas, mariposas, arañas o saltamontes que se alimenten de ella, y por ende también en los pájaros que se alimenten de esos insectos o de sus larvas, lo que pondrá en peligro las funciones de polinización y dispersión de las semillas que cumplen esos animales en su trajín cotidiano.

Dentro del ecosistema, cada especie tiene su lugar, llamado nicho **ecológico**.

Por “lugar” se entiende a la vez el sitio o espacio que ocupa la especie y la función que desempeña. El concepto de nicho ecológico remite a una imagen activa, dinámica.

- El profesor ilustra esta idea.

Hay una estrecha relación entre la morfología de las especies, su fisiología y el nicho que ocupan, o dicho de otro modo: entre sus características físicas y el espacio en que se encuentran y la función que cumplen en él.

Ejemplos:

En altitud, muchas plantas con flores (anémonas, driadeas, amapolas, gencianas, etc.), “alimentadas” por la potencia de la radiación ultravioleta en altitud elevada y por un alto índice de insolación, despliegan grandes corolas de colores vivos y tornasolados, mientras que las inflorescencias del sotobosque son mucho más “modestas”. Dichas flores de altitud tienen también la función de producir biomasa allí en donde empieza a escasear, aplicando estrategias (sus llamativos colores) para atraer a los insectos polinizadores de las cumbres.

Otro ejemplo: si los mustélidos tienen un hocico alargado es porque su hábitat son los suelos terrestres, y son ante todo animales que escarban el suelo, cumpliendo así, entre otras, la función de removerlo y airearlo.

- El docente resume:

El concepto de nicho ecológico se refiere al espacio ocupado por una especie, y abarca tanto los recursos y condiciones del espacio en cuestión (gracias a los cuales la especie vive y se reproduce en él) como la influencia que ejerce sobre el medio, así como la actividad de esa especie como resultado de sus relaciones de alimentación (depredación, dependencias alimentarias), competencia, simbiosis, etc.

2. Ilustrar con imágenes el nicho ecológico de una especie

- Llegado a este punto el/la docente, habiendo reunido previamente documentación detallada (fotografías, dibujos, etc.), ilustra su análisis con un ejemplo concreto.

Ejemplo: el saguaro.

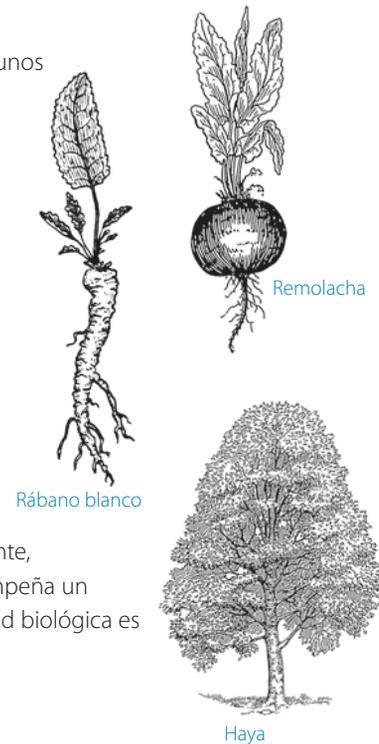
- El saguaro (*Carnegiea gigantea*) es un cactus columnar (en forma de candelabro) de la familia de las cactáceas. Es una especie dominante del bosque de cactus del desierto mexicano de Sonora.
- Su nicho ecológico es producto de las condiciones climáticas del lugar: temperaturas elevadas -a veces extremas-, una gran aridez y lluvias ocasionales a lo largo del año. Este cactus tiene preferencia por las laderas cálidas, orientadas al Sur, y no puede resistir más de 24 horas de helada (las noches pueden ser muy frías en este desierto).
- Pero su nicho ecológico también tiene que ver con las valiosas relaciones de asociación vegetal que mantiene con plantas acompañantes que, al protegerlo, le permiten germinar, asentarse y alimentarse de los nutrientes del suelo (además de la fotosíntesis que realiza el tallo). El ocotillo (*Fouquiera splendens*) y las yucas (*Yucca brevifolia*) forman parte de esas plantas acompañantes.

- El docente muestra o proyecta imágenes que ejemplifiquen estos distintos aspectos.
- Después prosigue, siempre ilustrando sus palabras:
 - El saguaro ofrece acogedor abrigo a numerosas especies que también contribuyen a definir su nicho ecológico. Da cobijo por ejemplo a la ardilla antílope (*Ammospermophilus*) y al carpintero escapulario (*Colaptes auratus*), cuyos hoyos reutilizan después multitud de pequeñas lechuzas: los tecolotes enanos (*Micrathene whitneyi*), o mochuelos de los saguaros, que también se alimentan del saguaro. Todos estos animales son **comensales** del cactus, término que viene del latín “co”, “con”, y “mensa”, “mesa”, o sea: “compañeros de mesa”.
 - Como anfitrión, el saguaro proporciona cobijo y alimento a estos animales sin obtener de ellos ninguna contrapartida, pero sigue viviendo y evolucionando sin que la presencia de dichos animales le sea perjudicial. Se habla en tal caso de **comensalismo**.
 - Entre otros ejemplos de interacción biológica con participación del saguaro, el docente puede citar una asociación mutuamente provechosa, o simbiosis, con el carpintero del desierto (*Melanerpes uropygialis*): tras ingerir los frutos del cactus repletos de semillas, el carpintero las diseminará sin digerirlas, contribuyendo así a la dispersión y conservación de la especie. Se trata del mecanismo llamado zoocoria.

- Esta relación es importante porque influye en la dinámica de la vegetación: gracias a ella las poblaciones de saguaro prosperan, lo que a su vez incidirá en el grado de sequedad del aire y, por extensión, en la regulación del clima local.
- El docente subraya que en el funcionamiento de un ecosistema las interacciones entre los distintos seres vivos (los factores bióticos) van de la mano y están vinculadas con los factores abióticos (conjunto de factores fisicoquímicos que influyen en la biocenosis).
- También puntualiza que al estudiar el nicho ecológico del saguaro hay que tener en cuenta los efectos de sus parámetros biológicos sobre el medio:
 - Así, por ejemplo, alberga y alimenta al mochuelo de los saguaros, ave depredadora que mantienen reguladas poblaciones de insectos que podrían llegar a ser invasivas y alterar ciertos equilibrios del ecosistema.
 - Aunque la materia viva de su tallo persiste, sus agujas caen al suelo y atraen a numerosos detritívoros, como hormigas o termitas, que descomponen la materia muerta y participan así en el reciclaje de los nutrientes del suelo.

El concepto de nicho ecológico comprende ciclos que se entrelazan unos con otros.

- Este concepto permite al docente inscribir las interacciones entre especies y la circulación de materia y energía que esas interacciones engendran en un proceso más amplio de composición entre la materia orgánica y las sustancias minerales absorbidas por los seres vivos: se trata de un reciclaje mediado por la circulación y la transformación de los compuestos químicos o principales elementos (carbono, oxígeno, nitrógeno, agua) que mantienen las condiciones de vida en la biosfera, circulación y transformación como resultado de los grandes ciclos biogeoquímicos.
- Gracias al concepto de nicho ecológico que el docente ilustra profusamente, los alumnos entienden que toda especie, por pequeña que sea, desempeña un papel en el funcionamiento de la biosfera. Cada eslabón de la diversidad biológica es importante en el gran tapiz de la vida.



3. Preparar el relato animado

El concepto permite a la/el docente presentar el mundo de los seres vivos como una serie de unidades ecológicas, de la más pequeña a la más grande, encajadas una dentro de otra: del nicho ecológico al biotopo, y de ahí al ecosistema, al bioma y a la biosfera entera.

La especie es un elemento que pertenece transversalmente a todas esas unidades.

- Cada alumno elige una especie, que sitúa en un medio o biotopo, después en un ecosistema y después en un bioma, representado como un gran paisaje marcado por cierto carácter unitario: ya se trate de estepas o de praderas templadas, de bosques boreales o de sabanas tropicales. El bioma se describe como un conjunto de ecosistemas.
- El alumno detalla las condiciones de vida de la especie que haya elegido y después trata de describir su nicho ecológico mediante un relato animado.
- Para ello hay que preparar previamente cada etapa del relato, que será objeto de investigaciones dirigidas por el docente:

Trabajando individualmente, cada alumno empieza por determinar la adaptación de su especie a los recursos y las condiciones físicas y climáticas de su medio (que a veces son muy rigurosas).

El alumno se refiere a factores como la luz, el espacio (ya sea macro o micro, según se trate de un ñu, una orca, un escarabajo pelotero o un hongo micelial), el suelo, la relación con el agua, las temperaturas, la amplitud térmica, la pluviometría, las estaciones (ciclo, estación lluviosa, estación seca), los microclimas, etc.

- El/la docente dirige el estudio de la adaptación de cada especie a su entorno, orientando la investigación hacia las adaptaciones anatómicas que presuponen un patrimonio genético y una lenta adaptación al medio en el curso de la evolución (véase Vol. 1, pág. 23).

Ejemplo:

Las plantas de las altas cumbres se agazapan contra el suelo. En su día adoptaron una arquitectura densa y apelonada para afrontar el frío y la violencia de los vientos de altitud.

- En una dinámica continua de investigación y aclaraciones, el docente habla de la competencia entre especies y de la encarnizada lucha por la existencia. Será la especie mejor adaptada, a veces la mejor “armada”, la que ocupe ese nicho ecológico y soporte las duras condiciones que impone el entorno. Se habla de selección natural cuando las condiciones del medio han eliminado a las especies menos resistentes.
- El docente aprovecha para referirse a la adaptación específica de ciertos organismos a medios extremos.

Ejemplo:

*La adaptación de las focas de Weddell (*Leptonychotes weddelli*) para sobrevivir en aguas muy profundas y resistir a la falta de oxígeno y a la enorme presión del agua.*

- El profesor invita a los alumnos a elegir especies cuyos respectivos nichos ecológicos presenten amplitudes diversas, explicando la particularidad de los **nichos ecológicos estrechos** en el caso de especies muy especializadas, con escasa capacidad para adaptarse a la variación de los factores ecológicos del hábitat.

Ejemplo:

El desmán de los Pirineos, que vive en Europa, es un insectívoro semiacuático que vive en cursos de agua exentos de toda contaminación de origen antrópico y suele alimentarse de larvas de efemerópteros que son sensibles a la menor variación de acidez o temperatura del agua.

- Por oposición, el docente explica el significado de la expresión **valencia ecológica**, que define la capacidad de una especie para poblar medios diferentes.

Una especie con una elevada valencia ecológica o un nicho ecológico “amplio” puede vivir en condiciones ambientales diversas, y por ende es capaz de desarrollarse en biotopos cuyos factores ecológicos pueden sufrir oscilaciones importantes.

Ejemplos:

*Entre las mariposas nocturnas europeas (*Noctua pronuba*) es común en un gran número de medios, tanto abiertos como cerrados.*

*Entre los peces de agua dulce africanos, cabe citar una robusta especie de la familia de los cíclidos: la tilapia (*Tilapia nilotica*).*



Cabeza de caballo



Cuernos



Pico encorvado

- Llegados a este punto, los alumnos hacen una síntesis de lo que saben sobre el hábitat de la especie elegida.
- El hecho de determinar con mayor precisión las necesidades de la especie, ayuda al alumno a entender mejor el hábitat en cuestión (sus recursos y condiciones) y a proponer una representación de ese hábitat por medio de un dibujo o de una fotografía que haya tomado (si se trata de un biotopo presente en su entorno cercano).
- A continuación, los alumnos pueden “encajar” su fotografía o dibujo en fotografías o dibujos más amplios, que ilustren las unidades ecológicas de nivel superior, lo que constituye una forma práctica de situar mejor el nicho ecológico de la especie elegida.

Esta localización del hábitat de la especie servirá a los alumnos de decorado en el que después presentarán su relato.

- Para definir el nicho ecológico no bastan el hábitat y la forma en que la especie se adapta a él, ya que el nicho es ante todo, la expresión de un vínculo funcional entre la especie y su ecosistema.
- Así pues, guiados por el docente, los alumnos determinan las condiciones de alimentación y reproducción de la especie a fin de identificar las interacciones que establece con sus congéneres.

¿Cuáles son las presas de los carnívoros? ¿Qué necesidades “alimentarias” tienen las plantas? ¿Cómo ocupa el espacio la especie en cuestión? ¿Cuál es su ritmo temporal de reproducción? ¿Hiberna la especie? ¿Es de hábitos diurnos o nocturnos?

¿Con quién entra en competencia?

Ejemplo:
En Europa, el ruiseñor y el petirrojo anidan y cazan en el suelo, y son por ende competidores.

¿Con quién convive pacíficamente?

Basta con que dos especies exigentes que presenten afinidades ecológicas tengan exigencias distintas en torno a un único aspecto para que sea posible una convivencia pacífica entre ellas.

Ejemplo:
Los rebecos e íbices de muchos macizos pueden convivir en un mismo nivel de vegetación de montaña porque sus preferencias alimentarias difieren ligeramente.

- El/la docente se refiere después a las características funcionales de ciertas especies, gracias a las cuales cumplen funciones ecológicas primordiales y tienen una participación vital en el funcionamiento de los ecosistemas.

Estos rasgos funcionales de las especies definen, dentro del tapiz de la vida, valiosos servicios y nichos ecológicos de los que extraen gran provecho las comunidades humanas.

Así, por ejemplo, la estructura y composición bioquímica de las hojas y raíces de ciertas plantas contribuyen a la retención de nitratos en el suelo; y características reproductivas como la cantidad y masa de las semillas influyen en la producción primaria (de biomasa).

- El/la docente explica que los científicos y planificadores se dedican cada vez más a evaluar la función que cumple la biodiversidad en la prestación de servicios ecosistémicos de apoyo o regulación en provecho nuestro y de nuestras sociedades.
- Además de seleccionar a especies que nos prestan valiosos servicios de aprovisionamiento (de alimentos, madera, etc.), debemos tener en cuenta a las especies que hacen posible dicho aprovisionamiento.

- El profesor se refiere a las especies “clave” de los ecosistemas y sus comunidades vivas, especies que, pese a la pequeña biomasa que a veces representan, “realizan” plenamente su nicho ecológico y desempeñan un papel funcional de primer orden en el ecosistema, de forma estable y duradera. La eventual desaparición de esas especies engendraría cambios espectaculares en el ecosistema.

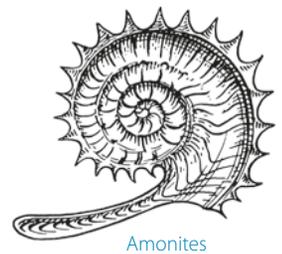
Ejemplo:

Un depredador como la estrella de mar, que en los ecosistemas litorales controla la abundancia de sus presas (erizos de mar, mejillones, otros moluscos y crustáceos, que no tienen más depredadores), es una especie clave. Si la estrella de mar desapareciera de esos ecosistemas la población de mejillones crecería de forma vertiginosa e incontrolable, expulsando a la mayor parte de las demás especies, mientras que en las costas de mares tropicales la población de erizos de mar devastaría los arrecifes de coral.

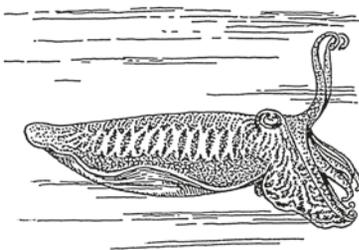
4. Lograr la supervivencia de la especie en su nicho ecológico

- Sintetizando el conjunto de características de cada una de las especies elegidas (recursos y condiciones de su medio, rasgos morfológicos, anatómicos y fisiológicos, comportamiento y principales interacciones biológicas y función o “profesión” en el ecosistema -sobre todo en el caso de las especies de primera utilidad- aunque de hecho todas sean útiles), los alumnos empiezan a dar vida a su relato describiendo a la especie dentro de su nicho ecológico.
- Uno a uno se colocan ante la fotografía (o el dibujo) que representa el espacio vital de la especie. Esta ilustración será el contexto y el decorado de su escenificación.
- Para imaginar mejor la situación, el alumno puede optar por encarnar la especie: “Soy una joven conífera”, “una culebra de collar”, “una hembra jirafa adulta”, etc.
- No se trata de hacer mímica, sino de personificar para dar rienda suelta a la imaginación respetando a la vez el contenido de la información y los conocimientos que se desea comunicar.

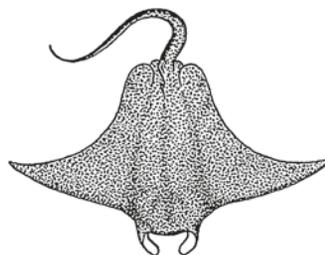
Los relatos deben ser dinámicos, cada vida es una aventura en el gran tapiz de la existencia, en el que cada ser vivo trata de cumplir su función, algunas más modestas que otras, pero todas necesarias. Los relatos deben poner de manifiesto la competencia vegetal, la gran diversidad de usos del medio ambiente que ponen en práctica las especies animales y la lucha del organismo por “hacer realidad” su nicho y sus condiciones idóneas de reproducción, así como su andadura hacia un final ineluctable, cuando sea absorbido por otros organismos, y el eterno retorno de la vida y de nuevos organismos.



Amonites



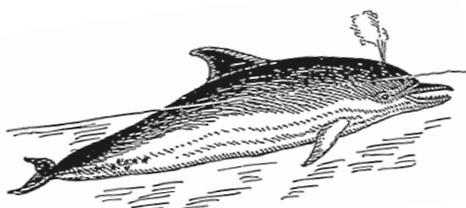
Sepia



Raya



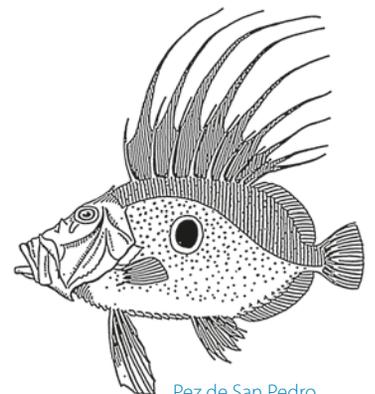
Anchoa



Delfín



Cangrejo de mar



Pez de San Pedro

El planisferio de los biomas

1. Presentar la noción de bioma

Para abordar desde otro ángulo la diversidad de los ecosistemas el docente también puede trabajar sobre la identificación de los biomas (sobre todo terrestres) y el modo en que la comunidad y la clase están vinculadas a un bioma por el hecho de vivir en un determinado paisaje o territorio.

- El docente aborda la noción de bioma diciendo que se trata de un conjunto de ecosistemas imbricados, que forman un vasto paisaje marcado por un carácter unitario, como la sabana tropical, la tundra, el bosque boreal, etc.

Explica que los científicos han designado y caracterizado esos biomas en función de la vegetación y las especies animales que predominan en ellos.

- Después recuerda que el medio ambiente local pertenece a un ecosistema, que a su vez se inscribe en un bioma.

La pertenencia a un bioma puede parecer un poco abstracta, ya que en general se asocia la idea de bioma a la de una gran formación vegetal y su biocenosis típica, cuando en realidad está constituido por un mosaico de ecosistemas, cada uno de ellos integrado a su vez por una gran diversidad de medios, hábitats naturales, comunidades y poblaciones de especies.

- El docente aporta ciertas aclaraciones:

Son las condiciones abióticas de un área biogeográfica, sobre todo el clima y el suelo, las que determinan el tipo de bioma (caracterizado por la vegetación) al que pertenece el área en cuestión.

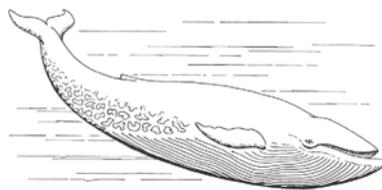
Refiriéndose a las actividades previas, recuerda a los alumnos que el clima y el suelo determinan las condiciones y recursos de un entorno y a la vez la composición de su biocenosis, ya que solo podrán vivir en ese medio, especies adaptadas a las condiciones predominantes en él.

Ejemplo:

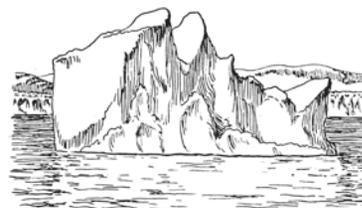
Concretamente, el bioma de las estepas áridas y los desiertos fríos solo alberga especies vegetales y animales adaptadas a los rigores del frío y la aridez.



Pingüino



Ballena azul



Iceberg



Foca



Trineo y perros de trineo



Oso polar

- Después puntualiza:

Cuando se caracteriza un bioma, además de las condiciones climáticas, también influye la distribución zonal determinada por la latitud en que se ubique el área biogeográfica.

El agua y la temperatura son dos factores básicos para determinar un clima. Ahora bien, a escala planetaria, la distribución de estos dos factores está condicionada por la rotación de la Tierra en torno a su eje, y presenta variaciones en función de la latitud.

Esta distribución se traduce en franjas homogéneas de vegetación.

Globalmente, la diversidad de especies tanto vegetales como animales decrece desde el ecuador hasta los polos. El bioma dotado de mayor diversidad biológica es el de la selva pluvial.

- El docente proporciona acto seguido una importante información complementaria:

La división del mundo vivo en grandes unidades de paisaje o biomas configurados por el clima, pone de manifiesto que los paisajes asociados a esos biomas comparten ciertas características generales en distintos puntos del planeta.

Ejemplo:

El bioma del bosque caducifolio templado, característico de buena parte de Europa, es propio de regiones con un grado de humedad suficiente para el crecimiento de esos grandes árboles frondosos. Este bioma también se encuentra en el Este de China y gran parte de los Estados Unidos.

2. Aprender a distinguir y situar los grandes biomas terrestres

Los alumnos aprenderán así a localizar los grandes biomas del planeta, situándolos en un planisferio o *mapamundi* simplificado al máximo, de modo que solo muestre el contorno de las partes emergidas del globo. Se trata de un mapa en gran formato realizado (calcado) sobre papel: constituye la primera parte de un fresco que se va a confeccionar en dos etapas.

(Por lo que respecta a la segunda parte del fresco véase la Actividad 6: *El fresco de las regiones*.)

Las partes emergidas se dejan en blanco.

Después se enumeran los principales biomas, ejercicio que dista de ser fácil, porque a menudo un bioma recibe más de una apelación. En cualquier caso se pueden distinguir 14 biomas, tratando de simplificar la cuestión de los nombres como sigue:

1. Selva pluvial (o pluviselva) tropical
2. Bosque templado caducifolio
3. Bosque pluvial subtropical o templado
4. Taiga o bosque boreal
5. Bosque esclerófilo mediterráneo
6. Pradera templada
7. Sabana, pradera y matorral tropical
8. Selva tropical seca o de hoja caduca (selva tropófila)
9. Desiertos y semidesiertos cálidos
10. Desiertos fríos y estepas áridas
11. Tundra y desierto polar
12. Sistema mixto de montaña y altiplano

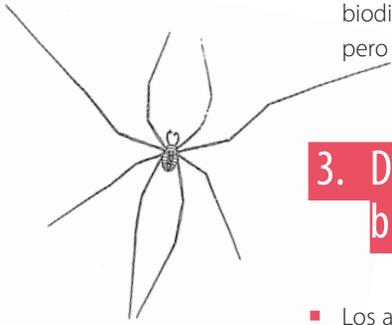
A estos biomas terrestres cabe agregar dos biomas costeros o acuáticos:

1. Sistemas lacustres y fluviales, característicos de las zonas húmedas de Gabón o la región de los Grandes Lagos canadienses.
2. Sistemas insulares mixtos, característicos de las grandes islas de Sumatra, Java o Borneo y del Caribe.

Con ayuda de los mapas de biomas existentes y consultando un mapamundi tradicional para localizar las regiones, los alumnos sitúan espacialmente los biomas en el planisferio.

Sobre las partes emergidas, que habían dejado en blanco, los alumnos representan la distribución y extensión geográfica de los biomas, coloreándolos en el planisferio (por ejemplo: en amarillo claro los desiertos cálidos, en naranja el bioma mediterráneo, en marrón claro las sabanas, en verde azulado la taiga, etc.).

El docente explica que el hecho de clasificar los medios en biomas es útil porque ayuda a estudiar la biodiversidad a la escala de la biosfera, comparando especies diferentes que viven en continentes distintos pero pertenecen a un mismo bioma.



Segador

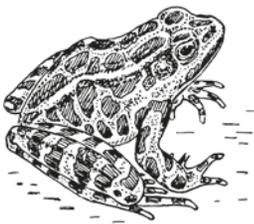
3. Destacar la distribución de los biomas y su relación con la biodiversidad

- Los alumnos identifican las principales especies de cada bioma según el continente de que se trate, y enriquecen el planisferio representándolas.

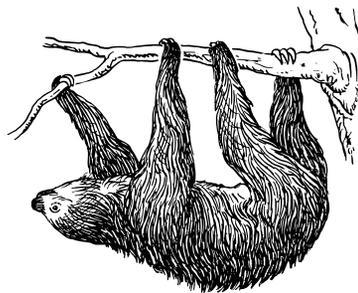
Conviene hacer énfasis en las especies que difieran según la región, así como en las especies endémicas (cuya área de distribución está circunscrita a cierta región más o menos extensa).

- El docente señala lo siguiente:

Dentro de cada región de un mismo bioma, las particularidades climáticas y geológicas aparecerían lugar a especies vegetales características, que forman biocenosis también diversas y propias a cada lugar.



Rana



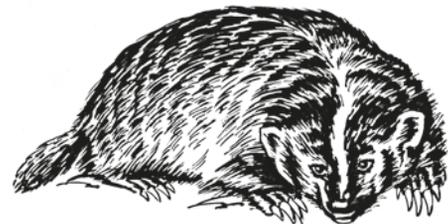
Perezoso



Panda



Castor



Tejón

Ejemplo:

Los bosques esclerófilos de la cuenca mediterránea están poblados por encinas (Quercus ilex), flanqueadas por sus típicos acompañantes meridionales, la jara y el madroño, mientras que los bosques esclerófilos del sudoeste de Australia, que también pertenecen al bioma mediterráneo, son más claros y están formados por eucaliptos jarrah (Eucalyptus marginata), por lo general acompañados de especies de droseras (rocío del sol o atrapamoscas) y de Banksia, como la Banksia coccinea.

- Los alumnos aprenden a distinguir las especies vegetales y a dibujarlas captando su arquitectura o porte, para al final reproducir en el planisferio su forma simplificada.

También pueden añadir las especies animales características de cada bioma según las regiones.

A la postre el planisferio de los biomas, al poner de manifiesto la extraordinaria diversidad de las especies que integran el tapiz de la vida, ilustra una vez más, la no menos extraordinaria diversidad de ecosistemas que constituyen los biomas y que se localizan en puntos de la superficie planetaria muy alejados entre sí.

- Los alumnos que lo deseen pueden completar el planisferio de los biomas con “cuadernos de biomas” en los que agrupen todas las fotos recogidas que representen las distintas “expresiones” de un mismo bioma según la región. Estas fotografías darán una idea de paisajes próximos entre sí, por su formación y estructura, pero profundamente diversos en cuanto a los detalles de su composición y aspecto.

El fresco de las *regiones*

1. Introducir la relación con el paisaje local

La actividad anterior (que se ha diseñado y puede llevarse a cabo en relación con esta actividad) ha permitido al alumnado descubrir diversos paisajes del mundo, revelando así la extraordinaria diversidad de los biomas y de sus ecosistemas.

- Ahora se interrogan sobre su paisaje local, que refleja el contacto más directo, más cotidiano, con la naturaleza y el ecosistema (y, por extensión, con el bioma en el que se inscribe dicho ecosistema).

Con ayuda del profesor/a, la clase se pregunta:

- ¿Qué aspectos de este paisaje prefiere el alumnado?
- ¿Qué lugares en concreto?
- ¿Qué relación tienen con el paisaje local?

- Si pertenecen a un medio rural:

¿Una relación de uso, de práctica a través de los desplazamientos diarios? Ejemplos de las actividades incluye juegos, su participación en los trabajos del campo, en las cosechas, y en la caza?

- Si pertenecen a un medio urbano:

¿Cuándo observan el paisaje natural? ¿En qué ocasiones? ¿Cuándo se sienten en la naturaleza? ¿Qué paisaje local, en su opinión, refleja mejor el ecosistema de su región? ¿El bioma al que pertenece este ecosistema?

- El alumnado y el/la docente eligen juntos un aspecto del paisaje local que se haya conservado, cuidado, al que deseen acercarse. Se ponen de acuerdo en una zona, un punto del paisaje.

- El/la docente da algunas orientaciones:

El paisaje escogido debe reflejar una relación práctica, de uso entre las poblaciones que viven allí y el medio natural. La idea, en un primer momento, no es ajustarse a las representaciones que se hacen del paisaje o a las funciones de ocio, estéticas o espirituales que desempeña, sino más bien concentrarse sobre todo en la relación de gestión, explotación y producción que las personas mantienen localmente con el medio natural.

- El/la docente realiza un seguimiento, remontándose en el tiempo, sobre los puntos siguientes:

La disponibilidad de recursos y las limitaciones del medio han dado lugar al uso que hacemos de la naturaleza. Nos hemos adaptado a las disponibilidades de los recursos y a las limitaciones del medio y hemos desarrollado relaciones con la naturaleza a través del uso que hacemos de ella.

La cosecha, la pesca, la caza, la agricultura y la ganadería han ido tomando forma mediante las disponibilidades y las limitaciones originales.

- Al mantener nuestras relaciones con la naturaleza, hemos aprendido a adaptar los recursos biológicos de nuestro entorno a nuestras necesidades y, poco a poco, hemos ido modificando nuestro entorno haciendo el mejor uso de sus recursos biológicos.

De esta unión de la naturaleza y de la cultura ha nacido el concepto de región (ver en la sección 2 la definición oficial propuesta por la UNESCO).

- El concepto de región es importante, porque transmiten conocimientos “particulares” acerca de los medios naturales y de su biodiversidad; traduce el equilibrio y la armonía de una relación de adaptación, así como de una gestión igualmente “particular” de los medios naturales.

2. Explicitar la noción de *región*

- El/la docente explicará más adelante la noción de región:

Las *regiones* incluyen muchos elementos y aspectos: acondicionamientos paisajísticos relacionados con las prácticas culturales, las prácticas de ganadería, las prácticas frecuentemente armoniosas de gestión de recursos naturales: viñedos, salinas, palmerales, terrazas, foggaras, arboricultura, etc.

Las regiones transmiten también conocimientos profundos sobre las especies y los medios, conocimientos, gestos aprendidos, materiales, artesanía, gustos, sabores, olores.

El/la docente recuerda que la UNESCO y la asociación Terroirs et Culture han propuesto una definición de “región” en la carta de las regiones:

“Un espacio geográfico delimitado y definido a partir de una comunidad humana que construye, a lo largo de su historia, un conjunto de rasgos culturales distintivos, de saberes y de prácticas, que se fundamentan en un sistema de interacciones entre el medio natural y los factores humanos. Los conocimientos que se aplican revelan una originalidad, confieren una tipicidad y permiten un reconocimiento de los productos o servicios originarios de dicho espacio y, por consiguiente, también de las personas que viven allí. Las regiones son espacios vivos e innovadores que no se pueden asemejar a la simple tradición”.

- A partir de una documentación preparada, el/la docente muestra al alumnado fotografías o representaciones de distintas *regiones*.
- Se esfuerza por mostrar el carácter homogéneo de la *región* entre los recursos (del medio y de la biocenosis) y las producciones (prácticas culturales, agrícolas, forestales, conocimientos, herramientas, productos de toda clase).
- Ayuda al alumnado a entender hasta qué punto las regiones son acondicionamientos paisajísticos, ciertos “modelos” de paisaje, que confieren a aquellos que los crean una identidad cultural de la que los paisajes, posteriormente, son portadores.

Es la relación con la naturaleza, con la biodiversidad, lo que define y enriquece la identidad cultural.



Pez arquero



Bajorrelieve



Presa



Autillo



Flor de las nieves

3. Visitar la región y aprender a “leerla”

- Antes de organizar la visita a la región elegida, el/la docente hace referencia a los poseedores del saber local. Según los casos, puede tratarse de agricultores, ganaderos, viticultores, pastores, horticultores, rastreadores, cazadores, pescadores, guardias forestales, ostricultores, salineros, maestros del agua, etc.
- Juntos organizan los puntos clave de la visita:

Durante la misma, el alumnado realiza su investigación. Examinan en detalle la dimensión principalmente “ecológica” de la región. El objetivo es llevarlos a analizar hasta qué punto la región traduce una comprensión avanzada de la diversidad de los medios y de las especies.

Ejemplos:

- *Dependiendo de la región, la edificación de las terrazas (cultivos en terrazas) representa conocimientos específicos sobre los relieves. Las formas de las terrazas traducen el declive de la pendiente y el acercamiento de las curvas de nivel. De este modo, hay terrazas que se asemejan a escalones, otras que son “tabias”, etc.*
- *Los cultivos en terrazas en los Andes, donde están extremadamente diversificados, se basan en la apreciación de los microclimas en función de los niveles y en los profundos conocimientos de los nichos ecológicos de las especies. ¿Qué especies pueden combinarse? ¿Qué especie excluye a otras? ¿Qué mejora genética se ha aportado a determinadas semillas en función de la altitud?*
- *De este modo, se seleccionan cientos de subespecies a partir de las grandes especies de la horticultura, como la patata, la judía y el tomate.*
- *Por sus producciones diversificadas y seleccionadas (especialmente a partir de las especies locales y salvajes) y la revalorización de 15 niveles de ecosistemas distintos, las terrazas andinas constituyen un laboratorio agronómico apreciado y valorado en todo el mundo.*

- Por otro lado, profesores y especialistas ponen de relieve otros aspectos de la región.

Ejemplos:

- *En Costa Rica, determinadas regiones definidas por prácticas silvícolas y de pastoreo se basan en el mantenimiento y la mejora de los pastos a partir de una gestión cruzada de herbáceas, especies arbustivas de forraje, de la conservación de las especies que constituyen cercados vivos y de las razas bovinas, en ecosistemas con equilibrios que suelen ser frágiles.*
- *En Portugal, los sistemas agrarios ancestrales de cultivos de alcornoques, para dar sombra a las labranzas, han conseguido reproducir cereales en determinados lugares y mejorarlos.*
- *Los oasis y palmerales tradicionales tienen un suministro de agua limitado, pero regular, asociado al calor y a la luz del sol. Las “foggaras” argelinas, los “khattaras” de Marruecos, los “qanat” de Irán, permiten llevar agua a los terrenos regados gracias a un sistema de drenaje que se basa en la gravedad y se adapta a las reservas acuíferas. Estos sistemas también se mantienen y mejoran. En lo que respecta a las prácticas de cultivo en los oasis, la palmera, sobre todo la palmera datilera (*Phoenix dactylifera*), así como otras especies de la misma familia, constituye el eslabón vegetal central de los cultivos, que suministran, además de los productos que genera, sombra y protección a los cultivos de los sustratos, cítricos y cereales, y gracias al “filtrado” de la luz.*

- *In situ*, el alumnado se concentra en la adecuación de los medios naturales, realizan reportajes fotográficos, dibujan croquis, toman notas y enriquecen su documentación con la información y los consejos de las personas-recursos.
- Después extienden su estudio a la transcripción de los aspectos relacionados, no sólo con la gestión de los medios naturales, sino con aspectos culturales distintivos de las regiones. Estos rasgos se relacionan frecuentemente con el hábitat y la gastronomía, y conciernen también a la asombrosa adecuación ecológica y “biológica” entre la población de una región y su medio.
- Los productos de las cosechas, por ejemplo, dan lugar así a una gran diversidad de productos derivados o transformados y, por extensión, a una diversidad de gustos y sabores.

Ejemplo:

La palmera datilera (Phoenix dactylifera) produce dátiles frescos, dátiles fermentados, dátiles secos, dátiles en confitura, dátiles en forma de dulces, vinagre extraído de los dátiles fermentados, granos de palmeras tostados como sustituto del café, vino de palma, aceite de palma, etc.

- Las plantas cultivadas dan lugar a otros usos, además de los agrícolas.

Ejemplo:

Distintas partes de la palmera datilera son explotadas de acuerdo con sus características específicas en los hábitats vernáculos africanos y en la artesanía: los raquis de las palmas yuxtapuestos dejan pasar el aire y mantienen fresco el interior de las casas.

Los encontramos en las paredes de los refugios tuareg, en los muebles, los toldos y otros artículos de cestería, en forma de rastrojos unidos para formar los techos de las casas en Senegal y en Mauritania.

La madera del estípote proporciona una madera dura, imputrescible y resistente a las termitas, sobre todo la de la palmera boraso (Borassus aethiopum). Su uso resulta precioso para confeccionar espigas, armazones, montantes de las puertas, etc.

4. Restituir el descubrimiento de la *región* a través de un fresco

- Al volver a clase, el alumnado coloca los resultados de su estudio en grandes paneles. Se pueden usar los paneles previstos como complemento del "planisferio de los biomas", realizado anteriormente, de forma que constituyan un amplio fresco sobre el paisaje.

- El alumnado se reparte el trabajo:

En un primer panel, ilustra los acondicionamientos paisajísticos de las regiones y hace hincapié en su pertinencia ecológica. En el segundo panel muestra y describe las producciones y los productos derivados de las comarcas. El conjunto constituye finalmente un fresco variado.

- El/la docente señala entonces que los paisajes constituyen una diversidad propiamente inclasificable, una diversidad biológica y una diversidad cultural asociada.



Gavilla



Cesto



Zanahoria



Moras



Ánfora



Trigo



Terrazas

Aunque el paisaje es un patrimonio natural y un patrimonio cultural, es sobre todo un patrimonio vivo, opuesto a un patrimonio fijo.

El paisaje está en plena transformación, en cambio constante, por dos motivos fundamentales:

1. Es el resultado de la acción conjunta del mundo vivo (animal, vegetal, fúngico, microorgánico), del medio abiótico y de la acción de las sociedades humanas.

No hay que subestimar a la naturaleza: esto ha sido ampliamente demostrado por el impacto de los desastres naturales.

2. El ser humano, por otro lado, a lo largo de sus descubrimientos del mundo vivo y de las innovaciones científicas y tecnológicas, puede enriquecer y desarrollar constantemente su interacción con la naturaleza. Estas innovaciones (en áreas distintas, desde la conservación de las especies a la gestión de la energía, la hidrología, etc.) se proyectan y condensan en las prácticas de gestión y, al dar forma a nuestros usos, dejan su huella en la naturaleza.

También pueden transformar y mejorar los modos de vida en grandes territorios (comunidades beduinas nómadas de Oriente Medio, criadores de renos de la taiga siberiana).

En resumen, nuestra relación interrelacionada con el paisaje está en evolución constante. Se puede decir que es reveladora y, al mismo tiempo, portadora y motor, de nuestra relación con la vida y con la biodiversidad.

En este aspecto, es esencial para cada ser humano, entender qué es lo que somos. ¿Cómo podemos conservar el contacto con este vínculo? La siguiente actividad proporciona información sobre la interacción entre las poblaciones y los ecosistemas.

5. Comprender las consecuencias del abandono de las regiones y de un paisaje deteriorado

- Para terminar, el/la docente remarca los numerosos puntos del medio ambiente o del paisaje no conservado.

Establece una distinción entre un paisaje virgen, a menudo abandonado, en el que existen terrenos amplios y baldíos que constituyen lugares de "respiración" de los seres vivos y donde el ecosistema natural se reconstituye de forma periférica o a lo largo de las poblaciones; y un paisaje deteriorado, que ha perdido definición, marcado a menudo por una retractación del paisaje productivo agrícola, zona periurbana, zona rural construida, donde se picotean las zonas naturales y se apolilla el territorio con nuevas construcciones, por la extensión de modelos técnicos sin vínculo con los territorios.

- Durante una salida de campo, muestra al alumnado el impacto de la multiplicación de infraestructuras, la fragmentación del territorio por las carreteras y las vías de paso, el impacto de la uniformización de los materiales, su no degradabilidad y la contaminación que suponen, la introducción masiva de modelos urbanos alejados de las ciudades y la falta de cuidado para acondicionar el paisaje.

- Destaca hasta qué punto esta relación con el paisaje resulta perjudicial a la vez para la diversidad biológica (las especies no sobreviven, o lo hacen mal, encerradas en islotes o en hábitats fragmentados o contaminados) y para la diversidad cultural que nos da forma. Dejamos de reconocernos en esos paisajes.



Aliso marítimo



Lengua de serpiente

El juego de las especies, los servicios y los productos

1. Determinar los servicios directos que proporcionan los ecosistemas a las poblaciones

- Para empezar, el/la docente alude nuevamente al papel que desempeñan los ecosistemas para la existencia y el bienestar de los seres humanos y las comunidades locales.

Después recuerda que desde que empezamos a erigir sociedades dependemos de los recursos naturales que están “a nuestra disposición”, de los que extraemos grandes beneficios.

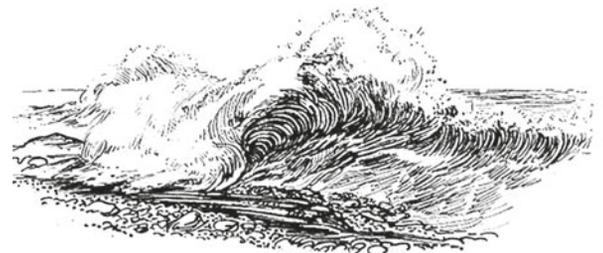
Resulta urgente determinar y entender mejor los bienes comunes que nos proporciona la naturaleza y la forma en que los obtenemos, ya que en la actualidad, los sistemas naturales que nos brindan dichos recursos muestran signos de agotamiento (degradación de los suelos, disminución de las reservas de agua dulce, aumento de la contaminación –excedente, lixiviación de materias nitrogenadas–, perturbación del clima, etc.). ¿Qué estamos perdiendo? ¿Qué estamos poniendo en peligro? ¿De qué sistemas dependemos?

- El docente precisa que cabe entender los ecosistemas como unidades que prestan servicios a las poblaciones. Este planteamiento permite conocer y analizar mejor los procesos naturales (recursos-medio-mecanismos productores) de los que dependen las comunidades para construir su sociedad.

Después recuerda el papel que ha desempeñado un informe fundamental e innovador de las Naciones Unidas, la *Evaluación de los ecosistemas del Milenio (Millenium Ecosystem Assessment)* en la definición de cuatro tipos de servicios.



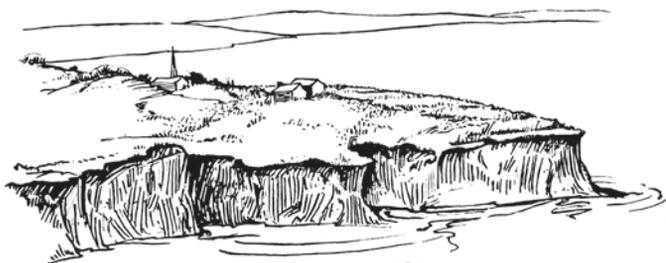
Banquisa



Rompiente



Garganta



Promontorio



Glaciar



Fiordo

- En la pizarra o en un papel mural, el docente presenta y detalla los servicios proporcionados por los ecosistemas, asociándolos a un color : aprovisionamiento al rojo-granate, los culturales al naranja, los de regulación al azul turquesa y los de apoyo a un verde brillante.
- Empieza por los **servicios de aprovisionamiento**, de los que nos beneficiamos directamente, aprovechando los bienes concretos o productos que los ecosistemas nos ofrecen, como alimentos, madera, medicamentos y moléculas útiles, recursos energéticos (de la leña a los biocombustibles), fibras naturales, etc.
- Se invita a la clase a precisar, aportando información más detallada.

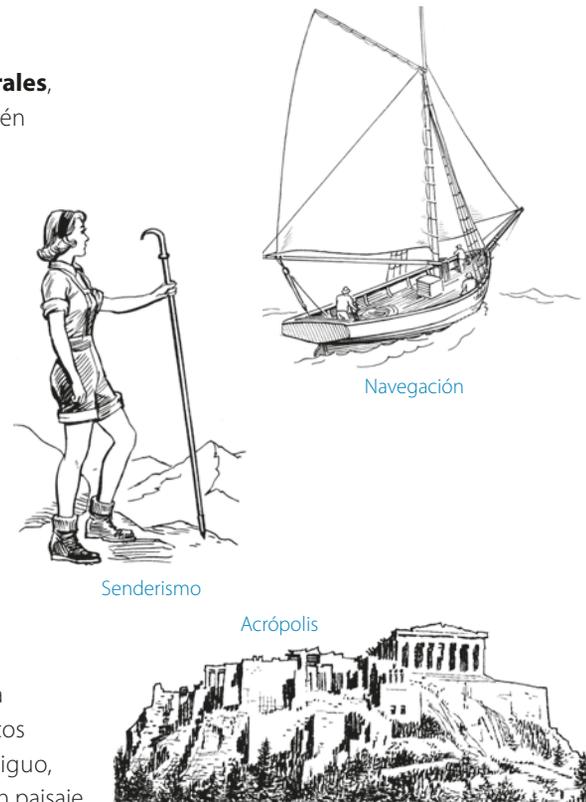
Para hablar de las fibras naturales, por ejemplo, los alumnos pueden referirse a la vestimenta y citar así productos como el algodón, el lino, la lana, la cachemira, etc.

- Cabe añadir a la lista, los accesorios de cuero, señalando que la producción de ciertos objetos pone en peligro a las especies animales (marroquinería en piel de pitón, peines de concha de tortuga, etc.).
- Por lo que respecta a los alimentos, la lista no debe limitarse a los frutos de la agricultura o de la ganadería, debe incluir también los productos derivados o transformados (mermelada, aceite, pan), los productos cosechados en los bosques (setas, bayas, plantas medicinales, etc.), la caza, etc.
- También agregamos a la lista de productos obtenidos de los ecosistemas los PFNL (productos forestales no leñosos) como los exudados (resina, látex o caucho) que utiliza la industria bioquímica, las materias primas colorantes o los productos de extracción (corcho, aceites esenciales).
- Por lo que respecta a los medicamentos, los alumnos pueden citar plantas medicinales locales, así como sustancias puras y compuestos químicos importantes que la industria farmacéutica internacional extrae con fines médicos o de investigación.
- El docente desarrolla los ejemplos refiriéndose a la estandarización de productos obtenidos a partir del principio activo de las plantas, desde los productos de medicina alternativa o fitoterapia (plantas en polvo, cápsulas comestibles o aceites para inhalar) hasta los cosméticos (champú, aceites, cremas).

- El profesor menciona a continuación, los **servicios culturales**, que corresponden a los beneficios no materiales que también obtenemos directamente de los ecosistemas.

Para empezar habla de los beneficios estéticos y espirituales que nos procura la naturaleza, con la que mantenemos desde siempre una relación “espejular” (de espejo). En ella tienen sus raíces nuestras primeras emociones, nuestros afectos y también la elaboración de nuestros sistemas de pensamiento y de creencias.

- El docente puede aportar más ejemplos: a lo largo de su historia la humanidad ha domesticado a la naturaleza y ha aprendido a servirse de ella adaptándose. Gracias a su capacidad para reconocer ciertas situaciones y experiencias, ha elaborado representaciones de la naturaleza que ha transmitido a sus congéneres: escenas de caza reproducidas en las paredes de cuevas (pinturas rupestres), motivos de la montaña en las estampas chinas de tradición taoísta, frescos de ritos paganos en plena naturaleza en el mundo antiguo, jardines monásticos en la Europa medieval, el sosiego de un paisaje entrevisto por la ventana en pinturas flamencas del siglo XV, *haikus* o



breves poemas japoneses de exaltación de la naturaleza, fábulas y cuentos universales que discurren en el corazón del bosque y explican la vida de las especies, y un largo etcétera.

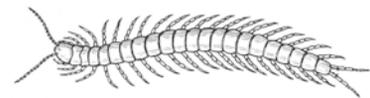
- Ante todo los alumnos enumeran experiencias placenteras y estéticas acerca de la naturaleza que conozcan, ofreciendo ejemplos de paisajes de la región (o que les sean familiares) que les resulten agradables o les guste contemplar (lagos, bosques, litorales rocoso) o de paisajes estructurados por la mano del hombre (como sistemas de cultivo).
- También evocan experiencias de la naturaleza de tipo visual o atmosférico (el alba, la tormenta, una puesta de sol, un puerto al amanecer), olfativo (los aromas del sotobosque o del matorral) y gustativo (los sabores de un ágape festivo en todas las culturas, o de una comida elaborada con productos frescos del mercado).
- Después tratan de recordar las obras artísticas de su patrimonio: obras pictóricas, rupestres, musicales, literarias o esculturales directamente inspiradas en la naturaleza, así como sitios de importancia histórica, cultural o patrimonial situados en plena naturaleza.
- El docente habla de los sitios naturales sagrados, de territorios sacralizados por las comunidades: ya sean bosques, montañas, fuentes, ríos, lagos o grutas; se trata de lugares venerados, embebidos de significado y de importancia, asociados a cierta forma de presencia divina celebrada por la tradición animista local. También pueden estar reservados al culto a los ancestros.
- Para finalizar, el/la docente resume: desde hace mucho tiempo la naturaleza ha estado -y lo sigue estando-, asociada a creencias, a la expresión de un culto que a menudo emana de un sentimiento de reverencia o gratitud para con ella por los recursos y beneficios que genera.
- En la lista de servicios culturales mostrada en el papel mural, los alumnos hacen referencia igualmente a figuras divinas naturales como Gaya, la diosa y madre Tierra, o Vishnu, que en la cosmogonía hindú está asociada al agua, en la que flota y duerme.
- Según su región, también señalarán espacios naturales sacros como los bosques sagrados de los *sherpas* tibetanos, los páramos del altiplano andino o espacios naturales imaginarios, también sacralizados, como el jardín del Edén de la Biblia o el "jardín de las delicias" (o *Jenna*) del Corán.
- En este ejercicio de definición de los servicios culturales, la confección de una lista detallada suele engendrar sorpresas y descubrimientos. Gracias a ella, la clase advierte hasta qué punto nuestras culturas están impregnadas de vínculos con la naturaleza, hasta qué punto vehiculan referencias y significados que son una herencia directa del medio natural.
- Para cerrar la lista de servicios culturales, el/la docente vuelve a referirse a las funciones recreativas de ocio, relajación y pedagogía que cumplen los ecosistemas.
Por lo tanto, la naturaleza, a través de las actividades recreativas que ofrece, nos proporciona medios para romper con un estilo de vida estresante y sujeto a las leyes de la economía de mercado, a la competencia y a la rentabilidad financiera, sobre a nosotros en cuanto habitantes de medios urbanos.



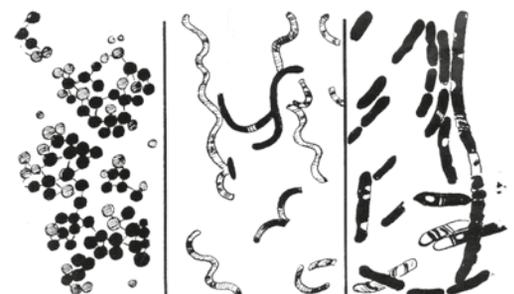
Hongos



Protozoo



Ciempiés



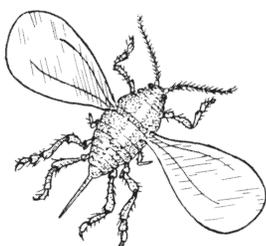
Bacterias

- Otras funciones recreativas que nos brindan los ecosistemas, es el redescubrimiento de la sensación de sosiego y de armonía causado por el entorno inmediato, una suerte de regreso a las raíces gracias al contacto con el mundo vivo. Las salidas de campo, excursiones o paseos son otras tantas definiciones personales

del vínculo con la naturaleza. Son ocasiones para meditar, dibujar o hacer una siesta, y también de dejarse sorprender, de “despejarse” o de “no pensar en nada”, en lo que quizá sea el vestigio de un nexo primordial de ajuste con la realidad física y biológica de la naturaleza.

2. Servicios de regulación y de apoyo

- Después de los servicios culturales el docente se refiere a los servicios de regulación de los ecosistemas, que nos benefician indirectamente, pues son ellos junto con los servicios de apoyo -presentados conjuntamente- los que hacen posibles y eficientes los servicios de aprovisionamiento y los servicios culturales descritos previamente.
- Por lo que respecta a los **servicios de regulación** que brindan los entornos, se trata de los efectos benéficos del mantenimiento y la regulación de los sistemas naturales ligados a los ecosistemas. El docente se refiere a la depuración natural de las aguas que realizan por ejemplo los humedales y las plantas descontaminantes, a la regulación del clima local y planetario que efectúan los bosques y océanos al captar y secuestrar dióxido de carbono o al papel de los océanos como enormes proveedores de dióxígeno (oxígeno en estado gaseoso) a través de la fotosíntesis que llevan a cabo las cianobacterias, las algas y el fitoplancton.
- El docente explica también el servicio de “contención” de la erosión y de las avalanchas que prestan los bosques: o la polinización de las especies vegetales a cargo de un sinfín de “agentes polinizadores” como abejas, abejorros, mariposas, arañas, coleópteros, dípteros, colibrís o murciélagos, sin los cuales no sería posible cultivar ni cosechar.
- Asimismo, entre los servicios de regulación el profesor alude a la existencia de agentes antiparasitarios para mantener bajo control organismos dañinos como plagas o especies invasoras.
- También se refiere al tratamiento natural de los desechos, y más concretamente a la descomposición y el reciclaje de residuos orgánicos a cargo de la fauna y la microflora del suelo, recordando al mismo tiempo los servicios de apoyo, puesto que ciertos servicios, como el reciclaje de desechos, pueden considerarse a la vez servicios de regulación y servicios de apoyo.
- Paralelamente ilustra los **servicios ecosistémicos de apoyo**, que son indispensables para la vida en la Tierra y la producción de todos los demás servicios.
- El docente explica que estos servicios incluyen la formación inicial de los suelos, para la cual son muy importantes la erosión bioquímica y el reciclaje de la necromasa, o materia orgánica muerta. Esta, a su vez, resulta esencial para la fertilidad de los suelos y es la base trófica de los ecosistemas y del ciclo de nutrientes, pues pasa por un estado de mineralización que conlleva a la liberación al medio de los compuestos minerales.
- Después habla de los ciclos de nutrientes que tienen lugar en los ecosistemas, como el ciclo del nitrógeno o del carbono, mediados por una cadena de agentes sin los cuales no podrían cumplirse los grandes ciclos bioquímicos del planeta.
- Se refiere a continuación a la producción de biomasa gracias a la fotosíntesis y a una serie de interacciones biológicas asociadas a ella, y después a la diversidad genética engendrada por los ecosistemas, que constituye un formidable banco de genes.
- También recuerda el abastecimiento en agua potable de los seres humanos es posible gracias al ciclo del agua, generado por el clima y la acción recíproca de las especies vegetales, que al permitir la infiltración de las aguas de escorrentía y su lenta percolación a través de los suelos alimentan y recargan las capas freáticas.



Cochinilla



Abeja reina



Chinche

- Por último, hace hincapié en la interacción que existe entre los servicios de regulación y los de apoyo.

Ejemplos:

Los grandes ciclos biogeoquímicos del planeta (ciclo de macroelementos como el nitrógeno o el carbono) dependen del mantenimiento y la continuidad de los ciclos de nutrientes. La excesiva concentración de nitrógeno en suelos y plantas, combinada con un intenso depósito de óxido de nitrógeno atmosférico que los ecosistemas no alcanzan a regular, puede acabar modificando el correcto funcionamiento del ciclo. Los coprófagos como el escarabajo pelotero descomponen los excrementos de vaca (hasta 18 boñigas al día) y cumplen con ello la función de regulación de los desechos. Además, por su papel de "limpiadores", los insectos también participan en el funcionamiento del ciclo de nutrientes, reciclando la materia orgánica muerta.

3. Definir un código de colores y otro de pictogramas de los servicios ecológicos

- Dentro del código de colores elegido para caracterizar los servicios ambientales, los alumnos elaboran una serie de pictogramas que ilustren los distintos aspectos de cada servicio.

Por ejemplo: todos los pictogramas relativos a los **servicios de aprovisionamiento** tendrán un fondo granate, y los signos que los compongan (dibujos representativos y sintéticos) servirán para declinar y distinguir las diversas variantes de esa clase de servicios:

- alimentación
 - fibras
 - medicamentos
 - productos de cuidado personal
 - combustibles
 - materiales de construcción
 - materiales destinados a la industria (bioquímica, productos manufacturados).
- Procediendo análogamente, los alumnos definen después los pictogramas relativos a los **servicios culturales**. Realizados sobre fondo naranja, los dibujos servirán para distinguir con precisión entre:
 - beneficios estéticos, inspiración, creación, práctica de aficiones
 - beneficios espirituales y religiosos
 - sistemas de conocimiento, valores pedagógicos
 - valores recreativos, actividades de ocio, placer, juegos, relajación
 - desarrollo de los sentidos (gusto, olfato, oído)
 - turismo de naturaleza.
 - Siguiendo el mismo principio los alumnos ilustran los **servicios de regulación** y los de **apoyo**.



Alfarero y su torno



Observación del cielo



Yunque de herrero



Alambique

4. Definir la biodiversidad como origen y fundamento de los servicios ecosistémicos

- El docente insiste en el vínculo manifiesto que existe entre la conservación de la diversidad biológica y la existencia de ecosistemas sanos, capaces de prestar plenamente los servicios ya descritos.
- El/la docente recuerda a los alumnos, el ejercicio del gran esquema piramidal del tapiz de la vida y visualizan hasta qué punto la productividad de un ecosistema (en términos de la energía que se transmite y aquella utilizada para producir materia orgánica) depende de una amplia red de especies y de sus interacciones.

Los alumnos entienden que detrás de cada producto, cada bien o cada beneficio que procura un ecosistema hay una urdimbre de “eslabones”, esto es, de especies, que forman el tapiz de la vida. A nivel general, a cada servicio corresponde un conjunto de relaciones entre los individuos de cada especie y entre especies, y también una suma de procesos entre las especies y el medio en el que viven.

- El/la docente extrae la siguiente conclusión:

La conservación y, llegado el caso, la regeneración de tales interacciones y procesos generados por los seres vivos y la diversidad biológica garantizan el funcionamiento y la productividad del ecosistema. La biodiversidad constituye pues el origen y fundamento de los servicios proporcionados por los ecosistemas (de los que a su vez depende nuestro bienestar).

- Utilizando la imagen de la biodiversidad como un “capital” preexistente y necesario, la define como una riqueza básica destinada a producir nuevos bienes, pero solo a condición de mantenerla, de verificar a menudo su estado y funcionamiento, de darle el tiempo y el espacio necesarios para regenerarse, o contribuir a su regeneración cuando esté fragilizada.

La biodiversidad en perfecto estado es el mejor ejemplo de desarrollo sostenible.



Haz de leña



Azuela



Tronco



Carretilla



Bungaló

5. Destacar la relación especies-servicios-productos mediante el juego de pictogramas

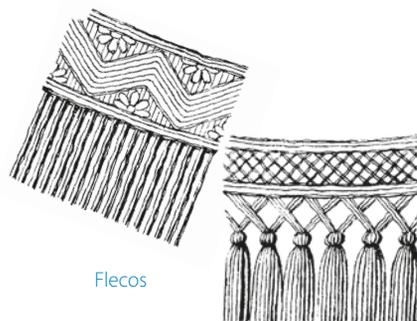
- En esta última parte de la actividad, la clase pone claramente en evidencia la relación que existe entre la diversidad biológica, el funcionamiento de los ecosistemas y los servicios que éstos proporcionan (para nuestro bienestar).
- Para ello se elige un bien concreto que se obtenga a partir de un ecosistema, utilizando distintos ejemplos.
- Para empezar la clase puede elegir de común acuerdo un producto sencillo, como una camiseta (universal) o una tabla de quesos (más local).
- El/la docente recuerda que la comunidad se beneficia de este bien concreto, resultante de varios servicios ecosistémicos, mediados a su vez por distintas especies en diversos niveles de funcionamiento del ecosistema (para nuestro bienestar).
- Se trata de: 1) partiendo del bien en cuestión, elaborar en la pizarra o en un mural de papel esquemas de producción que destaquen toda la “cadena biológica” que desemboca en ese bien a través de los servicios ecosistémicos indicados con pictogramas; y 2) ilustrar con los pictogramas los tipos de servicio que el ser humano extrae del producto (bien) final.
- Conviene centrarse en las especies clave y las funciones ecológicas indispensables para cada proceso de producción en concreto.

*Ejemplo:
una camiseta.*

- *La camiseta proviene del cultivo de algodón.*
- *El cultivo de algodón brinda a la comunidad un servicio de aprovisionamiento en fibras, que satisface su necesidad de vestimenta.*
- *El cultivo de flores de algodón depende de la actividad de un grupo de especies polinizadoras (abejas, abejorros, mariposas, arañas, aves) que brindan un servicio de regulación que es la polinización.*
- *También depende de la acción de un grupo de especies que son predadores naturales o antiparasitarios (mariquitas, etc.) y que brindan el servicio de regulación de las plagas.*
- *Asimismo, depende del uso de agua de riego (el cultivo de algodón requiere enormes cantidades de ella), agua que a su vez deriva del servicio de depuración de las aguas que prestan las plantas descontaminantes y también del ciclo del agua, que reposa, entre otras cosas, en la función de infiltración que cumplen los bosques.*
- *El producto final, la camiseta, brinda al hombre servicios de aprovisionamiento en más de un sentido: le proporciona ropa para vestirse y ofrece a la industria textil un producto destinado a la comercialización.*
- *También cumple servicios culturales: la camiseta tiene un valor estético, traduce la moda del vestido y fomenta la creación. Además, está ligada a un valor recreativo de ocio y relajación (comodidad, ergonomía, etc.).*



Sarong



Flecos



Sari



Fular

Grupos de trabajo sobre la naturaleza inspiradora

El/la docente propone al alumnado que se concentre en los servicios culturales proporcionados por la naturaleza en el marco de un estudio temático del ecosistema que les rodea, llevado a cabo en varias etapas y presentado en un cuaderno (cuaderno de bosquejos, cuaderno de investigación, diario de a bordo, etc.).

La actividad evoluciona desde un descubrimiento sensible de la biodiversidad, motor del despertar de los sentidos y de una percepción agudizada, a una fase de acercamiento a su valor simbólico, estético y espiritual, hasta desarrollar un proceso de creación artística en torno a los aspectos de la biodiversidad que se hayan abordado.

1. Constituir grupos de trabajo sobre temas diversos relacionados con la biodiversidad

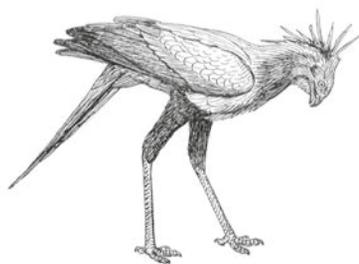
- En primer lugar, el/la docente divide a la clase en grupos. Cada uno de ellos elige un tema de trabajo.
- Cada equipo se centra en un aspecto de la biodiversidad, considerada en esta ocasión en su acepción más amplia. Puede tratarse de las grandes especies de animales terrestres (fauna salvaje y fauna doméstica); de un grupo de especies en particular (aves, insectos); plantas con flores (flora salvaje); plantas "útiles" (de las especies de la huerta a las plantas tintóreas); un perímetro de bosque; una marisma; una zona de turberas; manglares; sabana arbórea; una zona elegida en un área protegida; un parque nacional; una reserva de biosfera; sistemas culturales y agrícolas; de los bosquecillos a las praderas secas; etc.
- En un medio urbano, el/la docente anima a establecer una relación directa con el medio, pero el alumnado también puede trabajar a partir de documentos. Se puede optar por un espacio verde como un bosque periurbano de reserva o patrimonial; un parque ecológico de ciudad; un jardín histórico; un jardín silvestre; un parque zoológico (ornitológico, zoo, etc.); las riberas de un río o de una corriente de agua; los terrenos amplios y baldíos de las zonas suburbanas; la flora urbana -incluida la flora espontánea de los terrenos abandonados-; los bordes de las vías férreas; los pavimentos; la fauna urbana y periurbana, etc.
- Teniendo en cuenta las visitas planificadas, la clase acepta tener gran disponibilidad y receptividad.

El/la docente invita al alumnado a experimentar estos temas utilizando sus cinco sentidos, a estar dispuestos a guardar silencio en presencia de los animales, escuchar los sonidos, agudizar su sentido de la observación, captar los olores, reproducir sus sensaciones y su descubrimiento a través de los sentidos (frecuentemente un redescubrimiento) de la diversidad biológica del entorno.

Se trata de una experiencia en vivo, de una puesta en situación y de una recopilación de información a partir de los hechos.



Pájaro carpintero



Pájaro serpentario



Pimienta de Jamaica



Becada



Tirano-tijereta rosado

- El/la docente planifica varias visitas de campo e intenta agruparlas. Solicita, según el caso, la ayuda de personal responsable ya sea un guardia forestal, un botánico, un agricultor, un jardinero, un científico o un agente municipal, etc.
- El alumnado es invitado a presentarse en el lugar, en grupo, acompañado y asesorado por los y las profesionales que se ocupan de sus tareas.

2. Explorar la dimensión sensorial, relacionada con el placer y estética de los servicios culturales a través de la temática de estudio

- En función de su región y de su tema de estudio, el alumnado recorre y camina por las diversas formaciones vegetales; cruzan las praderas o grandes pastos; penetran en la maleza; se aproximan a los puentes de agua; llegan a las cumbres (bajo la supervisión de los adultos); exploran los suelos en busca de insectos; observan los animales; escuchan y descifran sus gritos y los graban; buscan las flores o las poblaciones de plantas específicas; observan la ondulación de las formaciones herbáceas por la acción del viento; captan sus murmullos, el crujido de los árboles, las resinas, palpan las cortezas, observan las formas de las coronas; aprenden a diferenciar las especies de árboles de la misma familia a partir de su corona (distinguir un abeto blanco (*Abies alba*) de una epícea común (*Picea abies*) entre las pináceas).
- En su cuaderno dan prioridad a los medios de captación adaptados a su tema de estudio.

Para los animales:

La **observación** de los animales a horas específicas (temprano por la mañana o al crepúsculo); y la toma de notas.

El análisis inherente a las **sesiones de escucha y grabación**: asociar los gritos a las situaciones, a emociones (miedo, huida, bandada, lucha, etc.); apreciar los comportamientos, las formas en que ocupan el espacio (distancia de huida, extensión de los territorios); deducir los elementos relativos a la dieta alimentaria; el modo de depredación; las asociaciones entre especies.

El **dibujo** para la presentación y la identificación de las huellas. Se trata de identificar las huellas a partir del número y la disposición de los apoyos, el grosor de las pezuñas; hacer distinciones entre las especies de la misma familia (entre un antílope y un búfalo entre los bóvidos). También se trata de catalogar las formas de las huellas: en forma de "estrella" para las aves; arrastradas para los insectos; alargadas para las patas traseras de las liebres o los conejos, etc.

La **recopilación de rastros dispersos** en forma de collages o de croquis posteriores en el cuaderno: plumas, dientes, fragmentos de conchas, frutas o piñas medio mordidas.

La utilización del **texto en forma de relatos o descripciones**. La idea no consiste en escribir un relato literario, sino relatar las observaciones de la naturaleza: captar un gesto y traducirlo en palabras por ejemplo, un comportamiento animal, como el de la bandada (aves) o los paseos; describir un aspecto (el color de un pelaje, la textura de una piel, los motivos de las alas de una mariposa o el movimiento de su vuelo).

- En función de los temas escogidos, el/la docente sugiere técnicas distintas de captación.
- Con las flores, la clase ha podido experimentar previamente en qué medida el **color** es un medio interesante para captar la diversidad de las formas y las construcciones florales. Ahora, la clase puede continuar el trabajo y distanciarse del contexto del herbario interpretado (ver Actividad 1).

En los ecosistemas que se prestan a ello, en los que la diversidad floral es muy rica, el alumnado puede intensificar el trabajo cromático, utilizar referentes ya existentes para calificar los tonos (amarillo paja, amarillo dorado, amarillo anaranjado, rosa té, rosa perla, rosa salmón, rosa caramelo, rosa fucsia) que tienen equivalentes en todas las culturas. Pueden elaborar muestrarios, crear láminas de especies por



Jeroglíficos



Grafiti



Figuras de escarabajos

color variando su tamaño, aumentando determinadas formas e introduciendo matices de tono en un mismo color.

- Si el tema elegido es una formación vegetal del ecosistema mediterráneo, como el matorral o el monte bajo, las **colecciones de olores**, a partir de fragmentos de especímenes extraídos, pueden revelarse muy pertinentes para representar un acercamiento sensible a estos medios. Muestras de plantas aromáticas: tomillo; romero; lavanda; salvia; eneldo; alcaravea; anís; cilantro; melisa; albahaca; orégano; hinojo; vainas de ginesta; guisante de olor; silicuas de verbena olorosa; cápsulas de jara; fragmentos de agujas o piñas; diferenciando el pino carrasco (*Pinus halepensis*), el pino silvestre (*Pinus sylvestris*), el pino negro de Austria (*Pinus nigra*), el pino piñonero (*Pinus pinea*), el pino marítimo (*Pinus pinaster*); hojas o frutos abiertos (para liberar mejor los olores) de robles, enebros, olivos salvajes, etc. Las hojas y frutos se colectan previamente y se meten en frascos, cápsulas o cajas (según su disponibilidad). El objetivo consiste en reconocer las especies por su olor, con los ojos cerrados. El segundo objetivo para el alumnado es poder describir y distinguir sus sensaciones olfativas en el cuaderno.

3. Explorar los aspectos espirituales de los servicios culturales

- Después de esta etapa de escucha, de captación, de enriquecimiento de la mirada y de sensibilidad al contacto directo con la diversidad biológica, el alumnado aborda el alcance simbólico, espiritual e inspirador que tienen para la mente humana los elementos bio-diversos que han elegido.
- El/la docente ajusta el estudio por etapas.

Comienza así:

- Muchas especies animales y vegetales son, de hecho, veneradas y sacralizadas por muchas culturas.
- En los orígenes, los primeros pueblos reconocieron muy pronto la importancia de las especies como recurso primordial, pero también como eslabón del equilibrio de los seres vivos.
- Básicamente cazadores y recolectores, su modo de vida se inscribía dentro de la relación de interacción y confrontación “cara a cara” permanente, con las especies animales en particular. Las representaciones simbólicas de la naturaleza están llenas de figuras animales, referencias a la vida de los animales (a través de los ritos que se pueden leer parcialmente como representaciones animadas y teatralizadas de una relación con los seres vivos).

El/la docente puede hacer referencia a muchos ejemplos:

En África, las máscaras rituales del “dama” (rito funerario del pueblo dogón) encarnan al antilope, al bóvido, al pájaro (kanaga), figuras del mito ancestral Nommo, etc. La espectacular figura de la serpiente Banjoni en las esculturas totémicas de los Bagas de Guinea, símbolo de longevidad y del poder divino, a la que se acude para pedir consejo.

- Cuando el alumnado vive en contacto con estas culturas o en regiones geográficas cercanas, el/la docente fomenta el contacto con personas de la comunidad como personas recurso: narradores, poetas, chamanes, pastores nómadas, cazadores, rastreadores y pescadores que puedan transmitir ejemplos y dar testimonio al alumnado.
- En Occidente, el alumnado, en función de su tema de origen, puede documentarse sobre la transmisión oral de distintas culturas, visitar las colecciones de los museos (primeras artes), localizar las representaciones de especies animales y esbozarlas en su cuaderno; preguntarse sobre los textos sagrados y las civilizaciones pasadas (antiguo Egipto), sobre sus propios mitos, sus cuentos antiguos o más recientes (Grimm, Andersen, Kipling), sus fábulas (La Fontaine); y estudiar los símbolos, los sentidos y los valores que transmiten las especies animales o vegetales.

Todos reproducen y colocan notas, textos e imágenes en sus cuadernos.

El/la docente continúa precisando la relación con las especies de los primeros pueblos en un contexto más amplio:

- A veces nómadas, enfrentados constantemente a la disponibilidad de los recursos y de las limitaciones del medio, los primeros pueblos se apoyan en mitos fundadores, en creencias animistas y en ritos que estructuran sus sociedades tradicionales. Sus representaciones de los seres vivos están arraigadas en estos mitos y creencias.
- Los mitos ancestrales suelen ser portadores de una cosmogonía, de una verdadera organización del mundo, donde cada especie se encuentra en su lugar, cada ser vivo encuentra un sitio en el cosmos.

Así, al apoyarse en su cosmogonía, los pueblos inscriben su modo de vida en una pertenencia a la naturaleza, al mismo tiempo que establecen y desarrollan formas de acceso a los recursos naturales que respetan las poblaciones de especies y las interacciones entre éstas y su medio.

- En esta fase, el/la docente cita ejemplos:

Ejemplos:

En muchas culturas, entre las que se incluyen los grupos étnicos de los Penan en Malasia, los Asmat en Indonesia, los Kasua y los Bosquimanos en África, los yanomamos amazónicos y los aborígenes australianos, la obtención de especies en el contexto de la caza o de la pesca es objeto de negociaciones con figuras simbólicas, divinidades y dueños de los recursos, o se arraigan en una cosmogonía, como la el Sueño del Tiempo de los aborígenes.

Incluso entre los pueblos del gran norte siberiano (Evenki, Chukchi), los cazadores, que también son pescadores y ganaderos, tienen un estricto código de leyes para la caza, basado en su gestión de recursos del territorio, que está relacionada con una cosmogonía particular. De este modo, sólo se puede cazar una cantidad determinada de ejemplares en una población de renos salvajes o de patos. Se instalan trampas únicamente en determinados lugares y para determinadas especies. No se colectan todos los huevos de un mismo nido, etc.

- El alumnado que vive en contacto con estas culturas pueden invitar a asistir a clase a las personas con recursos previamente citadas, con vistas a una posible transmisión de conocimientos a partir de una fuente de información directa.



Cartucho egipcio



Relieve arquitectónico



Recipiente de calabaza



Bota de equitación



Houdah



Arabesco

- En función de su tema de estudio, relacionado con la fauna, la flora o la caza, el alumnado plasma la información, los relatos y los croquis en sus cuadernos.
- En la mayoría de las regiones del mundo, el/la docente también puede impulsar un encuentro con científicos, antropólogos y etnólogos para hablar de estos aspectos culturales de la biodiversidad, relacionados con las creencias y la espiritualidad de los cazadores-recolectores en particular, ya que permiten poner de relieve la diversidad de pueblos y culturas (una diversidad amenazada por su desaparición), que es importante conocer para aprender a conservarla. La biodiversidad cubre, en efecto, la diversidad de personas y pueblos, portadores de modos de gestión también diversos, con variadas expresiones de una relación primordial del ser humano con la naturaleza que resulta pertinente redescubrir para su conservación.

4. Explorar el patrimonio cultural intangible de las comunidades agrícolas locales

- En función de los temas originales escogidos por el alumnado, como la fauna salvaje o las plantas útiles, el/la docente amplía el estudio de los valores culturales de la biodiversidad a las comunidades rurales que practican una agricultura tradicional, a menudo renovada y mejorada y, en ocasiones, biológica, distinta de la agricultura industrial o intensiva.
- Explica que, en este contexto, las comunidades suelen ser garantes de los equilibrios ecológicos de la biodiversidad y de los servicios ecosistémicos de apoyo y regulación (véase la Actividad 7).

Su acción se basa en un control de la **agro-biodiversidad**, en la adquisición de un patrimonio cultural intangible compuesto por saberes teóricos y prácticos, por conocimientos relativos a las especies, el saber hacer, gestos aprendidos, artesanías desarrolladas y herramientas elaboradas, con frecuencia relacionados con ritos y valores.

El/la docente enumera las comunidades que practican el cultivo del arroz, la horticultura, los cultivos de regadío, la agricultura itinerante, etc. La mayoría de las poblaciones tradicionales que viven de la agricultura se encuentran en el sudeste asiático, en los Andes.

Hace referencia a ciertas comunidades:

Los Kelabit malayos viven en zonas de montañas tropicales donde cultivan arroz. Se han convertido en expertos en la gestión del agua en las vertientes mediante la desviación de arroyos y la creación de canales de riego en zonas forestales seminaturales que mantienen y donde ubican sus arrozales.

Las comunidades agrícolas de los Andes llegan a utilizar varios miles de especies de patata en sus terrazas. Los cultivadores de Java plantan cientos de especies hortenses y hortícolas en sus huertos. Las cosechas se escalonan en el tiempo, los cultivos rotan. El barbecho puede practicarse en ciertas parcelas para que los suelos descansen. La reducción de la



Jengibre



Zarzaparrilla



Viña

labranza permite redinamizar la fauna y la microflora del suelo. Las semillas, que constituyen bancos de genes que agrupando las variedades de cereales, son almacenadas. Esto permite explotar mejor los microentornos, conservar la biodiversidad y diversificar las fuentes de ingresos.

- Los alumnos y alumnas se acercan a estas prácticas, las explican y presentan el contenido en sus cuadernos. Las organizan y comparten en forma de bancos de datos y de conocimientos aplicados, como fuentes de inspiración para el croquis, el dibujo o la pintura.
- Las asocian a los ritos que las acompañan, con frecuencia relacionados con el calendario agrícola.

Las plantas se sacralizan durante las fiestas de las cosechas, fiestas relacionadas con el ciclo de las estaciones.

Ejemplo:

El maíz sigue siendo socialmente muy valorado en las comunidades quechuas y es celebrado mediante ritos de inicio de la cosecha, que ponen de relieve el carácter precioso y sagrado del recurso.

- La clase, de esta manera, descubre y valora todo el imaginario colectivo relacionado con el calendario agrícola y campesino, por ejemplo, el de las mesícolas, esas plantas silvestres tan conocidas y populares (amapolas, acianos, matricarias, adonis), huéspedes clásicos de los cultivos o de los medios modificados por el ser humano, toleradas desde hace mucho tiempo porque se asocian a cualidades ecológicas incontestables, y cuyo regreso podría ver renacer la imagen de una agricultura productora de paisajes coloridos y de medios diversificados.

5. Explorar la simbología cultural de las plantas

- En su región respectiva, el alumnado que haya escogido temas relativos a los vegetales dedican esta etapa de la actividad a realizar una investigación sobre la simbología de las plantas en su cultura.

El/la docente puede evocar la simbología vegetal, sagrada y profana, de la cultura occidental a través de los siguientes puntos:

- La simbología sagrada de las plantas silvestres y cultivadas, que ha evolucionado a lo largo del tiempo y está presente en los mitos, los textos antiguos, la literatura, la pintura de temática religiosa o mítica: los lirios azules, símbolo del sufrimiento de la Virgen para Hugo Van der Goes; las coronas de rosas sagradas de la Primavera de Botticelli; la granada y sus numerosos granos, símbolo de la fertilidad para Rossetti; las cerezas que invocan la Pasión de Jesucristo en Tiziano; los cipreses atormentados de Van Gogh, que parecen fogonazos o espejismos surgidos de una tierra demasiado caliente.
- Una simbología derivada, más profana y doméstica, relacionada con la historia de los seres humanos, que confieren virtudes y se erigen en emblemas, como la felicidad asociada al muérdago, la potencia del roble, la rosa emblemática de Inglaterra, el cardo de Escocia, el abeto que se ha convertido en el árbol de Navidad, etc.
- El alumnado trabaja en sus cuadernos en la evolución de estos símbolos, entre sagrados y profanos, una evolución que se encuentra también en otras culturas, como sucede con el loto, símbolo divino de la tradición hinduista que se ha convertido en la flor nacional de la India, o el ciclamen de Japón, convertido en la flor sagrada del amor.

6. Proponer una fase de expresión libre a partir del estudio realizado sobre el tema

- Finalmente, se exponen los cuadernos, que se consultan en clase y encierran un estudio inspirador que puede constituir el camino hacia un proyecto de creación más libre:

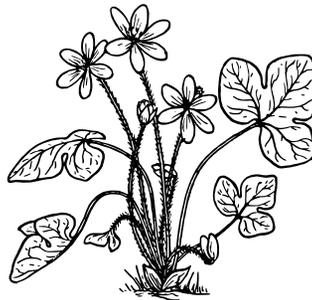
Cada grupo puede realizar en un panel una representación resumida del tema escogido. Un tema que ilustre la biodiversidad y que sea objeto de múltiples interpretaciones culturales.



Colibrí



Señuelo



Hepática



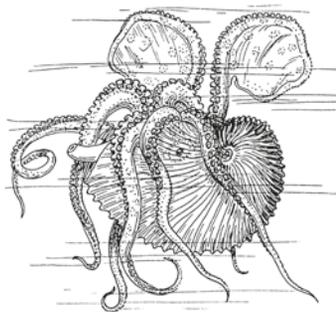
Ciervo



Hipocampo



Menta



Nautilo



Verónica



Alce



Brezo

Tabla de la agro-diversidad, ¿una fábrica de producción sostenible?

Tras la identificación de los servicios de abastecimiento en la Actividad 7, el/la docente propone a la clase la elaboración de un informe sobre la situación de los servicios vinculados al abastecimiento del ecosistema que estén relacionados con la alimentación.

Para ello, la clase elabora un inventario de los recursos, evaluando el estado de los servicios y el impacto de los modos de producción en el medio ambiente. En el anexo los alumnos adjuntan un calendario de frutas y verduras de temporada.



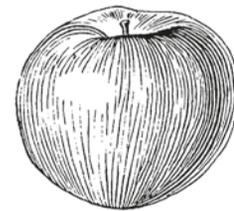
Higos



Cucurbitáceas



Uvas



Manzana

1. Enumerar los productos alimentarios de origen vegetal y animal que se cultiven, cosechen y consuman localmente

- La clase dibuja una tabla en la pared, sobre un papel.
- En la primera columna, el alumnado y el/la docente hacen el inventario de los principales suministros alimentarios producidos, cosechados y consumidos localmente. Según las regiones del mundo, se trata de suministros accesibles en los mercados, en las tiendas y supermercados.
- En un primer momento, se da prioridad a las plantas comestibles cultivadas, así como a las plantas silvestres que se consumen, producidas en vergeles por ejemplo. Después se extiende a ejemplos de especies animales procedentes de la ganadería y, en muchas regiones, de la caza y de la pesca.
- Eventualmente también se incluyen en la lista, uno o dos ejemplos de productos listos para consumir: plato preparado, producto congelado. El alumnado procede a la clasificación vertical de las plantas por categoría botánica en la primera columna de la tabla, citando como máximo dos especies por categoría:

Ejemplos:

Verduras:

- *El ajo o la cebolla entre los bulbos comestibles*
- *Los tubérculos de patata, pecíolos de apio o turiones de bambú entre los tallos*
- *La zanahoria o la mandioca entre las raíces*
- *El berro de agua, la espinaca, el diente de león, el amaranto híbrido entre las verduras de hoja*

Frutos carnosos:

- *La granada, el tomate, el arándano, el guayabo peruano entre las bayas o frutas con pepitas*
- *la oliva o el albaricoque entre las drupas*

Frutos secos:

- *Frutos indehiscentes, los cariósidos muy extendidos, como el trigo, el maíz, la cebada, el centeno o los aquenios, como la castaña o el marañón*
- *Frutos dehiscentes, incluyendo las numerosas vainas, como la judía común, el caupí, el guisante, la judía azukiy las silicuas, entre las que se incluyen las coles, el rábano, la mostaza y la colza*

- Entre las plantas citadas no se omiten los ejemplos de plantas silvestres que presentan interés alimentario, así como las especies frutales de los vergeles y las especies forestales propicias para la cosecha, la retirada o la extracción de productos comestibles.

Ejemplos:

Según las regiones, se pueden citar entre las especies originadas en la vegetación natural las siguientes: el azufaifo (Ziziphus spina-christi) o el baobab (Adansonia digitata) de las regiones secas; entre las especies frutales de los vergeles semi naturales: los nogales y los manzanos salvajes de Asia central; entre las especies que suministran productos forestales no leñosos y comestibles: el arce azucarado de Canadá (jarabe de arce), el argán de Marruecos (aceite), el abedul de la taiga (bebida azucarada y acidificada obtenida mediante la extracción de la savia), el árbol vaca de los bosques de Venezuela (bebida parecida a la leche obtenida de la savia).

- En un segundo período, la clase se concentra en la alimentación a base de productos de origen animal. Se hace una lista con las especies que suministran la carne y otros productos derivados de la ganadería, la carne de caza, las especies que suministran el pescado procedente de la pesca de captura o de la acuicultura, todos los productos alimentarios que cubren las necesidades de proteínas y oligoelementos del organismo humano, etc.

Según las regiones, el alumnado enumera las principales especies o variedades seleccionadas que constituyen principalmente la ganadería bovina, ovina o caprina que se practique *in situ*, como las razas Aubrac y Holstein de los bovinos europeos. El alumnado amplía eventualmente la lista a otros productos animales consumidos. Por un lado, se enumeran los ungulados salvajes que constituyen la carne de la sabana o el comercio del venado (en África, Indonesia), los titís, lémures y aves cazados en Madagascar. Por otro lado, se interesan por las especies marinas suministradas por la pesca de captura, cuando son objeto de una pesca excesiva, como el pez espada, el atún rojo, la platija, el lenguado, el rodaballo y la merluza. El alumnado incluye las especies producidas por la acuicultura de agua dulce, entre las que se encuentran muchas variedades de carpas, así como las especies procedentes de la maricultura o de la cultura en agua salobre, principalmente los moluscos y crustáceos.

- En lo que respecta al plato preparado y congelado, la “comida instantánea” se identifican precisamente los alimentos contenidos en el plato. ¿Contiene verduras? ¿Cuál es su contenido en grasas, azúcares y sal? ¿Se le añade algo? ¿Contiene aditivos alimentarios? ¿De qué tipo?

Se observa en detalle el envase: ¿Está constituido por varios elementos: envase de cartón, bandejita de aluminio, película de plástico, bolsa al vacío, cubiertos desechables?

2. Identificar el lugar y la periodicidad de la producción y elaborar un calendario de las temporadas de los productos

- En la segunda columna de la tabla, el alumnado identifica y califica determinados aspectos de la producción de cada alimento que se cita y estudia.

¿El producto alimentario es objeto de una producción local o nacional? ¿De una cosecha local? ¿De una producción de temporada?

¿Se transforma localmente a través de la industria agro-alimentaria? ¿Qué otros productos alimentarios se derivan de la materia prima?

- Para facilitar el llenado de la tabla, la segunda columna se divide en dos semicolumnas. La primera corresponde al lugar de la cosecha o de la producción (*in situ* o importación) y la segunda corresponde a la época de producción (de temporada o permanente).
- Por línea de alimento, el alumnado complementa las casillas, indicando el lugar y la época de producción, y asocia las respuestas a un juego de fichas: una ficha verde para la producción *in situ*, una ficha roja para la importación; una ficha verde para la producción de temporada y una roja para la producción permanente. Las prácticas respetuosas con el medio ambiente y la salud se indicarán en verde y las prácticas más perjudiciales se indicarán en rojo.

Los productos transformados o derivados, procedentes de los alimentos básicos, se especifican en la semicolumna que indica el lugar de producción.

Ejemplos:

Los alumnos y alumnas europeos encuentran en sus países fresas de Australia, judías de Kenia, filetes de carne bovina Argentina, manzanas del Cabo y rebozuelos de Norteamérica.

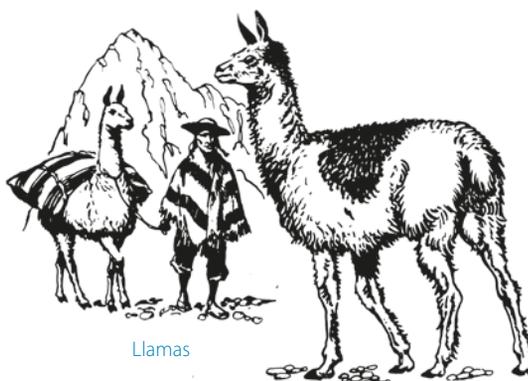
Estos productos, por lo tanto, son importados del otro lado del mundo y no son objeto de una producción local. El alumnado se hace preguntas como ¿por qué hay que ir tan lejos a buscar lo que los/as agricultores/as y productores/as de su región pueden producir localmente a partir de especies adaptadas, si en los productos regionales no faltan las carnes ni los quesos procedentes de especies bovinas distintas o de un número infinito de variedades de manzanas?



Cáñamo



Arándano rojo



Llamas

- Se asocian estos productos a fichas rojas que indican que no se producen localmente y son objeto de un sistema de transporte (sobre todo por avión), que consume mucha energía y, por lo tanto, es contaminante.

Otros ejemplos:

Por un lado, en África y el sudeste asiático, los cultivos de maíz o de arroz (frecuentemente a partir de una sola especie que constituye la única fuente de ingresos para las poblaciones) se practican intensivamente con vistas a su exportación. Generan costes importantes para los colectivos locales (falta de rentabilidad, falta de infraestructuras y de medios de producción, acondicionamiento, dependencia de la materia prima). Estos cultivos se asocian a fichas verdes y rojas, ya que, aunque se producen localmente, "alimentan" en primer lugar la exportación, y constituyen servicios de abastecimiento de alimentación deficientes para la población local, deterioran el ecosistema y la biodiversidad (agotamiento de las tierras, erosión genética).

En muchas regiones de gran actividad pesquera en el mundo, los productos procedentes de la captura se dirigen en ocasiones directamente, a la transformación local (manufacturas de conservas para las sardinas, cadena de frío y congelados para otros productos, transformación en terrinas, purés, salsas), en fábricas caras (en energía, por ejemplo), con vistas a una exportación costosa (transporte, envasado) sin ser explotados de manera sostenible en el contexto del suministro local de los habitantes. Aquí los productos también se asocian a fichas verdes y rojas.

- El/la docente alienta al alumnado a ir a los mercados, a consultar las etiquetas, a fijarse en el origen geográfico de los productos que se ponen a la venta. Este estudio de campo facilita el llenado de la tabla. En lo que respecta a la periodicidad de la producción, preguntan a quienes venden en el mercado, que muchas veces son pequeños productores u horticultores, más que comerciantes o vendedores de fruta y verdura. Así se informan sobre la época de plena madurez de la fruta y verdura estudiadas, la temporada en la que resultan más sabrosas y que refleja su ciclo vegetativo natural.
- Adjunto a la tabla, pueden crear un calendario individual de frutas y verduras de temporada, que se convertirá en una herramienta de bolsillo para mejorar su consumo. El estudio relativo a la periodicidad de los productos les ayuda a rellenar la tabla.

Ejemplos:

En Europa, el alumnado redescubre que existe toda una temporada de la fresa que transcurre entre mayo y julio. Constata que la temporada de la lechuga o de los canónigos transcurre entre junio y septiembre. Comprende que estos alimentos se producen localmente durante todo el año, en invernaderos con calefacción que consumen una gran cantidad de energía.

En los países del Magreb se localiza la temporada de cítricos (naranja, mandarina, pomelo) que no siempre se respeta en el contexto de las culturas intensivas de regadío abundante.

- Se distingue entre las distintas periodicidades de producción mediante fichas verdes y rojas en la tabla.

Ejemplo:

Con un producto muy apreciado, como el tomate, se distingue en el interior de una misma zona geográfica la producción de plena temporada, en el marco de cultivos comestibles o jardines familiares, el cultivo de campo en una temporada plenamente explotada y el cultivo fuera de temporada en invernadero con calefacción. Se pueden distinguir especies o variedades según sus usos.

3. Calificar el modo de producción de los alimentos y su impacto en el ecosistema y la biodiversidad

- En la tercera columna de la tabla, la clase se interesa por el modo de producción del producto alimentario estudiado.
- De este modo, en relación con la producción alimentaria vegetal, el alumnado determina, para cada producto, los puntos siguientes:
 - ¿Es objeto de cultivo intensivo en el marco de una agricultura convencional?
 - ¿Es producto de la agricultura fuera del suelo, en el contexto de un cultivo forzado (por aceleración del proceso de maduración) en invernadero?
 - ¿Procede de la agricultura integrada o de la agricultura tradicional mejorada, con el objetivo de conseguir rendimientos importantes y, al mismo tiempo, reducir la utilización de abonos o pesticidas químicos gracias a la aplicación de estrategias preventivas a partir de mecanismos naturales (la lucha biológica gracias a la biodiversidad y la presencia de depredadores naturales)?
 - ¿Es un producto procedente de la agricultura biológica que conserva el humus del suelo, conserva su fertilidad mediante la rotación de cultivos, excluye la utilización de productos químicos de síntesis, dando prioridad a las variedades cultivadas de forma natural, adaptadas al clima y resistentes a las enfermedades?

Ejemplo:

En California, la agricultura intensiva se practica ampliamente, por ejemplo el cultivo de la lechuga, de la que el 80% de la producción norteamericana procede del Valle de Salinas

En lo que respecta a las producciones de cereales en Norteamérica, el maíz ha dado lugar a un cultivo intensivo mecanizado que se encuentra entre los más productivos de los países industrializados. El cultivo del trigo puede ser parcialmente extensivo, con menos insumos por hectárea que las producciones europeas, pero se sigue practicando con ánimo de lucro en terrenos usados y arrasados por la agricultura intensiva. Del mismo modo, el cultivo del arroz en el sur de China, y el del trigo en el norte del país, se han intensificado como correspondencia al esfuerzo de productividad para alimentar a un número cada vez mayor de personas. Pero, aún así, estos productos alimentarios fabricados de forma industrial y de menor calidad se destinan en gran parte a la exportación y la comercialización.

- El alumnado especifica las características de los modos de producción en la tercera columna de la tabla. Con la agricultura intensiva registran la utilización masiva de abonos y pesticidas. A continuación, la selección de semillas, la mecanización cada vez más utilizada, la centralización de las capas de agua para el riego, la distorsión del mercado mundial mediante las subvenciones que sostienen las exportaciones, etc.
- Se asocian estos aspectos a las fichas correspondientes (en este caso, rojas).



- Paralelamente a la tercera columna, el alumnado rellena, para cada producto incluido en la tabla, la cuarta columna, que evalúa el impacto del modo de producción del producto en cuestión sobre el entorno, en términos de pérdidas o beneficios para el ecosistema y la biodiversidad. Menciona las consecuencias precisas de estos modos de producción.
- Para ello hacen investigaciones previas. Con ayuda del profesor/a y de los miembros de la comunidad científica local, estudian los indicadores, se informan sobre los índices de contaminación, los porcentajes de tierras degradadas, localizan dichas tierras, evalúan el empobrecimiento de las existencias genéticas regionales, la reducción de las poblaciones de las especies y la disminución de las reservas de agua.
- Después se destacan las pérdidas enumeradas para el ecosistema y la biodiversidad mediante las fichas adecuadas (en este caso, también rojas).

Ejemplos:

- *Los residuos de sustancias químicas de síntesis (biocidas, abonos) constituyen una fuente importante de contaminación del aire, de los suelos y de las aguas. Los pesticidas y herbicidas presentes en el aire degradan las fragancias florales, las hormonas y feromonas, afectan a muchas especies y a las actividades de polinización y reproducción (animales de sangre fría). El incremento de abonos crea un exceso de materias nitrogenadas en el suelo y los convierten en salinos. Los nitratos se dirigen hacia las aguas superficiales, donde se infiltran en las capas subterráneas y contaminan los recursos hídricos. Los residuos se pueden detectar en los alimentos producidos: se constata en ocasiones una toxicidad de los organismos acuáticos y los peces de río por bioacumulación.*
- *Otras consecuencias pueden ser: la disminución del contenido orgánico de los suelos, no recargado o no conservado debido a la intensificación de los cultivos; la impermeabilización de los suelos por un asentamiento realizado por maquinaria pesada.*

- A continuación, el alumnado se concentra en los productos de ganadería.
Pone de manifiesto un cierto paralelismo entre los cultivos intensivos y la ganadería intensiva, cuyo objetivo es aumentar la productividad reduciendo la fase de crecimiento del animal.
- Se enumeran las características de este modo de producción: concentración de un gran número de animales e incomodidad de por vida para éstos; menor calidad de los productos a lo largo de toda la cadena: desde la alimentación de los animales hasta el alimento producido al final (carne y productos derivados de la ganadería); uso de tratamientos antibióticos.
- Con el juego de fichas, señalan las pérdidas para el ecosistema que formulan previamente. La ganadería intensiva provoca una deforestación importante en determinadas regiones del mundo (América del Sur, sudeste asiático). La falta de superficies de esparcimiento suficientes para la ganadería porcina provoca en particular que la cantidad de desechos animales sea demasiado grande para ser absorbida por los terrenos, lo que conlleva a la contaminación del agua por escorrentía (Bretaña en Francia, China). El aumento de la ganadería para la producción de carne bovina genera una gran cantidad de metano (gas producido durante la digestión de los animales), que constituye el 18% de los gases de efecto invernadero.
- Por otro lado, se concentran en las situaciones en las que el ecosistema se beneficia de los modos de producción.

Ejemplo:

Una de las principales preocupaciones o características de la agricultura biológica es la conservación de la fertilidad del suelo, desde una perspectiva de sostenibilidad. Por consiguiente, la reconstitución permanente de la fracción orgánica y viva del suelo se basa en medidas concretas: rotación de cultivos, distribución de leguminosas, recurrir a cultivos temporales de abonos ecológicos (centeno y leguminosas, según el caso). Véase Vol I. Parte 2.

- El alumnado valora estas medidas en la tabla como **beneficios** para el ecosistema.

Otro ejemplo:

En las regiones del mundo en las que la capa que se puede arar queda particularmente expuesta a condiciones climáticas, los agricultores y agricultoras optan por medidas cercanas que reflejan la agricultura tradicional mejorada o la agro-ecología, reduciendo las labranzas y optando por la siembra directa sobre cubierta vegetal (en lugar de la agricultura tradicional sobre superficies quemadas).

- En función de los modos de cultivo o de ganadería abordados (que deben reflejar la máxima diversidad posible), el alumnado coloca numerosas fichas verdes.

4. Evaluar el estado final de los servicios de abastecimiento de alimentos de los ecosistemas de la región

- Por último, el alumnado procede al recuento de fichas verdes y rojas y evalúan el estado de deterioro o conservación de los servicios de abastecimiento de productos originados en los cultivos, la ganadería, la recolección o la caza.
- De hecho, no se omite la evaluación de los productos originados en la flora o la fauna silvestres, que presentan tradicionalmente una utilidad directa para la alimentación. El uso de éstos se dirige frecuentemente por códigos, modos de gestión respetuosos con los ecosistemas que tienden a dejar de lado o abandonar las prácticas para obtener beneficios económicos rápidos y fáciles.
- El recuento de fichas verdes y rojas permite al alumnado realizar un tipo de evaluación, por producto, del estado del servicio de abastecimiento en una quinta columna. Lo llevan a cabo en dos tiempos (y en dos semicolumnas):
 1. ¿Es rentable el servicio? ¿Se mantiene su rendimiento? O, por el contrario, ¿muestra signos de deterioro o agotamiento (sobreexplotación de productos de la pesca, erosión de las tierras)?
 2. ¿El servicio es sostenible en el contexto del entorno local y global?
- En una sexta y última columna, el alumnado determina si el servicio de abastecimiento cumple su función principal, la de alimentar a la población. ¿Permite proveer bien de alimentos a la población? ¿Conserva el equilibrio alimentario? ¿Participa en el mantenimiento de la salud pública?
- En particular, se evalúa el impacto de los modos de producción de los alimentos animales y vegetales en la salud humana. Por ejemplo, ¿cuáles son los riesgos sanitarios generados por los alimentos o los tratamientos por los que pasan los animales (en la acuicultura intensiva se produce una tonelada de salmón de cría a partir de 5 toneladas de pescado silvestre reducidas a harina; después de utilizar tratamientos químicos o antibióticos, se encuentran sustancias patógenas, cancerígenas y mutagénicas en los alimentos, etc.)?



Cultivadores



Montículo



Mazorca de maíz

Preparación de fichas comparativas a partir de los servicios de apoyo y de regulación

Mediante la escritura de guiones aquí propuesta, los alumnos se concentran en el rol de las **especies clave** (véase la Actividad 4, sección 3) para el funcionamiento y mantenimiento de los servicios de apoyo y regulación de los ecosistemas.

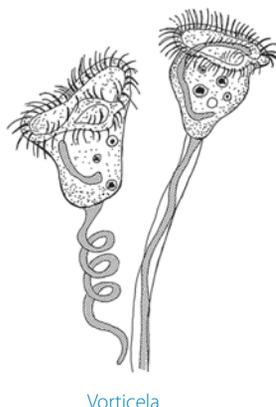
La redacción de textos en grupo, a varias manos, y siguiendo guiones diferentes, permite aprehender el alcance y las etapas de la función ecológica que cumplen dichas especies.

- Es primordial que la clase, guiada por el docente, trate de elegir especies cuyos rasgos funcionales intervengan directamente en la prestación de los servicios de apoyo y regulación, como por ejemplo es el caso, dentro de la microflora del suelo, de los hongos (que participan en el reciclaje de la necromasa, el tratamiento natural de los desechos y el ciclo de los alimentos), o como son los agentes polinizadores y diseminadores, que influyen en la producción de materia orgánica, la evolución de las poblaciones de especies (su reproductibilidad, densidad, distribución, etc.) o la oferta de hábitats naturales.

Cabe también hacer referencia a las especies que dan lugar al fitoplancton o a los arrecifes coralinos, tan importantes para la fotosíntesis en aguas marinas y para los ciclos combinados del oxígeno y el carbono. Otro ejemplo es el de los organismos "ingenieros", como las lombrices de tierra o castores, que influyen directamente, de formas diversas, en la creación y transformación de los medios, generando las condiciones de vida propicias y los hábitats de una biocenosis en particular.

Una vez hecha la selección, los alumnos se concentran en la escritura del primer guión.

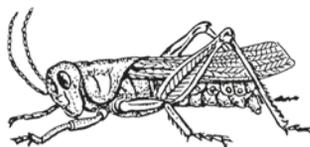
Para proponer un método y una serie de etapas de escritura, tomemos el ejemplo de los **hongos del suelo**.



Vorticela



Caracol



Saltamontes



Champiñones

1. Escribir las bases de un primer guión que describa el mantenimiento de los servicios de apoyo y de regulación cuando las condiciones son favorables

- La escritura del guión requiere que los alumnos, orientados por el profesor, lleven a cabo una investigación previa, recopilando documentación y también visitando el terreno para entrar en contacto con las especies y los organismos clorofílicos que crecen junto a los árboles en el bosque, la sabana (o bosque claro) o la pluviselva.

Se trata de entender mejor las características de las distintas categorías de hongos del suelo (micorrizógenos, saprófitos), así como sus interacciones con las plantas y las asociaciones que establecen con numerosas especies (de invertebrados, microorganismos, bacterias), a menudo beneficiosas para la productividad del ecosistema y el mantenimiento de los servicios ecológicos.

- Una vez que el docente haya concretado y los alumnos hayan entendido la información necesaria y los mecanismos de trabajo, empieza la labor de escritura colectiva del guión. El texto debe ser imaginativo, dinámico y atractivo, y a la vez, dar cuenta de los conocimientos adquiridos.

Contexto

- Los alumnos sitúan la acción del guión. El lugar que puede ser por ejemplo, la base de un árbol: ¿qué árbol? Las especies de árboles difieren según la región de que se trate, y a cada especie leñosa se asocian distintas categorías de hongos. Para empezar, los alumnos precisan esas categorías y determinan las especies fúngicas que pueden encontrarse en el lugar elegido. Existen hongos limpiadores (los saprófitos), que descomponen la materia muerta (del mantillo a la celulosa), y otros que tienen mayor participación en el ciclo de los nutrientes por su condición de simbiontes asociados a plantas vivas: son los hongos micorrizógenos.
- En función de las especies leñosas elegidas los alumnos describen el contexto, la atmósfera, el mantillo y los olores del bosque.

Ejemplos:

Los bosques de piceas de las regiones montañosas o templadas forman sotobosques muy oscuros, en los que medran saprófitos especializados en la descomposición del mantillo de coníferas, como el champiñón del Sol (Agaricus sylvaticus). En los bosques catedralicios de hayas, donde reinan condiciones muy rigurosas, hay descomponedores del mantillo o de la lignina del haya como la colibia de sombrero estriado (Megacollybia platyphylla). En cambio, los robledales configuran un medio más ralo y aireado, donde el roble se mezcla con otros árboles frondosos como el castaño y prosperan los saprófitos afiliados a esas especies, como la lengua de buey (Fistulina hepatica).

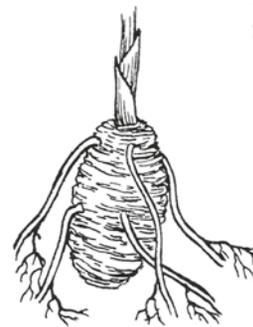
- A continuación los alumnos describen las condiciones microclimáticas y los recursos del contexto: temperatura, buenas condiciones de protección (el hongo es amante del calor y los lechos mullidos), humedad, luz, altitud y estación o periodo del año.

Organismos presentes:

- La clase hace la lista de los actores del guión, describiendo las especies clave elegidas, en este caso los hongos, así como otras especies acompañantes también esenciales para la acción de los hongos.
- Los hongos adoptan todo tipo de formas: de microorganismos unicelulares como las levaduras o pluricelulares como los mohos a otras formas, que los alumnos pueden describir, dotadas casi siempre de fructificación aparente (sombrero). Los que interesan a los alumnos (saprófitos y micorrizógenos) pueden tener diversos tipos de sombrero (del boleto a la colmenilla [sombrero alveolado] en las regiones templadas), pero sobre todo tienen en común el hecho de presentar un aparato alimentario filamentososo y ramificado: el micelio. Los alumnos los describen a través de imágenes.
- En la fase de investigación previa a la escritura del guión, los alumnos habrán trillado el mantillo, removido la tierra, excavado el suelo hasta cierta profundidad y descubierto los filamentos de los hongos, así como las especies acompañantes que pueblan la capa superficial del suelo: lombrices de tierra, cochinillas de humedad, hormigas (en las regiones de sabana en particular), colémbolos, etc.
- Las aclaraciones del docente permiten reformular la información obtenida sobre el terreno. La clase puede entonces, poner de relieve la actividad de la capa superior del suelo tal como la percibe. Los alumnos realzan así el papel de los “actores”-protagonistas utilizando sus propias palabras y el docente reformula.



Pedo de lobo



Rizoma



Pixidio

- La idea consiste en exponer la actividad del suelo como matriz dinámica: una zona de intercambio de varias decenas de centímetros de espesor influida por las raíces, la materia orgánica en descomposición, la erosión de las rocas y la acción conjunta que realizan la fauna, la microflora y los microorganismos del suelo.

- ¿Cómo dan lugar esos intercambios a reacciones químicas que favorecen el desarrollo y el metabolismo de bacterias muy diversas? ¿De qué forma los exudados radiculares estimulan la actividad microbiana y bacteriana, que es mucho más intensa que en los suelos carentes de raíces? ¿De qué manera las colonias bacterianas se establecen en los mejores aliados de los hongos, y “trabajan” en los procesos de descomposición, liberación de minerales y degradación biológica de contaminantes?

- ¿Cómo se oxigenan los suelos? ¿De qué forma se favorece el proceso de descomposición? ¿Cómo es posible la presencia de bacterias aerobias, que necesitan dioxígeno para vivir? Respuesta: gracias a la acción de las lombrices de tierra. ¿Cuál es el papel fundamental que estas desempeñan, antes de que intervengan los hongos? El interés de las lombrices reside en sus terrículos, que contienen grumos de suelo modificado y diseminan parches de nutrientes. Son valiosos compañeros que, según se piensa, regulan la diversidad y distribución de los microorganismos del suelo.

- ¿Cuál es la función de otras especies acompañantes indispensables en determinados ecosistemas, como ciertos organismos ingenieros o limpiadores, sin los cuales el ecosistema se vendría abajo y los hongos no podrían cumplir su papel ecológico? ¿Qué función ejercen los invertebrados excavadores como el escarabajo pelotero, que entierra toneladas de materia orgánica en las regiones ganaderas del planeta, o las hormigas de los matorrales (como la sabana o el “*mallee*” australiano), que sin cesar transportan al hormiguero restos de hojas y ramitas que mastican y regurgitan, generando así un abono ideal para el crecimiento fúngico y convirtiendo sus galerías en auténticos criaderos de hongos?

- El relato creado por los alumnos y enmarcado por el docente, debe ser dinámico, sorprendente y ante todo revelador de esta micro-vida oculta que discurre en la rizosfera.

El relato pone en evidencia una vez más, la cadena de la biodiversidad formada por organismos dinámicos cuya acción tiene un alcance que el ser humano suele subestimar.

2. Realzar el papel funcional de los hongos en los servicios ecosistémicos que forman el eje del guión

- Los alumnos se concentran por último en las **funciones ecológicas** de los hongos en el ecosistema.

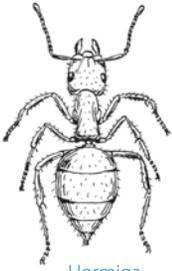
De este modo ponen de relieve la capacidad de un grupo de organismos para sostener el funcionamiento y mejorar la productividad del ecosistema, hasta tal punto que en muchos estudios se intenta analizar y cuantificar el valor económico y ecológico de esta función.

- En un primer momento los alumnos ilustran la capacidad de los **hongos saprófitos** para movilizar los recursos del suelo degradando la materia orgánica, lo que altera igualmente la materia mineral. Estos hongos secretan potentes enzimas que pueden descomponer no solo el mantillo (hojas, briznas), sino también materia orgánica más resistente (celulosa, lignina, etc.) presente en la madera muerta. La asociación con las bacterias es un factor básico, pues solo los hongos y las bacterias son capaces de descomponer esas sustancias.
- Capacidad de penetración y de descomposición, relevo entre especies. Los alumnos insisten en las cadenas de especies fúngicas que intervienen en las sucesivas etapas de la descomposición de un cuerpo orgánico.

Todas las partes del árbol, de las hojas a la lignina, se reciclan, y todos sus elementos químicos vuelven a la cadena trófica. El proceso llega hasta los hongos humícolas (especialistas del humus, como la senderuela [o carrerilla] o las colibias), que refinan la materia muerta y la devuelven por completo a su estado inorgánico, reciclando los elementos nutritivos en el suelo. véase Vol. 1, pág. 135).



Hoja de olmo



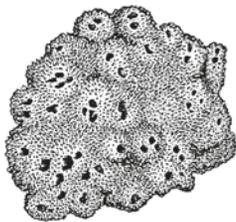
Hormiga

Los hongos saprófitos participan por muy diversas vías en la realización de los servicios de regulación y apoyo que brindan los ecosistemas: reciclaje de la necromasa, constitución de la base trófica del ecosistema, ciclo de los alimentos, mantenimiento de la fertilidad del humus, tratamiento natural de los desechos, entre otras.

- A continuación los alumnos ilustran el papel funcional que cumplen los **hongos micorrizógenos**, poniendo de relieve hasta qué punto esos hongos mejoran la alimentación de las plantas y favorecen la producción de biomasa.

Los alumnos parten del hecho de que los hongos no se desplazan ni sintetizan su propia energía en forma de compuestos carbonados, como hacen los vegetales, los cuales gracias a la fotosíntesis, producen por sí mismos esos elementos. Dado que el hongo micorrizógeno necesita una fuente externa de carbono, este coloniza las raíces de una planta o, aún mejor, de un árbol. Se habla en tal caso de simbiosis, o asociación simbiótica, entre un hongo (mico) y las raíces (riza) de un árbol: es la micorriza. Se trata de un “pacto” mutuamente beneficioso: el hongo obtiene azúcares (compuestos carbonados) de la planta, y esta recibe numerosos nutrientes del hongo.

- Los alumnos destacan los sorprendentes intercambios de nutrientes que tienen lugar entre las plantas gracias a la presencia de los hongos: proezas asombrosas discurren bajo tierra, lejos de nuestra vista y muy a menudo las ignoramos. Tomemos el carbono como ejemplo: una planta puede poner a disposición de una serie de microorganismos, entre ellos hongos micorrizógenos, una elevada proporción de los compuestos que fabrica por fotosíntesis. En tal caso, cuando el mismo hongo coloniza los sistemas radiculares de varias plantas distintas ¡se pueden producir intercambios de carbono de una planta a otra por mediación de los hongos! Así por ejemplo, un abeto poco desarrollado que crezca en un lugar sombreado, puede satisfacer sus necesidades en carbono, aprovechando los aportes de carbono de un abedul situado en las cercanías y bien expuesto a la luz solar.
- Estudiando detenidamente los intercambios de alimentos, los alumnos pueden determinar el “menú completo” que los hongos sirven a los árboles. Para ello, recurren a imágenes o comparaciones: los hongos son en cierto modo los “jefes de distribución”.
- Los hongos micorrizógenos tienen un aparato alimentario formado por una red de hifas comparable a filamentos, a veces muy extensos. Estos pueden infiltrarse en las raíces de los árboles y formar a su alrededor un acúmulo de hifas, como un manguito o manto fúngico en cuyo interior, a nivel intercelular, se producen los intercambios simbióticos.



Esonja



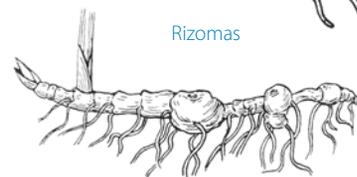
Hoja serruchada



Hoja dentada



Rizomas



De cierta manera las hifas “prolongan” las raíces del árbol, cubriendo un vasto territorio y dándole acceso a yacimientos de nutrientes que de otro modo serían inalcanzables.

De esta manera los hongos suministran en particular a las coníferas (pinos y abetos) y a los caducifolios forestales (como el abedul o el haya) macroelementos especialmente difíciles de obtener, como el fósforo (secuestrado por sus componentes), el nitrógeno, oligoelementos como hierro o manganeso, agua, etc.

- Los alumnos dan cuenta de la importancia de los eslabones dinámicos que aquí y allá, en la gran urdimbre del ecosistema, constituyen los hongos: modulan e intensifican la eficaz circulación de minerales (nitrógeno, fósforo) en el ecosistema; participan activamente en los grandes ciclos biogeoquímicos del planeta; proporcionan compuestos de carbono a las plántulas en desarrollo, influyendo así en la composición de las comunidades vegetales; sirven de intermediarios entre plantas y no temen multiplicarse, diversificarse y ni siquiera “conectarse” con otras redes (un mismo árbol puede asociarse a varios micorrizógenos). Con todo ello mantienen en buen funcionamiento los servicios de apoyo y regulación del ecosistema, e incluso protegen a las plantas de patógenos o contaminantes, por ejemplo acumulando metales pesados en su organismo o reteniéndolos en el manto fúngico.

A lo largo del texto los alumnos describen la mecánica del suelo a través de la labor de esos agentes reticulares que son los hongos.

3. Elaborar un segundo guión que describa la degradación de los servicios de apoyo y regulación como consecuencia del declive de los hongos

Para terminar, los alumnos elaboran un segundo guión en el que imaginan las nefastas condiciones que pueden perturbar, y en última instancia destruir, el contexto propicio para el trabajo y la acción benéfica de los hongos y otros organismos presentes. Pueden elegir entre distintas causas de perturbación.

Describen el contexto resultante de sistemas de labranza en que se remueve la tierra o de una drástica modificación del suelo que perturbe el medio y afecte a las especies. También pueden imaginar la presencia de máquinas que apisonen el suelo o las consecuencias de cosechas intensivas, de un pastoreo excesivo o del pisoteo del suelo por el ganado.

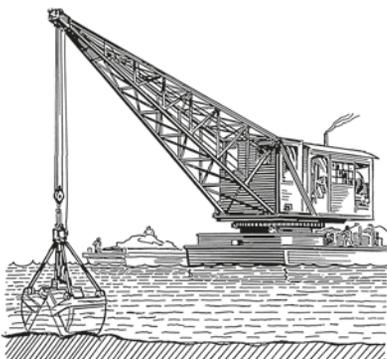
Con respecto al medio forestal, pueden describir las repercusiones de las talas rasas, que alteran profundamente los parámetros bioquímicos, climáticos y microclimáticos del medio.



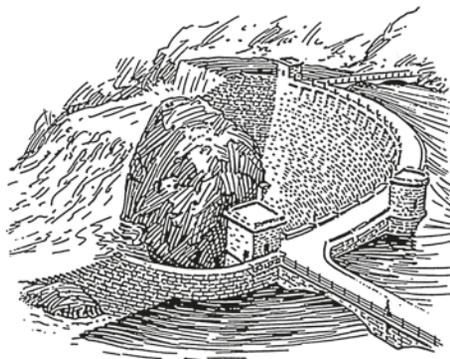
Tamiz



Troncos



Draga



Presa

- La clase describe los efectos sobre las comunidades de especies:

Dada la importancia de parámetros fisicoquímicos como la acidez, la alcalinidad, la temperatura o la presencia de dióxígeno y carbono captado del suelo, para el desarrollo de las bacterias, sus comunidades sufren profundos cambios: bacterias inofensivas, benéficas, a menudo muy útiles en los procesos de regulación ambiental (como rizobios o bacterias aerobias) empiezan a escasear y llegan incluso a desaparecer.

- Sea cual sea la región, la clase describe en su relato las nefastas consecuencias del uso de fertilizantes nitrogenados en la agricultura y silvicultura, el superávit de nitrógeno que ello engendra y la presencia de depósitos ácidos y nitrogenados en los bosques.

Se matizan (a tenor de los estudios) los efectos de esos contaminantes (óxidos de nitrógeno) sobre el número de esporocarpos y de hongos saprófitos y sobre el trabajo de descomposición del mantillo y de fertilización del humus. Los alumnos exponen la relación directa de los contaminantes con la erosión de la diversidad de micorrizógenos, la notable merma de la capacidad de esos organismos para crear micorrizas y los efectos biológicos sobre la propia formación dichas estructuras.

- Los alumnos imaginan después un bosque pobre en micorrizógenos y las consecuencias que ello tiene para la salud de los árboles y la vitalidad general del bosque, en el que las especies intercambian una menor cantidad de elementos nutritivos. Ciertas especies, como es el caso del pino negro de Austria en suelos calcáreos, experimentan un crecimiento casi nulo sin la aportación de los micorrizógenos. A veces, como ocurre con el arce azucarero, dejan de producirse valiosos intercambios con plantas herbáceas. Las redes se deterioran. Las especies vegetan. El bosque cambia de aspecto. Recordemos que en las regiones templadas todas las raíces de los árboles forestales mantienen relaciones simbióticas con los hongos.
- Los alumnos introducen nuevos factores de degradación, por ejemplo la aparición de una enfermedad, una especie invasora, una plaga o un fenómeno climático como un intenso periodo de sequía. En ausencia de micorrizógenos, los árboles se defienden mal de los agentes patógenos que pueden infiltrar sus raíces y, privados del agua que aportan los hongos, resisten con dificultad perturbaciones climáticas como las olas de calor o las heladas.

Los servicios de regulación y de apoyo del ecosistema ya no bastan para mantener o restaurar su equilibrio ecológico. El ecosistema queda perpetuamente degradado.

4. Cotejar los dos guiones y extraer ciertas conclusiones

- Al final, los alumnos repasan sus guiones y deducen de ellos las medidas concretas que convendría privilegiar para mantener o favorecer la actividad fúngica del suelo.
- Entienden por ejemplo la importancia de conservar la diversidad forestal.

Cuanto más diversas sean las poblaciones de un bosque, más variedad de micorrizógenos habrá en él, pues cada especie “se asocia” con sus simbioses predilectos. Además, el sistema radicular de un solo árbol suele dar cobijo a varias especies de micorrizógenos. La biodiversidad es pues un factor multiplicador de la presencia de micorrizógenos y hace que su acción sea más eficaz.

- Los alumnos pueden referirse a medidas específicas: cuando se emprendan grandes talas forestales será esencial preservar los brotes jóvenes que queden en pie organizando los accesos o balizando recorridos para el tránsito de las máquinas. Esos retoños contribuirán a la reimplantación de los hongos en una nueva generación de árboles, pues sabemos que los organismos fúngicos no desaparecen cuando un árbol es abatido, sino que sobreviven durante un tiempo en el rizoma de los tocones gracias a las reservas de carbono. Ello permite mantener en actividad una parte de las redes.

Diálogo y movilización en torno a la agricultura sostenible

Con la puesta en marcha de las actividades de la Parte 2 del libro, el alumnado ha podido darse cuenta hasta qué punto, en nuestra vida diaria, todos dependemos de la biodiversidad, que garantiza el funcionamiento de los ecosistemas y de los servicios irremplazables que éstos nos suministran.

Las dos últimas actividades (9 y 10), en particular, han permitido medir las consecuencias que la decadencia masiva de la biodiversidad tiene para nuestras condiciones de vida (en concreto, en lo que respecta al suministro de alimentos y la degradación de la calidad de los suelos).

- La clase encadena esto con un debate-informe sobre la apuesta que representa la conservación de la biodiversidad en el contexto agrícola, su utilización de manera sostenible y la distribución equitativa de sus beneficios, tal y como recomienda el Convenio sobre la Diversidad Biológica.
- A tales efectos, el alumnado y el/la docente invitan a los actores locales visitar la clase con un objetivo: un agricultor que participa en la dinámica de conservación, una persona responsable de la toma de decisiones o un cargo de elección popular en el plano político y administrativo, un científico o profesional del medio ambiente que represente las acciones de conservación y conozca el contexto local en profundidad.



Ganchero preparando la maderada



Surcos



Guadaña

1. Iniciar el debate en torno a aspectos distintos de la conservación de la agricultura

- El alumnado se constituye en animador del debate. Prepara fichas con preguntas previamente escogidas. No se trata de elaborar una gran cantidad de preguntas, sino de contar con varias preguntas con objetivos específicos y asegurarse de que se vayan encadenando.

Se puede empezar a partir de la experiencia del agricultor en la conservación, en particular en la biodiversidad.

- En primer lugar, nos situamos al nivel del paisaje.

¿Qué papel desempeña el agricultor en el mantenimiento del paisaje? ¿Inscribe sus prácticas al nivel del paisaje? ¿Piensa en el paisaje en su totalidad y en su nivel integrador?

¿Conserva los acondicionamientos paisajísticos, como los setos, las franjas de bosque y las franjas florales? ¿Se preocupa por la conectividad de los medios cerrados y de los medios abiertos? ¿Conserva las líneas de fuerza de las estructuras paisajísticas?

El alumnado le pregunta sobre las especies que caracterizan los acondicionamientos paisajísticos ¿Qué especies optimizan dichos acondicionamientos?

Ejemplo:

En las regiones templadas, en la base de los setos hay árboles de pequeño tamaño, como el avellano (Corylus avellana), el carpe (Carpinus betulus) o el sauce (Salix), según los medios, que se mezclan con los arbustos como la zarzamora (Rubus fruticosus) y el serbal de los cazadores (Sorbus aucuparia), asociados a plantas trepadoras como la correyuela mayor (Calystegia sepium). Asimismo, también hay en ocasiones árboles de retoños altos, como el fresno común (Fraxinus excelsior) o el álamo blanco (Populus alba).

- Naturalmente, el alumnado pregunta sobre la relación que existe entre la conservación de los acondicionamientos paisajísticos o agro-ecológicos y los ecosistemas ricos en especies.

¿No inducen estos a un policultivo asociado, a un mosaico de campos, praderas, pastos y bosques, a una diversidad de usos de la tierra?

¿La biodiversidad no se traduce, al nivel del territorio, en términos de diversidad del paisaje?

- Al preguntar a los actores presentes, el alumnado analizará la relación entre -la protección de la fauna salvaje y la conservación de la biodiversidad; y después entre -la conservación de la biodiversidad y la mejora de las prácticas agrícolas, menos contaminantes, a través de la agricultura integrada o agricultura biológica.

2. Concentrarse en la conservación de la biodiversidad local

- Después se intentan evaluar colectivamente las acciones realizadas en materia de protección de la fauna salvaje.

¿Qué acciones, por ejemplo, aportan bienestar a la fauna y permiten protegerla?

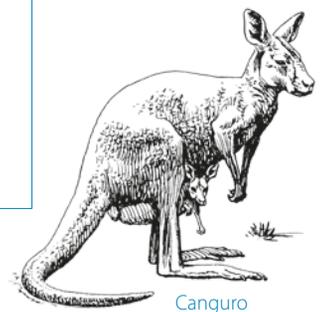
Ejemplos:

Cuando un acontecimiento perturbador altera al medio, como una tala rasa en el bosque o un proceso de labranza en las tierras cultivadas, es importante limitar sus efectos en la medida de lo posible, conservando, por ejemplo, las plantas forestales jóvenes o respetando períodos de descanso de las tierras durante los años sin labranza. De esta manera se conservan los hábitats naturales de las especies (fauna forestal rica, microorganismos del suelo).

Otro ejemplo:

Una mejor comprensión y una caracterización funcional de la simbiosis entre las setas micorrizas, la microfauna del suelo y las especies forestales, permiten mejorar el crecimiento de los árboles y la silvicultura.

- El alumnado hace un inventario de las acciones beneficiosas para la biodiversidad local, que permiten cuidar y regenerar las interacciones y los procesos originados por las especies vivas del ecosistema. ¿Cuáles son las especies que hay que proteger y conservar como prioridad? ¿Cómo hay que conservarlas? ¿Cómo se regeneran, en su caso, las interacciones y los procesos que originan? ¿A qué otras especies se hace referencia eventualmente?
- Gracias al diálogo con los actores presentes, la clase elabora una lista de especies que se están protegiendo y conservando.
- Se interesan, por ejemplo, en las especies que constituyen acondicionamientos agro-ecológicos para recuperar o conservar poblaciones auxiliares de los cultivos.



La clase se prepara, para obtener detalles en este caso concreto:

Se parte de las poblaciones de destructores que hay que controlar, como las arañas, las doríferas o los pulgones, (pulgón amarillo de los nervios (*Callaphis juglandis*) del nogal), e incluso las moscas, como la mosca del olivo (*Bactrocera oleae*), en los olivares.

- A continuación, se identifican y distinguen: las especies animales auxiliares -las parasitas- cuyas larvas se desarrollan al entrar en contacto con los destructores (las avispas (himenópteros) utilizadas para controlar los pulgones o la oruga del maíz); de las predatoras, que se alimentan directamente de los destructores (mariquitas, crisopas o sírfidos).
- Por último, se llega a las especies vegetales recomendadas en las franjas de flores para atraer a los auxiliares y desarrollar sus poblaciones. Se puede tratar de plantas mesófilas, asociadas a los cultivos, como el aciano (*Centaurea cyanus*), o las manzanillas locales como la *Anthemis altissima* o la *Anthemis arvensis* que, al atraer a los sírfidos y a las crisopas, “velan” los cultivos de cereales, las viñas, los vergeles, incluyendo los vergeles mediterráneos no regados.
- El alumnado toma notas y los participantes destacan la conservación de la biodiversidad a través de las acciones emprendidas, la conservación de las especies locales objetivo, el refuerzo de los procesos y las interacciones beneficiosas para la salubridad, el dinamismo y, por extensión, para la productividad del ecosistema.
- La clase se basa en las cifras y los resultados de evaluación comunicados por los actores del terreno (incluido el personal científico presente). Se estudian y se interpretan:

¿Cuáles son los impactos efectivos de la optimización del carácter funcional de la biodiversidad en la dimensión ecológica y económica de los servicios?

De esta manera se destacan otros aspectos de la biodiversidad que pueden evaluarse.

- ¿Qué especies favorecen **la acción de los polinizadores de los cultivos** por ejemplo?
- Después de la cadena de las especies locales de la lucha biológica, se delimita la cadena de las especies asociadas al ciclo de vegetación y al ciclo de desarrollo de los productores.

Ejemplos:

*En el mundo existen muchas especies de cultivos que garantizan el suministro alimentario esencial, como las especies de granos oleaginosos, los cultivos frutales y los cultivos destinados a la transformación o a la industria, que son polinizadas por las abejas (esencialmente las abejas silvestres) y muchas otras por los tisanópteros, avispas, moscas, coleópteros, falenas, entre otros insectos. En Malasia, la polinización de la palma de aceite se ha garantizado en gran parte gracias a un gorgojo (*Elaeidobius kamerunicus*). En México, los cultivos de papayas (*Carica papaya*) son polinizados por la esfinge, una polilla de la familia de los esfíngidos, mientras que hay determinadas especies de agaves polinizadas por especies locales de murciélagos. Los rendimientos de los cultivos hortícolas, como las orquídeas, son mejorados por los servicios de polinización realizados por colibríes u otros pajaritos. Por lo tanto, es esencial proteger a los polinizadores silvestres introduciendo plantas melíferas cerca de los cultivos para satisfacer su alimentación en los períodos en los que no hay producción de néctar en las plantas cultivadas, o durante su migración.*

*Entre las plantas melíferas o nectaríferas que pueden atraer o conservar a los polinizadores, se pueden mencionar las plantas con flores de corolas profundas: fabáceas, lamiáceas, escrofulariáceas, boragináceas, las plantas herbáceas aromáticas o melíferas, como la borraja (*Borago officinalis*) en Europa. También podemos mencionar la esparceta (*Onobrychis viciifolia*) y a las plantas leñosas frutales como el cerezo silvestre (*Prunus avium*), muy apreciadas por las abejas. Las flores de saúco atraen a los sírfidos.*

- Se reinicia el debate sobre otros puntos: ¿Cuál es el interés concreto de la **diversidad genética**?
- La clase puede pedir determinadas aclaraciones: ¿Por qué la diversidad genética que existe en la población de una especie y entre las poblaciones de dicha especie resulta indispensable?

- Con el apoyo del equipo pedagógico reforzado (presencia del científico/a), la clase acuerda la respuesta en común: sin la diversidad genética, la especie no puede sobrevivir ni evolucionar. Necesita la diversidad genética para regenerarse, resistir a las enfermedades y compensar las modificaciones del entorno natural.
- El/la agricultor/a lo sabe bien, porque lleva a cabo la mejora genética con frecuencia de forma artesanal.

¿De qué manera practica el método tradicional de mejora genética, a una selección hecha a partir de las variedades locales indígenas? ¿Cómo logra proteger y conservar especímenes específicos en el interior de las poblaciones de una especie y de una población a otra? ¿Cómo pueden agricultores/as identificar y conservar variedades rústicas distintas en el interior de una misma especie o entre especies próximas, a imitación de las personas agricultoras de África, muy familiarizadas con las especies de sorgo, mijo, fonio (*Digitaria exilis*), tef (*Eragrostis tef*)?

¿De qué forma, la introducción de especímenes seleccionados de variedades distintas en el interior de una especie, mejora y favorece la fertilización mutua? El objetivo es obtener determinados resultados esperados, como la mejora de la resistencia de la especie ante el frío, la sequía o las enfermedades.

- El debate entre los interlocutores puede enriquecerse con el intercambio de ideas acerca de la introducción y la utilización de cultivos mejorados, o de variedades híbridas obtenidas mediante la genética molecular.
- El debate se mantiene abierto, rico y resulta beneficioso. El alumnado continúa tomando notas.



Hinojo

3. Establecer el vínculo entre la conservación de la biodiversidad y la práctica agrícola mejorada

- El alumnado, a continuación, explora la manera en que las acciones locales de conservación de la biodiversidad, influyen en la práctica agrícola propiamente dicha. En particular:

- ¿La conservación de la biodiversidad no implica una reducción drástica de la utilización de pesticidas, herbicidas y fungicidas? ¿No implica el conocimiento de los insectos, las aves y otros depredadores, o de los agentes polinizadores y su forma de vida? ¿No implica contar con muy buenos conocimientos de las especies silvestres locales tanto de la flora como de la fauna, su utilización, conocimientos de las condiciones de introducción de los depredadores o agentes biológicos para reforzar determinados procesos, entre ellos el manejo de determinadas herramientas de diagnóstico o de evaluación, como el recuento de las poblaciones?



- El alumnado intenta saber hasta qué punto está comprometido el/la agricultor/a en la mejora de sus prácticas agrícolas. Precisa algunas cuestiones:

- ¿Se opta claramente por una práctica de **agricultura** denominada "**integrada**", con el objetivo de reducir considerablemente la utilización de pesticidas químicos y eliminar los más tóxicos para las especies y el medio?
- ¿Se practica la escarda mecánica, sobre todo al pie de los árboles, para conservar las micorrizas, y se ponen en marcha estrategias preventivas basadas en los mecanismos naturales, como la lucha biológica, utilizando para ello los depredadores naturales, como los destructores o parásitos de los cultivos? ¿Se utilizan los medios químicos únicamente como último recurso para salvar la producción?
- ¿Se utiliza el patrimonio genético local, seleccionando variedades a partir de las especies típicas y bien adaptadas (a los microambientes, a las enfermedades)? ¿Se combinan los medios biológicos con



Búhos



los medios físicos, como tener en cuenta la exposición, la sombra o la luz del sol, el efecto del viento, el grado de humedad, etc., de los parámetros “integrados” en la práctica agrícola para su mejora?

- La clase pregunta al agricultor/a sobre sus intenciones y objetivos:

¿Podría evolucionar hacia una práctica de la **agricultura biológica** que prohíba el uso de fertilizantes o biocidas químicos y que se preocupe, ante todo, de respetar el suelo y conservar su fertilidad?

La regeneración permanente de la fertilidad natural del suelo pasa, por lo tanto, por medidas combinadas como las siguientes:

- Por una parte, un sistema de rotación de cultivos que integre un período de barbecho y de reposo de las tierras y el recurso a eventuales cultivos cíclicos de fertilizantes ecológicos en función de las necesidades del suelo.
 - Por otro lado, un mantenimiento de la fracción orgánica del suelo (el humus) gracias a la aportación de fertilizantes orgánicos, bien a través de la extensión de las leguminosas en la superficie del suelo, bien mediante el enriquecimiento del mantillo a partir de la composta.
- El/La agricultor/a puede precisar sus intenciones en cuanto a la agricultura biológica, para obtener mejores resultados de forma sostenible. La rotación de cultivos implica, de hecho, un policultivo asociado, un mosaico de parcelas tanto en el espacio como en el tiempo, y de este modo, una diversidad de los usos de la tierra.

Al nivel del territorio, esto se traduce en una diversidad del paisaje.

- El/la científico/a presente puede recordar determinados hechos y cifras que apoyen este punto:
 - Cuanto más se favorece el policultivo, más biomasa se produce.
 - A mayor variedad de especies, mayor rendimiento agrícola. La biodiversidad aumenta la productividad.
 - Además, cuanto más diversificado está un medio, mejor protegido está el medio contra los organismos perjudiciales o invasores.
 - La siguiente pregunta para el/la agricultor/a se hace para conocer de qué manera la práctica de la agricultura sostenible puede garantizar rendimientos suficientes. ¿En qué condiciones le permite vivir?

4. Abordar la gestión de la agricultura sostenible y la biodiversidad por las instancias políticas

- La clase retoma determinados aspectos de la práctica agrícola que se realiza a nivel local.

¿El trabajo de mejora de la diversidad genética por parte de los/las agricultores/as cuenta con el apoyo de una organización de semilleros locales; de la puesta en marcha de **bancos genéticos** procedentes del patrimonio genético de la biodiversidad local? ¿Proceden asimismo de los conocimientos de los/las agricultores/as? ¿Y están ambos, el patrimonio genético y los conocimientos, protegidos por las instancias públicas?

- La clase se dirige al funcionario, a la persona responsable de la toma de decisiones o responsable de política de desarrollo que se haya podido unir al grupo de reflexión en el contexto de la escuela. El alumnado prosigue con preguntas precisas:
 - ¿El **capital genético** de la biodiversidad local está reconocido de forma oficial en su capacidad para contribuir al aumento anual de la producción agrícola, en particular de los cereales? ¿Cómo se inscribe la biodiversidad en la toma de decisiones políticas y administrativas?
 - ¿Los conocimientos tradicionales autóctonos, que presentan interés para la explotación de recursos fitogenéticos a nivel local, nacional e, incluso, internacional, están protegidos por las instancias? ¿Se

han adherido al *Tratado Internacional sobre los recursos fitogenéticos para la alimentación y la agricultura* de la FAO?

- ¿Existe para los/las agricultores/as comprometidos con una práctica agrícola de mejora y de conservación del patrimonio genético local (a través de la biodiversidad), un medio (un derecho) para participar de forma equitativa en el reparto de los beneficios que se desprenden de los recursos fitogenéticos (creación de cultivos, etc.)?
- La clase, en este punto, se informa precisamente sobre el *Protocolo de Nagoya*, adoptado durante la COP (Conference of Parties) en octubre de 2010 en Nagoya, durante el cual los Estados que forman parte del Convenio sobre la Diversidad Biológica (CDB) adoptaron un protocolo de acceso a los recursos genéticos y a los beneficios obtenidos de su explotación, conocido también como **acceso y participación en los beneficios (APA)**.
- Se hacen preguntas sobre los mecanismos de puesta en marcha y de aplicación de este protocolo a nivel de la región en la que se encuentren. ¿Permite definir reglas para que una empresa agroalimentaria, farmacéutica o cosmética pueda utilizar una molécula o una variedad seleccionada procedente del contexto local, y comercializarla repartiendo los beneficios con el colectivo local?
- Con respecto al fondo denominado *Mecanismo multilateral de distribución de los beneficios*, previsto por el protocolo, ¿cuándo se pondrá en marcha? ¿Cómo se aplica a la protección y a la remuneración de conocimientos tradicionales surgidos de la utilización de los recursos genéticos? De hecho, muchos pueblos indígenas conservan y protegen de esta manera sus plantas, en ocasiones endémicas, y lo han realizado desde hace siglos.*
- La clase pregunta a continuación al miembro de la comunidad científica. ¿Qué aspectos del saber tradicional se fomentan y revalorizan en la investigación y la elaboración de proyectos de gestión integrada de los ecosistemas? ¿Qué aspectos de este saber son actualizados y mejorados en el contexto del progreso científico y técnico? ¿Se ha elaborado una metodología para remunerar los servicios medioambientales en el marco de los proyectos de conservación?

*** Ver en este punto**

Act 11. (bis) Diálogo y movilización en torno a la ganadería sostenible, que aparece más adelante.

5. Hacer hincapié en las medidas concretas que apoyan la agro-biodiversidad y las iniciativas en materia de agricultura sostenible

- El grupo se cuestiona más ampliamente la remuneración de los servicios medioambientales, sociales y culturales provistos por los agricultores.

Ejemplo:

Al conservar los setos, ¿no contribuyen los agricultores a la belleza y a la calidad de determinados paisajes? ¿No definen una identidad visual, estética y cultural del territorio, así como a actividades medioambientales? ¿Los poderes públicos (políticos, institucionales y administrativos) reconocen estos servicios? Por ejemplo, la protección de la fauna salvaje y la gestión de la biodiversidad, que superan la escala de una empresa de agricultura sostenible, pero que participan en la salubridad del ecosistema para el bien de todos.



Balsamina



Estrella de Belén



Beleño



Castaño de Indias

- Más adelante, gracias a las preguntas preparadas con anterioridad, el alumnado se informa respecto a la orientación de la política agrícola. Si existen determinados servicios garantizados por los agricultores para el bien común, ¿no sería necesario apoyarlos con la aplicación de reglas distintas a las del mercado, para poner fin a las desviaciones generadas por las subvenciones a las exportaciones? ¿Destinando ayudas económicas que fomenten dichas prácticas de gestión sostenible de recursos, seguridad alimentaria y calidad alimentaria?
- Comprometido en un diálogo clarividente, el alumnado, para terminar, intenta debatir sobre los medios necesarios para lograr una política agrícola sólida.
- En este punto se dirigen a las personas responsables de política de desarrollo o a los cargos electos presentes:
- ¿La rentabilidad económica agrícola no podría proceder de un aumento del valor añadido local de la actividad de los pequeños explotadores? ¿Cómo podría llevarse esto a cabo? ¿Se facilita y/o apoya la creación de micro empresas e infraestructuras locales (acondicionamiento, transformación)? ¿Se fomentan los cultivos de diversificación (agrosilvicultura, acuicultura), los cultivos de "productos con nichos de valor añadido", como las producciones locales destinadas también a la transformación alimentaria o industrial?

Ejemplos:

Según las regiones: olivo, fruto de la argania, palmera, almendra, soja, piña, caña de azúcar, remolacha, girasol, lino, colza, cáñamo, ricino, cultivos frutales, etc.

- La clase fomenta el debate y la diversidad de los puntos de vista: El/La agricultor/a puede intentar responder sobre sus posibilidades reales de diversificación de fuentes de ingresos.

¿Toma la iniciativa de realizar actividades que combinen cultivos y resultados diversos? ¿Tiene interés en ser artesano, socio de una empresa, socio/s de cooperativa, además de productor?

¿Cómo pueden las autoridades apoyar estas iniciativas?

¿Refuerzan los mercados locales (estimándolos a salir)?

¿Desarrollan redes en torno a los productos destinados simultáneamente a cubrir las necesidades del colectivo, a responder a una demanda no saturada del mercado interno y a generar resultados comerciales para su exportación? ¿Han previsto, por lo tanto, pasar del nivel local al internacional, desarrollar un sector agrícola y alimentario viable y sostenible?

- Tras la reunión, la clase, durante los días siguientes, trabaja en la elaboración de una síntesis escrita y precisa del debate y la envía a los distintos participantes.



Goa (Gacela tibetana)



Ñu



Cebra

Actividad 11 bis

Diálogo y movilización en torno a la ganadería

En función del contexto local, la clase puede decidir concentrarse principalmente en el tema de la ganadería sostenible dentro del contexto de la actividad 11.

De la misma forma que con la agricultura, el alumnado invita a una selección de actores locales.

- Pueden partir del nivel de paisaje y sus particularidades para, a continuación, abordar en grupo la cuestión de la conservación de las cadenas biológicas relacionadas con la mejora de la práctica ganadera.
- De este modo, se debate sobre la conservación de las especies recomendadas para mejorar los pastos degradados.

¿Qué especies de árboles o arbustos de forraje se recomiendan de este modo, según las regiones, para constituir límites vivos en los pastos y en torno a éstos?

- Se abordan otros temas como la riqueza de la composición de las praderas, desde el punto de vista botánico.

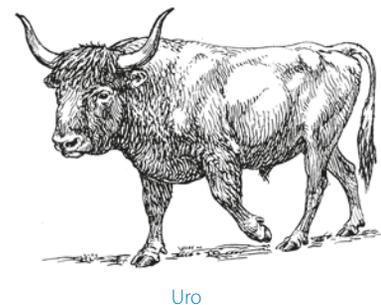
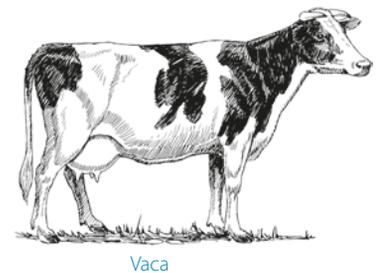
¿Qué especies de herbáceas y qué regímenes de explotación (heno tardío por ejemplo) de las praderas permiten conservar una composición rica en la flora de las praderas?

¿Qué especies animales participan en la diversidad vegetal de las praderas? ¿Qué especies (fauna avícola) controlan la pululación de insectos? ¿Qué especies son interesantes bio-indicadores de la presencia de otras especies útiles?

Las praderas, conservadas de forma sostenible, ¿Constituyen reservas de diversidad genética para las especies forrajeras? ¿Contribuyen así a la diversidad de los paisajes mediante la diversidad intraespecífica e interespecífica de las herbáceas y la conservación de los setos?

¿Es posible establecer una relación entre la riqueza de la composición de las praderas y la calidad de los productos animales, leche y carne?

- El alumnado orienta el debate de acuerdo con el mismo desarrollo que la primera versión de la actividad 11.



- Pregunta a sus interlocutores sobre la práctica mejorada de la ganadería.

¿El enriquecimiento del capital genético sirve para criar ganado de calidad?

¿El sistema de producción extensivo de ganadería bovina sigue evolucionando en muchas regiones del mundo mediante la cría de razas locales, orientada a la producción de carne, o de leche, o incluso de terneras con las especies de lactancia?

¿Se sigue dando prioridad a las especies adaptadas a las condiciones climáticas de las distintas regiones? Condiciones climáticas severas, resistentes a la humedad, adaptadas a la vida en altitud (poco oxígeno), especies rústicas, como las razas Aubrac o Slers en Europa Occidental.

- ¿Cómo se conserva el capital genético de las razas y los cruzamientos?

¿Existe a nivel regional (del país) un dispositivo de conservación del capital genético animal (banco de genes)? ¿También para los forrajes y las flores?

¿Se han constituido a nivel regional, colecciones de “material vegetal” a partir de especímenes y de poblaciones de herbáceas introducidas (festuca, ballico, dactilo), y de los pastos de montaña en particular, a partir de las especies salvajes emparentadas como el heno común (*Deschampsia flexuosa*), la festuca roja (*Festuca rubra*), la hierba timotea (*Pleum pratense*)?

- ¿No se ha animado a los productores y productoras de la región a adoptar prácticas rurales de ganadería mediante la remuneración de los servicios medioambientales?

¿Estos servicios no se basan en una gestión integrada del ecosistema agro-pastoral o silvo-pastoral?

A partir de tres aspectos, por ejemplo:

- la gestión de la diversidad biológica de las praderas (especies y flujos genéticos de las herbáceas, diversidad de la fauna);
- la conservación de setos y límites vivos a partir de arbustos de forraje;
- el mantenimiento de razas de ganadería locales, en ocasiones en peligro de extinción y, sin embargo, bien adaptadas a los distintos sistemas de producción.



Oso pardo



Antilope

Actividad 11 ter

Diálogo y movilización en torno a la silvicultura sostenible

Siempre en función del contexto local, la clase podría optar por concentrarse en el tema de la silvicultura sostenible.

- Al igual que en el caso de la agricultura, los alumnos invitan a una serie de interlocutores locales que trabajen en tareas de conservación: un guarda forestal, un representante político local, un ingeniero de bosques, un científico especializado en conservación, el responsable de una empresa local (aserradero), un artesano, etc.

Para entablar el diálogo-balance se puede tomar como punto de partida el paisaje de los alrededores y sus particularidades, abordando más adelante los problemas ambientales y la gestión propuesta al respecto y terminando con las prácticas idóneas aplicadas (o por aplicar) para preservar las cadenas biológicas en el seno de los recursos forestales.

- Partiendo de la observación del paisaje, la clase propone una primera evaluación del estado de deforestación de las zonas boscosas aledañas. ¿Se observan signos de deforestación masiva?

¿Obedece ello a la conversión de los bosques en tierras agrícolas o dedicadas a la producción de agrocombustibles? ¿A la implantación de infraestructuras turísticas (deportes de montaña)?

La situación será muy distinta según nos encontremos en la Amazonia brasileña, en el África ecuatorial, en una región de bosque boreal o en zonas montañosas europeas.

La clase pregunta a los participantes:

¿Cuál es, en cualquier caso, la posición de las autoridades (en voz del representante político presente) acerca de la adopción de programas de desarrollo que prevén subsidios al monocultivo de agrocombustibles o para actividades agrícolas causantes del desbrozo de zonas forestales?

- Después los alumnos orientan el debate hacia la cuestión más específica de la pérdida de riqueza y diversidad biológica, y por ende de calidad de los ecosistemas forestales.

¿Es la extracción maderera una de las causas de la degradación de los ecosistemas forestales?

¿Qué medidas se llevan a cabo para remediar la situación?

¿Se calcula la cantidad de madera que se puede extraer sin destruir o perturbar duraderamente la capacidad de regeneración del ecosistema forestal? ¿Se elaboran y aplican planes de ordenación forestal (ECOFAC en África, ONF, AFD, FFEM en Francia, etc.) para responder a esos problemas?

- Otro aspecto de la cuestión que puede abordar la clase: ¿no son las talas de urgencia (leña) o selectivas, casi siempre sin control, ligadas a necesidades individuales o a actividades de comercio ilegal, otra de las causas del declive de las especies forestales autóctonas?

¿Qué medidas se toman para combatir esas formas deficientes de explotación? ¿Qué acciones se emprenden para desalentarlas?

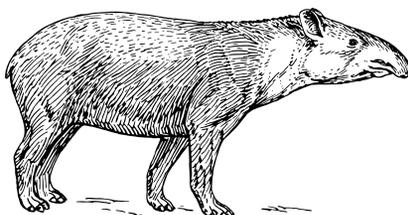
- Los alumnos realizan un inventario de esas posibles líneas de acción y las someten a sus interlocutores.
 1. Desarrollar fuentes de energía y obtener combustibles alternativos.
 2. Acrecentar el rendimiento económico de la explotación de la madera por parte de las poblaciones locales, lo que implica sobre todo:
 - la gestión de la mano de obra y de la cadena maderera (organización del sector);
 - el desarrollo de infraestructuras locales: transformación y acondicionamiento de la madera (aserraderos, fábricas de paletas), reciclaje de virutas, etc.
 3. Tener en cuenta el saber autóctono de las poblaciones, que son custodias de la biodiversidad de uso medicinal, lo que lleva a preguntarse, por ejemplo:
 - ¿Cómo remunera la industria farmacéutica internacional los conocimientos de botánica o el uso de plantas en la medicina tradicional?
 - ¿Qué derechos de propiedad intelectual corresponden a los pueblos indígenas?
 - ¿Cómo se aplica el Protocolo de Nagoya (APA) a las ventajas derivadas del uso y la comercialización de plantas o moléculas empleadas tradicionalmente a nivel local?
 4. Llevar a cabo acciones de protección a gran escala:
 - realizar inventarios biológicos, florísticos y específicamente forestales;
 - instituir reservas para proteger zonas frágiles y de elevada concentración de diversidad biológica (“puntos calientes” [hotspots] de biodiversidad);
 - proteger muestras representativas de especies vegetales características de los últimos bosques primarios;
 - constituir bancos de genes.
 5. Luchar contra el comercio ilegal:
 - función de la CITES (Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres);
 - instituir procesos de certificación de la madera y aplicar criterios de “etiqueta ecológica” (como el FSC, Consejo de Administración Forestal) que garanticen a la vez la certificación del producto y criterios de gestión sostenible desde el punto de vista ambiental, social y económico.

Como parte de una primera evaluación del marco operativo y legislativo de la silvicultura local, la clase pregunta al productor maderero y al técnico forestal acerca de sus métodos y modos de gestión y hace hincapié en las iniciativas adecuadas en términos de sostenibilidad:

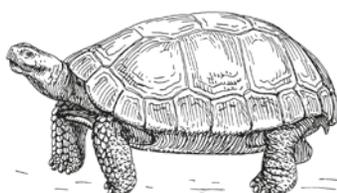
- gestión de la madera muerta;
- extracción y gestión de los recursos forestales ancladas en los usos tradicionales;
- técnicas de tala en los bosques secundarios (tala selectiva, tala por franjas, accesos reservados);
- mejora de los bosques plantados;
- valorización del subsuelo, las micorrizas y los intercambios entre especies a través de las redes miceliales.



Lobo



Tapir



Tortuga



Chimpancé

El jardín escolar, un jardín biodiverso

En esta última actividad, el alumnado elabora un jardín en el que ponen en práctica todos los conocimientos que ha adquirido sobre la biodiversidad y la conservación de ésta. También intenta utilizar el jardín para estudiar y hacer pruebas con la función de la biodiversidad propiamente dicha, su papel en la dinámica y la vitalidad del ecosistema (flujo de materia y energía, ciclo de alimentación, producción de biomasa, productividad de los cultivos, bienes y servicios económicos y sociales).

El esfuerzo que representa el acondicionamiento y el mantenimiento del jardín es una actividad que se desarrolla durante varias sesiones, en varias temporadas vegetales, y se perpetúa con los años, inscrita en un verdadero proyecto escolar.

Las promociones sucesivas de alumnos y alumnas se encargan de la animación, la actualización y, sobre todo, el mantenimiento del jardín.



Hortensia



Planta del algodón

1. Determinar la ubicación del jardín escolar y evaluar las condiciones del terreno

- La clase, asesorada por profesionales del medio ambiente, determina colectivamente la ubicación del jardín. Idealmente, debe ser colindante a la escuela, una parcela con una superficie mínima (120 m²) que, si es posible, presente un contraste de dos medios distintos (orientación, exposición al sol, humedad). La proximidad de un punto de agua, o una fuente de riego, es primordial.
- Es importante que la parcela esté formada, aunque sea parcialmente, por una cubierta vegetal, que sea un medio vivo, porque un suelo sin actividad desde hace mucho tiempo es un suelo muerto y es muy difícil mejorarlo.
- Después de la visita potencial a varios lugares estudiados, se elige la ubicación del jardín y se determina su perímetro preciso. A continuación se efectúa una primera localización del terreno y sus cualidades.
- Se trata de conocer mejor los componentes minerales del suelo (si es calizo o silíceo) y, sobre todo, evaluar su contenido en nutrientes.

¿Se puede constatar una falta de materia orgánica? ¿En qué proporciones?

¿Se puede proceder a determinados diagnósticos a partir de plantas indicadoras?

- El/la docente llama a algún especialista como un agrónomo, un agricultor, un guardia forestal o un jardinero para realizar dichos diagnósticos.

Ejemplos:

La presencia importante de ciertas plantas, como la grama o la ambrosía indican, en las regiones templadas, una carencia de materia orgánica en el suelo, una descalcificación del mismo. En las zonas húmedas forestales, la presencia de poblaciones importantes de molinias y agrostis indica también un lavado del suelo y una pérdida de materia orgánica.

2. Enriquecer el suelo previendo los cultivos

- En función de los consejos de los y las especialistas y a partir de los diagnósticos establecidos, la clase procede a enriquecer la cubierta superficial del suelo.
- El alumnado es consciente de que la textura y la estructura del suelo son importantes. Aprecia su fracción de arena, limo y arcilla, esta última esencial para la permeabilidad del suelo al agua y al aire, para poder realizar los intercambios hídricos entre las raíces y el suelo. Consta que un suelo que hay que enriquecer, no es de color marrón oscuro. Le falta el humus, que le confiere normalmente un tono oscuro.
- Tras una fase de desbroce manual de la parcela, el alumnado puede preparar la tierra, colocando un abono **ecológico** en los espacios reservados para los cultivos.

Un abono ecológico consiste en cultivar temporalmente una planta de crecimiento rápido, elegida según el estado del suelo, para mejorar su capacidad de cultivo.

- Esta técnica presenta varias ventajas:
 - Un abono ecológico puede utilizarse sobre un suelo erosionado o apisonado. Se siembra una planta de raíces profundas que penetra en la tierra, la ventila y la estructura. El suelo se mantiene abierto, no se vuelve compacto por el efecto de las heladas o de la sequía.
 - El abono verde también permite tapar el suelo que, de lo contrario, quedaría desnudo y expuesto a condiciones climáticas que, en ocasiones, son demasiado duras, así como al lavado de los nutrientes por la lluvia.
 - Por último, el abono ecológico se utiliza sobre todo para equilibrar el contenido de un suelo en nutrientes: garantizar o dosificar un aporte de elementos nutritivos para los cultivos que vayan a realizarse.
- El alumnado, por lo tanto, elegirá una planta que retenga los nutrientes excesivos del suelo o, por el contrario, una planta que enriquezca el suelo en elementos nutritivos, como las leguminosas fijadoras de nitrógeno.

Ejemplo:

Hay sistemas simbióticos que asocian las plantas de la familia de las leguminosas o fabáceas (alfalfa, altramuza, trébol, acacia, soja, cacahuete) a bacterias denominadas Rhizobium, que se instalan en las raíces profundas de estas plantas e inducen la formación de nódulos en el interior de las cuales fijan el nitrógeno.

Las bacterias alimentan a la planta de compuestos nitrogenados. El potente sistema radicular de las leguminosas distribuye el nitrógeno por sus raíces, lo hacen subir a la superficie y lo ponen a disposición de los cultivos que se realizan.



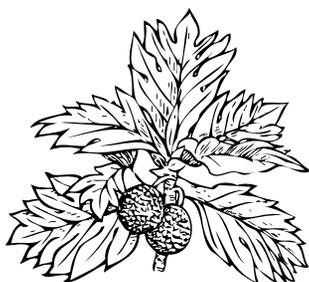
Sicomoro



Cardo



Viña



Árbol de pan



Tuya

- Siguiendo los consejos de los profesionales, el alumnado puede proceder a sembrar trébol o alfalfa. Se familiariza con las técnicas de sembrado de los agricultores y agricultoras.

Cuando la planta ha crecido, proceden a su enterramiento en el suelo pidiendo una ayuda mecánica. El abono ecológico está destinado a ser enterrado, lo que añade al suelo una capa de materia orgánica en la superficie y produce humus favorable para su estructura.

- Con vistas a reactivar las funciones biológicas del suelo, la clase también puede optar por incorporar abonos orgánicos. Aconsejados por el equipo pedagógico de refuerzo, el alumnado se dedica a la técnica del compostaje varias semanas antes:
 - Se cava una fosa (un agujero grande), no muy lejos del colegio y del lugar del jardín, y fabrican su composta en función del abono orgánico requerido.
 - Acumulan en el agujero cúmulos de hojas muertas, lodos diversos procedentes de cúmulos sedimentarios, plantas de tratamiento, restos procedentes de basuras domésticas, restos de frutas y verduras, de comidas, vegetales arrancados y cortados durante trabajos de jardinería, con excepción de las plantas coriáceas, tipo grama, herbáceas con granos subidos, especies muy venenosas tipo acónito, gran cicuta, digital, etc.
 - Según el caso, añaden desechos orgánicos específicos: excrementos de cabras, de corderos, purines (sólo desechos animales), estiércol (paja y desechos animales), así como cortezas de plantas leñosas, turba, virutas y otros residuos de celulosa y rastrojos.
 - Cubren en su totalidad una capa de tierra, dejan reposar la mezcla durante varias semanas sin olvidarse de volver a regar el montón de tierra regularmente para que todo se descomponga.
 - Antes de proceder a la siembra o la plantación de cultivos, el alumnado extiende la composta obtenida sobre las superficies reservadas. Se remueve la capa de tierra superior, lo que permite ventilarla y mezclarla.

Este proceso está destinado a subsanar varios déficits. Una composta con una mayoría de desechos domésticos mejora la estabilidad estructural del suelo y constituye un aporte de nitrógeno y potasio. Los lodos de depuración sirven como abonos y aportan fósforo. El estiércol aporta nitrógeno y tiene valor de abono. La utilización de turba o residuos de celulosa aumenta la retención de agua en el suelo.

3. Introducir plantas leñosas en la parcela

En lo que respecta a cuestiones de sombra y conservación de la fertilidad del suelo, es prudente prever, desde el acondicionamiento del jardín, la ubicación y, después, la plantación de uno o varios árboles.

- El alumnado elige, en todos los casos, especies “ecológicas”, conocidas por su acción para brindar vitalidad al ecosistema.

Ejemplos:

En una región seca puede tratarse de una acacia que, gracias a su sistema de raíces excepcional, puede hacer subir el agua de las capas profundas (elevación hidráulica) o puede beneficiar a un cultivo anual de superficie como, por ejemplo, un cultivo de cereales (trigo, cebada), que se encuentre cerca pero a una distancia suficiente, del aporte de nitrógeno que lleva hacia la superficie o reinyecta alrededor del suelo mediante sus excreciones radiculares.

En otras regiones forestales y húmedas, el alumnado aprovecha la acción de los hongos micorrizas del subsuelo. Implanta en el jardín de vocación forestal especies que alojan diversos tipos de micorrizas en su sistema de raíces y, de este modo, pueden intercambiar elementos nutritivos mediante redes micélicas.

Un abedul plantado cerca de un abeto de Douglas, donde los dos quedan expuestos a condiciones de luminosidad distinta, proporcionará, a través de los hongos, una cantidad nada despreciable de carbono al abeto, que está menos expuesto que el abeto a la fijación por fotosíntesis.

- También se pueden explotar otras asociaciones conocidas por la clase, en el espacio del jardín, y poner de manifiesto la función de la biodiversidad en la dinámica de los servicios ecológicos, como sucede en el ciclo de los elementos nutritivos (plantas-suelo-microorganismos).

- Cuando se toma la decisión de plantar un nuevo árbol en un lugar preciso del jardín, el alumnado desbroza el perímetro y proceden a trasplantar una planta bien desarrollada anteriormente en un vivero.
- Como complemento a las plantas leñosas, dotadas de incontestables cualidades ecológicas, el alumnado puede optar por introducir como mínimo dos árboles o arbustos frutales en el jardín (al trasplantarlos es necesario introducir dos árboles de la misma especie, pero de variedades distintas para obtener frutos). Los frutales, además de suministrar algún día frutas sabrosas y suculentas, atraen a muchas especies vivas (agentes polinizadores y diseminadores) y permiten la concentración de una densidad y una diversidad de interacciones biológicas en el lugar.
- El alumnado deberá tener paciencia y esperar varios años antes de probar las primeras almendras, pistachos, cerezas, ciruelas y albaricoques, dependiendo de la región.
- Mientras tanto, se recibe ayuda de un/a guardia forestal durante la plantación, a partir de retoños o medios tallos (obtenidos por injerto) y, después, se conserva y fertiliza regularmente el espacio para facilitar el crecimiento de las plantas, sin alterar la cubierta de la parcela ni su medio sombreado, indispensable para la reproducción sexual de las primeras floraciones, limitándose a obtener los primeros frutos de las jóvenes plantas de manera reducida.

4. Establecer los cultivos en el jardín

- El acondicionamiento interno de los espacios de la parcela y la implantación de los cultivos representa para el alumnado la ocasión de poner en práctica lo que significa la conservación de un ecosistema viable, salubre y dinámico, donde la biodiversidad desempeña plenamente su papel.
- La selección de las especies cultivadas, la protección de los cultivos, la escala de trabajo y el entorno de la parcela, el mantenimiento de la actividad de los auxiliares, la conservación y la gestión de los polinizadores, son aspectos abordados y tratados al mismo tiempo.
- La clase consulta a los especialistas en medio ambiente en relación con todos estos puntos.

Se adopta una estrategia global tras consultarlo con una persona agricultora, una ingeniera y una jardinera, y el alumnado intercambia y vela colectivamente por la inclusión de cada una de sus iniciativas en el marco de dicha estrategia.

- Durante la puesta en marcha de las actividades anteriores, el alumnado ha podido darse cuenta de que las especies vivas se asocian biológicamente con otras especies que tienen necesidades complementarias. Así se convierten en **compañeras** e incluso pueden llegar a ayudarse (véase Actividad 4). Las asociaciones vegetales que se hayan podido identificar se encuentran adaptadas al contexto del jardín en este caso.



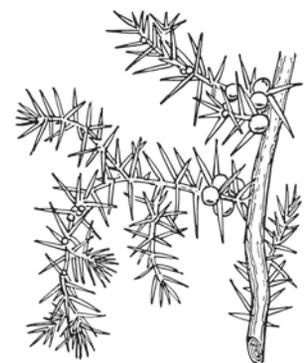
Caña de azúcar



Arce azucarero



Calabaza



Hojas puntiagudas

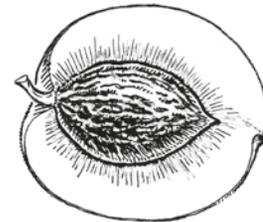
Ejemplo:

Los cultivos de tomates se benefician de la proximidad de las caléndulas, capuchinas o claveles de indias que, al atraer a los destructores (pulgones, altisas y doríforas), protegen las tomateras de esos organismos dañinos.



Brote

- El alumnado pone en práctica un método de organización de la parcela mediante la rotación de cultivos, que influye en la asociación de las especies. Cultivar la misma planta en un mismo espacio del jardín durante varios años sucesivos, puede resultar perjudicial para el suelo. De hecho, la planta, al ir extrayendo sus elementos nutritivos a una profundidad constante, descarga el suelo de manera permanente de compuestos minerales y otros nutrientes.
- La clase, más bien, alternará cultivos de verduras de hoja, cultivos de raíces y cultivos de leguminosas para poder aprovechar la complementariedad de las materias orgánicas y minerales en el suelo. De este modo, en el mismo lugar se pueden sembrar primero fabáceas o leguminosas, tipo haba, judía o guisante (independientemente de que el jardín esté ubicado en los Andes o en África), que enriquecen el suelo con nitrógeno, para encadenarlas al año siguiente con cultivos de verduras de hoja, tipo col, que se benefician del nitrógeno extraído y disponible, y se cierra el ciclo con verduras de raíz que empujan sus nutrientes, incluso dañados por las lluvias, a gran profundidad. Después se vuelve a empezar el ciclo, enriqueciendo el suelo a partir de una siembra de leguminosas o de abono ecológico.
- Posteriormente, para poder explotar mejor la parcela, el alumnado se informa sobre la cohabitación de especies y organizan el espacio de cultivo de forma que se garantice un mejor rendimiento.
- Así evitan asociar una verdura de tubérculo, como la patata, con plantas muy arraigadas, como la zanahoria u otra solanácea, como la berenjena, que tienen las mismas necesidades; o una planta muy apreciada como el tomate, que necesita un suelo rico y constantemente fertilizado, con una planta que exija nitrógeno, como es el caso de la col. Por el contrario, el tomate se beneficia de la proximidad de la albahaca, tanto por su fertilidad como por su sabor.



Endocarpio



Planta emblemática

Determinadas plantas, debido a las sustancias excretadas por sus raíces, no son muy compatibles con otras, como el ajo, que inhibe el crecimiento de las leguminosas, como las judías o los guisantes. El ajo, por otro lado, es un excelente fungicida y su particular olor aleja a los insectos, como los pulgones o las arañas, de los cultivos de tomates.

- Además de conseguir información sobre las necesidades similares de las plantas y sobre sus antagonismos patentes, el alumnado se informa sobre las plantas que permiten limpiar el suelo de organismos perjudiciales o enfermedades, ya que hay parásitos específicos de determinadas plantas que tienden a incrustarse, sobre todo si la planta lleva ocupando ese espacio varios años.

Ejemplos:

La cola de caballo permite luchar contra el moho o el oídio. La cáscara de cebolla o en forma de decocción actúa contra la mosca de la zanahoria (en este punto sería interesante alternar las filas de zanahorias y cebollas que se estén cultivando).

5. Apoyarse en los organismos auxiliares en la lucha contra los organismos dañinos

El alumnado, a continuación, intenta controlar los agentes patógenos, los organismos dañinos y enemigos de los vegetales (termitas, moscas), los parásitos que degradan el ciclo vital de las plantas (ácaros y chinches de los vegetales) y, sobre todo, los destructores que pueden provocar daños importantes en los alimentos (pulgones, doríforas, babosas y orugas, conocidos en diversas regiones del mundo).

- Con este objetivo, el alumnado no recurre a los productos químicos o fitosanitarios, sino que intenta la lucha biológica en un contexto de conservación.
- Tiene en cuenta el jardín en su articulación con el paisaje circundante y favorece la instalación y el desarrollo de organismos auxiliares y presentes naturalmente en el entorno, más que a dar preferencia a introducciones o liberaciones.
- Intenta establecer un equilibrio entre los cultivos, los fitófagos y los auxiliares sin eliminar a los destructores, por ejemplo. El papel de la biodiversidad local se vuelve a poner de manifiesto.
- Los principales organismos auxiliares son los insectos, dentro de los cuales se incluyen los coleópteros (escarabajos), himenópteros (avispas y larvas), ácaros, arañas, murciélagos y aves. El alumnado mantiene o instala en el jardín acondicionamientos que permitan ofrecer abrigo o madrigueras a las poblaciones de auxiliares. Por ejemplo, la introducción de troncos, nidales, la utilización de tapias bajas, de un muro intermedio, la colocación de setos, franjas con flores, franjas con hierba plantada, el mantenimiento de una fosa o un talud, microambientes cubiertos en los alrededores.

El alumnado maximiza las posibilidades para observar cómo los paseriformes se alojan temporalmente en los nidales si los instalan en la parte del vergel del jardín.

- Más allá de las plantas citadas anteriormente que, al ser aromáticas, repelen los insectos dañinos, como la borraja, que hace huir a las doríforas, o la lavanda, que aleja a los pulgones (estas plantas pueden colocarse cerca de los cultivos), el alumnado selecciona plantas melíferas para organizar las **franjitas de flores** destinadas a atraer a los auxiliares que garantizan la lucha biológica.
- Introducen umbelíferas, zanahoria o hinojo, melilotos, viborera, facelia y alfalfa, que atraen a las chinches (*Orius*) y a los ácaros depredadores, así como a los sírfidos y las crisopas, que se alimentan de néctar y de organismos dañinos. Los micro himenópteros parasitoides (ver la Actividad 11) que, en muchas regiones del mundo combaten los pulgones, se sienten atraídos particularmente por el loto corniculado o la aquilea en Europa, y por las umbelíferas en África del Norte.
- Aunque la dinámica de ocupación de toda la parcela por los auxiliares sigue pendiente de estudio, se sabe que los **setos** constituyen refugios muy apreciados por los auxiliares, temporal y permanentemente.
- El alumnado trabajará en la implantación de un seto que, al igual que el acondicionamiento total del jardín, es un proceso lento. Hace falta tiempo para que los arbustos lleguen a tener un cierto tamaño, para que las especies ocupen su nicho ecológico y para que se consiga un nivel de equilibrio ecológico en el micro-ecosistema que representa el soto mezclado.

En todos los casos, en cada región del mundo, la clase, apoyándose en profesionales, crea un seto vivo lo antes posible, para que pueda desempeñar su papel funcional.

Ejemplo:

*El alumnado planta en primer lugar las especies básicas, tipo carpe, avellano o sauce en las regiones templadas (árboles de baja altura), a las que se añaden arbustos complementarios como el *Viburnum opulus*, la retama negra y la zarzamora, según los medios. Se pueden completar con especies herbáceas como la hierba del ajo o la consuelda, con múltiples usos, y también se pueden elegir especies trepadoras que hay que controlar, como la aristoloquia de los setos y la madreelva. De hecho, el enmarañamiento de los tallos constituye hábitats excelentes.*

- En otras regiones, este modelo se reproduce y se adapta.

Ejemplos:

En el Magreb, los árboles frutales como el pistachero constituyen la base del seto, cargados de néctar para aumentar las posibilidades de nidificación en las regiones áridas, y diversificados mediante plantas aromáticas. En África Subsahariana, se puede optar por el azufaifo (Ziziphus mauritiana), portador de frutas, en combinación con otros leñosos de múltiples usos, como la acacia Faidherbia albida por su sombra (fenología inversa), a los que se añaden plantas como las euforbias (Euphorbia balsamifera).

- A lo largo del tiempo, la clase va observando el regreso de una fauna salvaje diversificada y toma notas al respecto.
- El alumnado se preocupa por la **conectividad** del seto con los cultivos que desean proteger. Introducen un estrato herbáceo entre el seto y los cultivos para facilitar la circulación y la propagación de los artrópodos (arañas, ácaros y coleópteros, incluyendo los escarabajos y las mariquitas) de un lugar a otro.
- Se ocupa de que el seto no se llene demasiado o sea invadido por especies vivaces que puedan, a su vez, atraer a más especies dañinas que útiles.
- También se asegura de no elegir cultivos con especies procedentes de la misma familia que las plantas utilizadas para colocar el seto, para evitar así, de nuevo, la propagación de los organismos dañinos o destructores.

6. Velar por la protección y la conservación de los polinizadores salvajes

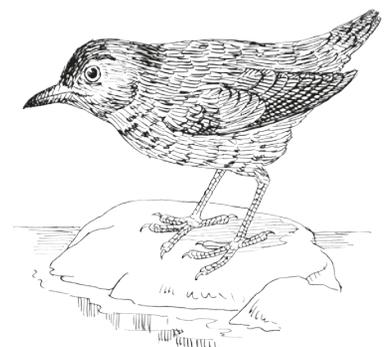
- Para convertir el jardín en un espacio de producción de calidad, en una parcela productiva, sin limitarse a objetivos de rendimiento, el alumnado integra prácticas centradas en la protección de los polinizadores.

Saben que, a través de sus cultivos experimentales, muchas especies frutales, de granos oleaginosos, hortícolas, hortalizas y fertilizadoras, no producen semillas ni granos y, por lo tanto, tampoco frutos, a menos que los agentes polinizadores transporten el polen, desde las anteras macho de sus flores hasta la parte hembra de la flor, o de otra flor alcanzada por la misma planta o por una planta distinta (de la misma especie). Únicamente gracias a la mediación de estos animales polinizadores el polen puede transferirse hasta los estigmas hembra de las flores, en donde penetra en el ovario para fecundar los granos inmaduros.

- Basándose en los conocimientos de los profesionales, la clase elabora la lista de agentes polinizadores de las especies vegetales (hortalizas, frutos, hortícolas, aromáticas, medicinales) cultivadas en el jardín.
- En muchas regiones del mundo, sobre todo al nivel de las plantas de jardín, la mayoría de las veces se trata de insectos: avispas, abejas, abejorros, moscas, coleópteros, falenas, mariposas y arácnidos, pequeños animales dotados de una abundante pilosidad a la que se adhieren muy bien las bolas de polen, a menudo pesadas y un poco pegajosas. En los casos más raros, en relación con especies específicas, el alumnado intenta atraer polinizadores más atípicos, como determinadas ardillas o mustélidos arbóreos (nectarívoros) o, con más probabilidad, pájaros como los colibríes y los suimangas.



Gorriones



- Entre las prácticas que destacan en el jardín para proteger a los polinizadores salvajes, el alumnado opta por evitar el uso de insecticidas y productos fitosanitarios.
- Selecciona la mayor diversidad posible de plantas en la parcela para atraer, sobre todo en los ecosistemas áridos y montañosos, poblaciones de polinizadores diversificados y dotados de adaptaciones muy específicas.
- Realiza pruebas: mide, mediante estudios comparativos realizados a lo largo del tiempo, las ventajas de la polinización, que no sólo se encuentra en la abundancia de los frutos o semillas obtenidos, sino también en la variedad y la calidad de los productos.

Ejemplo:

Aunque la ciencia no cuenta aún con suficiente información sobre las necesidades de polinización de las plantas, se ha comprobado que en el caso de muchas frutas, entre ellas la sandía, una mayor frecuencia en las visitas de los polinizadores garantiza frutas con mejor sabor.

- El alumnado también aprende a medir la forma en que la exposición de las plantas a los polinizadores salvajes constituye un medio para conservar y mejorar la diversidad genética de las plantas cultivadas:

Aunque hay muchas plantas con flores hermafroditas, (macho y hembra a la vez), o incluso monoicas (se encuentran en la misma planta las flores macho y las flores hembra y pueden autofecundarse), pero la norma que se aplica en general a las especies vivas, es la variedad de estrategias destinadas a enriquecerse desde un punto de vista genético y, en el caso de las plantas, destinadas a favorecer la fecundación cruzada.

En este punto también, el alumnado hace pruebas. Intenta ver, por ejemplo, hasta qué punto ciertas plantas – que no pueden pasarse insectos debido a una floración unisexual que requiere la visita de polinizadores para fecundarlas, como las **cucurbitáceas**, presentes en todos los continentes – pueden hibridarse, siendo fertilizadas a lo largo del tiempo por el polen de variedades de plantas distintas (pero de la misma especie). Por todos lados aparece una gran diversidad de calabazas, calabacines, calabaza bonetera, pepinos, pepinillos, la calabaza de peregrinos africana, etc., que de esta manera se obtienen a partir de una comunidad variada de polinizadores.

- Por supuesto, a lo largo del tiempo, el alumnado crea bancos extraordinarios de granos y semillas que obtienen de los vegetales y de la multiplicidad de interacciones biológicas que están “en marcha” en el jardín.

UNESCO Global Action Programme on
Education for Sustainable Development



UNESCO
Associated
Schools



United Nations
Educational, Scientific and
Cultural Organization



Japan
Funds-in-Trust

BERACA



9 789231 001789