



Una manera creativa
de educar sobre el medio ambiente

Material educativo para los países situados en
zonas secas



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



Programa
sobre el Hombre
y la Biosfera



Escuelas Asociadas
de la UNESCO



Material educativo para los países situados en zonas secas

Una manera creativa
de educar sobre el medio ambiente

“Podemos interpretar la naturaleza de muchas formas: como la base de actividades científicas o comerciales, como un recurso, como algo para observar, experimentar y apreciar, o como fuente de inspiración artística.”

Presidente Nelson Mandela, octubre de 1994

ISBN: 978-92-3-304092-2

Responsable de la publicación:
Thomas Schaaf, UNESCO

Redacción y concepción del proyecto:
Hélène Gille

Asesores científicos:
Michel Le Berre y Thomas Schaaf

Coordinación e iconografía:
Hélène Gille
Con la colaboración de:
Cathy Lee

Diseño gráfico:
Mecano, Laurent Batard
con la colaboración de Mélanie Freynick
y Marion Malpeyrat

Apoyo administrativo:
Natasha Lazic

Fotografado:
Num Créative

Impresión:
LM Graphie

Tapa:
Vista de *El Ateuf, valle del M'Zab* (Argelia), 2002
© Olivier Brestin

Publicado en 2008 por
el Programa sobre el Hombre y la Biosfera (MAB),
UNESCO
1, rue Miollis
75732 Paris Cedex 15, Francia
Correo electrónico: mab@unesco.org
www.unesco.org/mab

© UNESCO 2008

La autora es responsable de la selección y presentación de los hechos contenidos en esta obra y de las opiniones que en ella se expresan, que no representan necesariamente las de la UNESCO y no comprometen a la Organización. Las denominaciones utilizadas en esta publicación y la forma en que aparecen los datos que contiene no suponen toma de posición alguna de parte de la Secretaría de la UNESCO sobre la condición jurídica de los países, territorios, ciudades o zonas citados, ni de sus autoridades, ni con respecto al trazado de sus límites o fronteras.

Prefacio

El presente material educativo sobre educación ambiental para los países situados en zonas secas fue elaborado por iniciativa del Programa sobre el Hombre y la Biosfera (MAB) de la Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura (UNESCO).

Tras la publicación en 2001 del *Kit pedagógico sobre la lucha contra la desertificación*, destinado a maestros de escuelas primarias, la UNESCO ha emprendido la elaboración de este nuevo instrumento pedagógico por el que se procura ayudar de manera concreta y práctica a que los docentes y los alumnos comprendan mejor los problemas ambientales de las regiones en que viven, así como estimular la labor de investigación para encontrar posibles soluciones a los problemas que se plantean.

Esta publicación, titulada *Una manera creativa de educar sobre el medio ambiente – Material educativo para los países situados en zonas secas*, está destinada a los profesores de enseñanza secundaria de los países afectados por la desertificación, y plantea un método innovador que apela a la creatividad y la sensibilidad artística de los alumnos de entre 10 y 15 años. Esta manera de abordar el tema promueve un descubrimiento sensible del medio ambiente y destaca la dimensión visual y exploratoria del estudio del medio. La idea de utilizar de esta forma la creatividad y la sensibilidad artística para difundir el mensaje ecológico puede ser la base de una futura colaboración, que los distintos sectores de la UNESCO deberán estudiar detenidamente.

El contenido de este material educativo remite a la resolución de la Asamblea General de las Naciones Unidas por la que se designa a 2006 el Año Internacional de los Desiertos y la Desertificación. Se inscribe asimismo en el Decenio de las Naciones Unidas de la Educación para el Desarrollo Sostenible (2005-2014), cuya promoción se ha encargado a la UNESCO.

La difusión de esta publicación está a cargo de la Red del Plan de Escuelas Asociadas de la UNESCO (RedPEA), integrada por un total de 8.000 escuelas en 177 países, que cuenta con el apoyo del Decenio de las Naciones Unidas de la Educación para el Desarrollo Sostenible por medio de las medidas adoptadas en los distintos países interesados.

Instamos a todos los docentes que demuestren interés por este material o que deseen obtener información sobre su aplicación a que se pongan en contacto con las oficinas regionales de la UNESCO en sus respectivos países, y les recordamos el sitio de Internet y la dirección electrónica de los promotores del proyecto: www.unesco.org/mab y mab@unesco.org, así como el sitio de Internet de los programas asociados a la UNESCO en la esfera de la educación, a saber, la Red del Plan de Escuelas Asociadas de la UNESCO (www.unesco.org/education/asp) y el Decenio de las Naciones Unidas de la Educación para el Desarrollo Sostenible (www.unesco.org/education/desd).

Deseamos expresar nuestro sincero agradecimiento al Gobierno flamenco de Bélgica, por haber financiado el proceso de elaboración de este material educativo en su totalidad, en el marco del importante apoyo que presta al Sector de Ciencias Exactas y Naturales, lo que demuestra que la educación ambiental pertenece tanto al ámbito de las ciencias como al de la educación.



Natarajan Ishwaran

Director de la División de Ciencias Ecológicas y Ciencias de la Tierra

Secretario del Consejo Internacional de Coordinación del Programa sobre el Hombre y la Biosfera

Índice

Introducción	7
--------------	---

Capítulo 1	11
------------	----

Descubrir el ecosistema y la biodiversidad

01

La colección de maravillas	12
----------------------------	----

Objetivos

Desarrollo

1. Guiar	12
2. Distinguir	12
3. Recolectar	13
4. Almacenar	13
5. Limpiar	13
6. Observar	14
7. Identificar	14
8. Clasificar	14
9. Integrar las nociones	14
10. Imaginar colecciones	14

02

Formas y composiciones en el suelo	16
------------------------------------	----

Objetivos

Desarrollo

1. Elegir el terreno de las composiciones	16
2. Recolectar objetos naturales en diferentes biotopos	16
3. Prepararse para componer una forma en el suelo para cada biotopo	18
4. Componer las formas en el suelo a partir de la sombra proyectada por los alumnos y utilizando los objetos recolectados	18
5. Observar detenidamente las composiciones obtenidas	19
6. Integrar las nociones	20
7. Darles vida a esas nociones inventando un relato	20
8. Relacionar entre sí las composiciones por medio del relato	20

03

Tierra, piedra y erosión	22
--------------------------	----

Objetivos

Desarrollo

1. Distinguir el mineral	22
2. Observar el componente geológico del paisaje	22
3. Relacionar el suelo con el relieve y situarse en el paisaje	23
4. Distinguir la acción del viento y las huellas de la erosión	23
5. Dibujar	26
6. Interpretar los dibujos y comprender el efecto de la erosión eólica en el medio ambiente	26
7. Individualizar una zona de tierra protegida de la erosión	27
8. Extraer muestras de tierra en varios sitios y apreciar sus calidades plásticas	27

04

La paleta de la naturaleza	28
----------------------------	----

Objetivos

Desarrollo

1. Recolectar-Extraer muestras	28
2. Guiar	28
3. Reunir	29
4. Frotar-Aplastar-Extender	29
5. Orientar hacia los conocimientos tradicionales del lugar	31
6. Vincular el color con el ecosistema	31
7. Medir el efecto cultural de los colorantes naturales	31
8. Descubrir las recetas de los colores	31
9. Plantear el debate sobre la conservación de la biodiversidad	32
10. Fabricar su propia tinta	32

05

Tras las huellas de la fauna salvaje	33
--------------------------------------	----

Objetivos

Desarrollo

1. Hacer un primer reconocimiento	33
2. Identificar las huellas de animales	34

3. Buscar otros rastros del modo de vida de las especies	36	5. Medir el efecto de las actividades humanas en la biodiversidad	59
4. Recapitular los conocimientos sobre las especies	37	6. Poner en escena comportamientos e iniciativas beneficiosos para la biodiversidad	60
A. Las características generales de la especie			
B. Las adaptaciones físicas y comportamentales de las especies en un ecosistema árido			
5. Estudiar a un animal en el medio ambiente y tomar apuntes	42		
6. Hacer un relato sobre la vida de una especie animal	43		

06

El fresco del ecosistema 44

Objetivos

Desarrollo

1. Elegir dos zonas del medio ambiente de gran diversidad biológica 44
2. Distinguir las dos zonas representativas del ecosistema en el contexto más amplio del paisaje 44
3. Dibujar un fondo para el fresco o una silueta del paisaje 45
4. Examinar cada zona en detalle 46
5. Integrar las nociones a partir de la experiencia de campo 48
 - A. Interacción de las especies vivas con el medio ambiente no vivo
 - B. Interdependencias entre especies y redes tróficas
 - C. Sucesión ecológica
6. Realizar el fresco del ecosistema 49

07

Biodiversidad y puesta en escena: una malla en la trama vital 52

Introducción

Objetivos

Desarrollo

1. Elegir una especie clave en el ecosistema 53
2. Imaginar la desaparición de la especie y las situaciones hipotéticas de evolución del ecosistema 53
3. Poner en escena un “pequeño teatro del ecosistema” en tres tiempos 56
4. Integrar ciertas conclusiones 59

Capítulo 2 61

Mantener la cubierta vegetal

01

Recorrido de iniciación a las plantas y las flores 62

Objetivos

Desarrollo

1. Privilegiar el descubrimiento sensible de las plantas 62
2. Crear planchas táctiles con los elementos recogidos 63
3. Iniciar el estudio de las flores por medio del color 65
4. Comprender la noción de inflorescencia y ampliar el trabajo sobre el color al estudio de todas las flores 66
5. Tomar conciencia de la importancia de las plantas de flores en el mantenimiento de la cubierta vegetal 68

02

Formas y diseños: la anatomía de las plantas 70

Objetivos

Desarrollo

1. Captar la arquitectura y el porte de las plantas mediante la observación a distancia 70
2. Integrar algunas primeras nociones relativas al crecimiento de las plantas 71
3. Comprender la geometría en obra en la naturaleza, gracias a la observación de cerca 74
4. Interrogarse sobre la función que cumplen los elementos externos en el porte de la planta 76
 - A. El efecto del viento
 - B. El efecto de los seres humanos
 - C. El efecto de las especies animales herbívoras

03

“Vivir en seco” o la adaptación de las plantas al desierto

78

Objetivos

Desarrollo

1. Distinguir las plantas llamadas “xerófilas” (literalmente: “que aman lo seco”) 78
2. Vincular las plantas con determinados objetos mediante el dibujo 78
3. Situar a las xerófilas en el contexto de la cubierta vegetal 80
4. Integrar las principales adaptaciones anatómicas y fisiológicas de las xerófilas 80
5. Reincorporar el dibujo y la asociación con objetos en relación con las espinosas 81
6. Descubrir otras adaptaciones morfológicas, fisiológicas y vinculadas con el clima de las plantas xerófilas 82
7. Realizar una última serie de dibujos comparativos, integrando la idea de ciclo 83

04

El ecosistema del árbol

85

Objetivos

Desarrollo

1. Dibujar la figura general de un árbol 85
2. Elaborar el fresco de las raíces y del suelo que rodea el árbol 86
3. Elaborar el fresco del tronco y las ramas 90
4. Elaborar el fresco de la copa y el follaje 92

05

Un inventario de plantas útiles

96

Objetivos

Desarrollo

- A. El jardín que alimenta 97
 1. Clasificar 97
 2. Escoger una especie comestible 97
 3. Dibujar en el panel 97
 4. Degustar 99

5. Investigar e integrar la información 99
6. Hablar de las plantas locales y la producción alimentaria con personas calificadas 99
- B. El jardín que cura 100
 1. Entrevistarse con el conocedor de las plantas y sus propiedades 100
 2. Dibujar e inventariar las plantas medicinales en el panel 100
 3. Unir cuidados curativos con ritos mediante las plantas 101
 4. Estudiar la relación entre plantas, tradiciones culturales y conservación 101
- C. El jardín que brinda protección y seguridad 102
 1. Hacer croquis de sus propias casas 102
 2. Dibujar el hábitat típico en el panel 102
 3. Representar los detalles de la vivienda 103
 4. Relacionar la vivienda adaptada al medio ambiente con los recursos naturales 103
 5. Recapitular los usos de las plantas para la construcción de viviendas 103

06

La planta mascota

106

Objetivos

Desarrollo

1. Documentarse sobre la planta, observarla y dibujarla 108
2. Degustar y saborear la planta en todas sus formas 109
3. Conocer las cualidades nutritivas de la planta mascota 111
4. Destacar el valor de otros usos de la planta en la artesanía 113
5. Examinar el tipo de explotación que se hace localmente de la planta mascota 114
6. Definir las formas de explotación, producción y propagación de la planta que son perjudiciales para el ecosistema 117
7. Entrevistarse con expertos en el medio ambiente y sentar las bases de un proyecto común de gestión sostenible de los recursos naturales 118

07

El jardín experimental

Objetivos

Desarrollo

1. Comprender las iniciativas locales de protección ambiental 121
2. Inventariar las especies indígenas más importantes en un espacio ampliado, más allá del perímetro del jardín 123
3. Distinguir las cualidades ecológicas, alimentarias y generadoras de ingresos de las especies indígenas y proponer su combinación 125
4. Volver a centrar el estudio en el sitio del jardín 126
5. Crear un vivero y aprender a sembrar y a producir plantones 128
6. Fertilizar la superficie de la tierra elegida y proceder al trasplante 129
7. Reforzar las combinaciones entre ciertas especies y regenerar el ecosistema forestal natural 130
8. Regenerar cultivos y praderas en el jardín y combinarlos con plantas leñosas 131
9. Unir la dimensión científica con la dimensión estética en el jardín 133

Capítulo 3

Preservar los recursos hídricos

01

Poema del agua, fuente de vida

Objetivos

Desarrollo

1. Abordar el agua como fuente de vida en la naturaleza y en la imaginación 136
2. Recordar algunos aspectos esenciales del agua como recurso vital 140
3. Valorizar el agua fecundante o nutricia en la experiencia cotidiana 140

4. Terminar la investigación documental con la idea de agua purificadora 144
5. Componer el poema del agua, fuente de vida 144

02

Pintura, liquidez y transparencia: el agua y los sentidos

Objetivos

Desarrollo

1. Destacar las cualidades físicas del agua utilizando pintura 146
2. Interpretar las huellas de la erosión hídrica en el paisaje 148
3. Concentrarse en el color de las aguas superficiales 150
4. Probar el agua potable y comprender su origen 152

03

El ciclo del agua

Objetivos

Desarrollo

1. Interesarse en los estados de la materia “agua” y el origen de los recursos 154
2. Descomponer para comprender mejor las etapas del ciclo del agua 155
3. Asimilar e interpretar el ciclo del agua mediante una sucesión de cuadros sonoros 158

04

El diario de bolsillo de los aguaderos

Objetivos

Desarrollo

1. Escoger un aguadero en el paisaje e iniciar un diario sobre este tema 160
2. Analizar las funciones naturales y ecológicas del aguadero 162
3. Ilustrar detalladamente el papel ecológico del aguadero en el diario de bolsillo 166
4. Valorizar el papel directamente utilitario del aguadero en el diario 169
5. Ahondar en el diario acerca de las funciones culturales del aguadero 170

05

Agua limpia para la aldea: mapa e historieta 172

Objetivos

Desarrollo

1. Realizar el mapa local del agua 172
2. Interpretar el mapa del agua 175
3. Realizar algunas experiencias de descontaminación en clase 176
4. Construir una mini estación de depuración por lagunaje 178
5. Hacer una historieta a partir de las experiencias previas y difundirla 180

06

Fresco en paneles de los sistemas hidráulicos de las aldeas 182

Objetivos

Desarrollo

1. Identificar en el paisaje las construcciones de piedra que permiten captar el agua atmosférica y el agua de escurrimiento 182
2. Estudiar cómo se inscriben las terrazas en el paisaje y reconocerlas como un método de gestión de las aguas superficiales 184
3. Realizar el segundo panel del fresco e incluir en él los elementos de un sistema hidráulico vinculado a las aguas superficiales 185
4. Comprender la sinergia entre la lucha contra la erosión y una buena utilización del agua en el tercer panel 188
5. Destinar el cuarto panel del fresco a los sistemas tradicionales de captación de aguas subterráneas 190
6. Integrar al fresco la representación de técnicas hidráulicas más recientes, si bien menos sostenibles 193

Introducción

Los objetivos del material educativo

En los ecosistemas de las regiones áridas, todos los sectores de la población se ven afectados por la desertificación y los problemas que causa la erosión. Estos dos factores provocan una degradación del medio ambiente y afectan a la capacidad de supervivencia de las poblaciones en un medio natural arduo.

La educación ambiental y la sensibilización con respecto al medio ambiente son elementos fundamentales que deben estar presentes cuanto antes en la vida de las personas para que influyan en la conciencia individual. Este material, que apunta a que los alumnos de la enseñanza secundaria (y también de los últimos ciclos de la enseñanza primaria) logren un mejor conocimiento de los ecosistemas áridos, propone una forma creativa de enseñar sobre el medio ambiente, que permite despertar la curiosidad de los alumnos, captar su atención y promover una mejor transmisión de la información científica y de los conocimientos sobre el medio ambiente.

En primer lugar, con este material se pretende proporcionar una herramienta que el docente pueda incorporar para transmitir de manera atractiva y lúdica el contenido científico y ecológico correspondiente.

A más largo plazo, el objetivo del material educativo es desarrollar la capacidad de los alumnos y la población para combatir la desertificación y la degradación de la tierra al tiempo que se promueve la conservación de la biodiversidad.

El concepto de desarrollo sostenible es una parte esencial de las actividades propuestas en este material educativo: al realizar las actividades, los docentes o educadores, con la asistencia de personas calificadas, interesados directos y profesionales del medio ambiente, forman a los alumnos para que efectúen un examen crítico de las prácticas locales de utilización de las tierras y gestión de los recursos naturales. Definen las prácticas que pueden resultar perjudiciales o no viables para el ecosistema y se embarcan así en una reflexión progresiva sobre el impacto de las actividades del ser humano en el medio ambiente en que vive. De esta forma, y por medio de ejercicios concretos, los alumnos captan mejor la idea del desarrollo sostenible en los ecosistemas secos.

¿Cómo se presenta el material educativo?

El material educativo está constituido por tres elementos:

- el manual del profesor;
- el cuaderno de la clase;
- el mapa de las zonas secas en el mundo.

El manual del profesor es el elemento central del material educativo. Se divide en tres capítulos temáticos:

Descubrir el ecosistema y la biodiversidad;
Mantener la cubierta vegetal, y Preservar los recursos hídricos.

Los dos primeros capítulos constan de siete actividades y, el tercero, de seis. Estas actividades están clasificadas en función del grado de dificultad por lo que respecta al contenido y a la aplicación. Las primeras actividades de cada capítulo se clasifican en un nivel “inicial”, para luego pasar a un nivel “intermedio” y a un nivel “avanzado” en las siguientes actividades.

El docente puede elegir realizar las actividades con la clase una después de otra, siguiendo el orden propuesto en cada capítulo, o bien puede decidir realizar una o varias actividades de forma independiente, según los temas tratados en clase, el calendario escolar y el nivel de sus alumnos.

El cuaderno de la clase es una herramienta destinada a los alumnos como complemento del manual del profesor. En él se incluyen dos páginas, que deben completarse, en relación con cada actividad realizada.

Los alumnos forman grupos y, por turnos, un grupo a la vez completa de común acuerdo las páginas relativas a la actividad realizada. Para ello, usarán sus propias palabras, su forma de comprender los objetivos, su memoria visual y sensible del ejercicio, su aptitud para dibujar y dejar constancia de lo que han podido experimentar y aprender.

El cuaderno de la clase fue concebido en dos colores a fin de que pudiera ser fotocopiado fácilmente.

De esta forma, el docente y sus alumnos pueden decidir enviarlo por correo para hacer un intercambio con otra escuela asociada de la Red del Plan de Escuelas Asociadas de la UNESCO, situada en otra región seca del mundo.

Por último, **el mapa de las zonas secas**, que muestra todo el planeta, está previsto para colocarse en el aula. El docente podrá usarlo constantemente como referencia al realizar las actividades, cuando necesite hacer comparaciones entre el medio ambiente local en el que se encuentra la clase y otros ecosistemas áridos.

¿A quién está dirigido este material educativo?

Este material fue previsto para los profesores de enseñanza secundaria de disciplinas tan diversas como la geografía, la biología o las artes plásticas.

Puede ser consultado asimismo por los docentes del último ciclo primario y, de forma general, por todo educador que desee realizar un proyecto de educación ambiental, ya sea de forma individual o colectiva, en un contexto de educación formal o no formal.

Por lo que respecta a la sensibilización pública, este material también puede acompañar las iniciativas de los responsables de adoptar decisiones en el plano local, que deseen tomar en consideración los problemas ambientales al elaborar las políticas de desarrollo.

La mayor parte de las actividades propuestas, que no requieren demasiado material, conforman una etapa de descubrimiento (o de redescubrimiento) del medio ambiente a partir de la observación, la recolección, el dibujo, la imaginación y el intercambio con personas calificadas del lugar. Así pues, las actividades están previstas de modo que se adapten a la escasez de medios y las condiciones de trabajo a menudo arduas de los educadores en las zonas áridas.

En síntesis, el marco de acción que ha de darse al proyecto educativo depende esencialmente de la motivación de los educadores y los docentes, así como de su capacidad para prepararse y establecer asociaciones.

Pueden elaborar un proyecto temático de educación ambiental a partir de este material educativo (por ejemplo, una “clase temática”). Pueden realizar ciertas actividades en el marco de proyectos de acción educativa o de iniciativas de innovación pedagógica. También pueden tomar el material como una posible iniciativa en materia de educación para el desarrollo sostenible en función de varios aspectos que en él se destacan:

- objetivos de aprendizaje “transversales”, que rebasan el ámbito de una asignatura particular;
- una metodología centrada en la promoción de un pensamiento crítico;
- la participación de personas calificadas, interesados directos y especialistas del medio ambiente en la labor pedagógica, quienes muchas veces refuerzan y enriquecen el punto de vista de los docentes.

Una manera creativa de educar sobre el medio ambiente

Las actividades propuestas en el manual del profesor, en su conjunto, se han elaborado desde una perspectiva de creatividad por lo que respecta a la educación

ambiental. Inicialmente, este planteamiento contribuye a que los alumnos hagan un descubrimiento sensible del medio ambiente en que viven. Los niños de los países afectados por la desertificación, que viven a menudo en zonas rurales, tienen una experiencia concreta y pragmática del medio natural.

Para realizar las actividades, salen fuera y recorren la naturaleza circundante, acompañados y guiados por su profesor.

Aprenden a observar, a “leer” mejor su medio ambiente, a distinguir sus detalles, a ver lo que quizás todavía no han visto.

Describen un objeto al alcance de su mano en el suelo o una especie en una situación real en su medio natural y, siempre a partir de observaciones concretas, incorporan nuevos términos y nuevas nociones.

Las actividades pueden llevarlos a redescubrir un objeto yuxtaponiéndolo o comparándolo con otros en colecciones y composiciones que la clase realiza en conjunto.

En varias oportunidades, y cuando ello resulta imprescindible, el profesor invita a los alumnos a dibujar, ya que el dibujo permite a veces ver y comprender mejor. No se trata de formar a dibujantes sino a observadores de la naturaleza. Se dibuja para recordar un detalle o registrar una situación.

En el marco de otras actividades, la clase debe reconocer y calificar los aromas y los gustos de diversas especies vegetales, así como preparaciones o platos derivados de ellas. Con otras, vuelven a descubrir el relieve colocándose ellos mismos en el medio ambiente, utilizando ciertos ejercicios para comparar la escala humana con la escala del paisaje. En resumen, la dimensión estética e inspiradora del medio ambiente se utiliza para despertar la curiosidad de los alumnos y captar su atención. Comprendemos mejor aquello a lo que hemos podido acercarnos, aquello de lo que tuvimos una experiencia casi íntima, aquello que hemos hecho nuestro, aquello que hemos aprendido a amar de alguna forma. En una segunda etapa, la información científica y los conocimientos sobre el medio ambiente se transmiten a los alumnos por medio de actividades sustentadas en los conocimientos locales y tradicionales, que se enmarcan luego en una perspectiva científica. Tales actividades promueven el intercambio con los integrantes de la comunidad que poseen los conocimientos autóctonos, ya sean pastores, agricultores, criadores de ganado, silvi-

cultores, rastreadores, especialistas en plantas medicinales o artesanos. A menudo se recurre a una relación triangular en la propia metodología de las actividades, entre el o los profesores, las personas calificadas del lugar y los alumnos.

En las etapas de realización, el docente puede, si lo desea, crear un espacio de intercambio en el aula con quienes poseen conocimientos locales para poder explorar los vínculos entre el ecosistema y la cultura local.

De esta forma se facilita la transmisión de conocimientos, de usos tradicionales e incluso de la tradición oral (por medio de cuentos y anécdotas).

Seguidamente, los docentes enmarcan esos conocimientos en una perspectiva científica: ¿cómo establecer un nexo entre los conocimientos autóctonos y una base de información científica sobre los ecosistemas frágiles que se encuentran en las zonas secas? ¿Cómo asociarlos a un mejor conocimiento de la conservación de las especies? ¿Cómo asociarlos a una utilización sostenible de los recursos del medio ambiente?

Así, se procura que los alumnos desarrollen un sentido crítico en tanto que el docente los guía para que reflexionen sobre el impacto de las actividades humanas en el medio ambiente.

Por ejemplo, el objetivo de la actividad “Formas y diseños: la anatomía de las plantas” es estudiar la forma y el crecimiento de las plantas, especialmente los árboles, y saber distinguirlos “a distancia”.

El docente recurre a los conocimientos pragmáticos de los habitantes de la región, los ancianos de la comunidad: ¿Cuáles son los criterios de las personas del lugar para identificar una u otra planta a distancia? Con frecuencia utilizan datos empíricos y aptitudes desarrolladas en el contacto cotidiano con el medio ambiente caminando largas distancias para recoger frutos o encontrar forraje, y tratando de adaptarse siempre mejor a las circunstancias externas.

Dado que estos datos empíricos siguen siendo útiles para las poblaciones, en el ejercicio propuesto se vinculan con un estudio más preciso y científico de lo que es un árbol, su estructura, su anatomía, su porte, las funciones ecológicas que cumplen estas plantas desde las raíces hasta la cima; con el verdadero ecosistema que constituye un árbol por sí solo; con la necesidad de conservarlo integralmente en un medio donde los equilibrios ecológicos son frágiles.

Se trata de que surjan interrogantes sobre el impacto de los elementos externos en la forma o el porte de las plantas. ¿Qué es lo que los determina: el impacto del viento, el impacto del ser humano que toma sin medir lo que destruye, el impacto de las actividades humanas en general, debido al sobrepastoreo y la alimentación de los herbívoros?

Un inventario de plantas útiles, otra actividad prevista en el material educativo, permite a los alumnos situar al ser humano en el ecosistema: ¿en qué medida desempeña una función esencial? ¿En qué medida el ecosistema influye en el bienestar de cada persona? ¿De qué forma la diversidad biológica responde en cada caso a la diversidad de las necesidades humanas?

El ecosistema, considerado como una fuente de acopios y beneficios, se asemeja a un jardín del que la comunidad extrae los frutos: un jardín que alimenta (plantas comestibles), un jardín que cura (esencias y plantas medicinales) y un jardín que brinda protección y seguridad (la utilización de las plantas en la construcción de viviendas o la fabricación de prendas).

Los alumnos se preguntan lógicamente sobre la manera en que la población, a su vez, preserva los recursos naturales.

En *La planta mascota*, la clase elige, esta vez, una planta concreta que cumpla una función esencial en la vida cotidiana de la comunidad.

Los alumnos exponen y destacan los numerosos “servicios” que presta la planta a toda la población. Aprenden a presentar un espécimen de la planta en cuestión junto con el conjunto de productos y objetos terminados que con ella se fabrican o que derivan de ella, como las pastillas de jabón fabricadas con aceite de oliva extraído del olivo *Olea europaea* o las mazas o cabezas de hachas o cuchillos fabricados con la madera dura y resistente de la *Balanites aegyptiaca*, llamada también “datilera del desierto”.

Orientados por quienes poseen conocimientos sobre el lugar, los alumnos incluyen en su presentación los usos tradicionales y dibujos que explican los procedimientos de fabricación. La ingeniosidad del hombre queda manifiesta por medio del vínculo que establece entre, por un lado, la herramienta, su capacidad de inventar y la manipulación y, por el otro, la planta tomada de la naturaleza. Con el ejercicio se logran distinguir con precisión las formas de extracción, producción y propagación de la planta que son perjudiciales para el ecosistema.

Por último, en *El jardín experimental*, un equipo de docentes elabora un proyecto concreto de enseñanza a partir del jardín.

La actividad integra una dimensión de desarrollo sostenible, pues lleva a los alumnos a prepararse a largo plazo, tanto en beneficio de futuros alumnos y generaciones como de ellos mismos.

El jardín experimental en sí se elabora como continuación de un programa de gestión territorial definido en la actividad anterior, a saber, *La planta mascota*. El lugar del jardín está relacionado con los lugares elegidos por quienes adoptan las decisiones locales para realizar actividades experimentales relativas a la protección del medio ambiente. De esta forma, las clases de la escuela “navegan” entre el lugar-ensayo constituido por el jardín experimental y los espacios cultivados por los profesionales, esto es, los agricultores, los silvicultores, los explotadores y los expertos en el medio ambiente, en escala real. Durante la actividad, los alumnos adquieren cierta competencia práctica y técnica de jardinería y de agro-silvicultura, que validan y enriquecen en contacto con los profesionales.

Modo de utilización del manual del profesor

La maqueta y configuración del libro del docente – que procuran ser claras y atractivas – reflejan el espíritu del proyecto.

La elección de un código de color bien marcado, anaranjado y sepia, permite distinguir claramente la organización del manual en tres capítulos y 20 actividades.

El color anaranjado de la tapa se vuelve a encontrar en los separadores que indican el inicio de cada capítulo, y también en la franja superior en donde se presenta cada actividad numerada.

En esa franja figuran el **título** de la actividad y varios símbolos gráficos que permiten al docente reconocer e incorporar el material pedagógico.

En ellos se le informa principalmente de los siguientes aspectos:

El **nivel** de la actividad: su nivel de dificultad por lo que respecta al contenido y la aplicación, a saber, inicial, intermedio o avanzado;

El **lugar** en donde se realizará la actividad: en el exterior o en el aula, y la **cantidad de sesiones** que deben preverse para su realización: el profesor podrá adaptar la duración de las sesiones – que serán de dos a tres horas cada

una, en promedio – en función del tiempo del que disponga;

La presentación de los **objetivos** fijados se destaca asimismo en la descripción de cada actividad, bajo la franja del título.

El profesor puede así medir fácilmente los objetivos de la actividad que, en la mayor parte de los casos, apuntan a descubrir el medio ambiente, transmitir conocimientos y facilitar la comprensión del alumno.

En el caso de ciertas actividades de nivel avanzado, más allá de los conocimientos que deben transmitirse, también hay una intención de favorecer ciertas aptitudes y transmitir competencias.

La **metodología** que se seguirá para el desarrollo de cada actividad queda claramente indicada por el desglose de ésta en varias etapas sucesivas.

Estas etapas, a su vez, se resumen en un verbo de acción (recolectar, clasificar, etc.) o en un subtítulo en donde prevalece la idea de la acción (distinguir la acción del viento y las huellas de erosión, etc.).

Así pues, se da un sentido de dinámica y un orden de progresión.

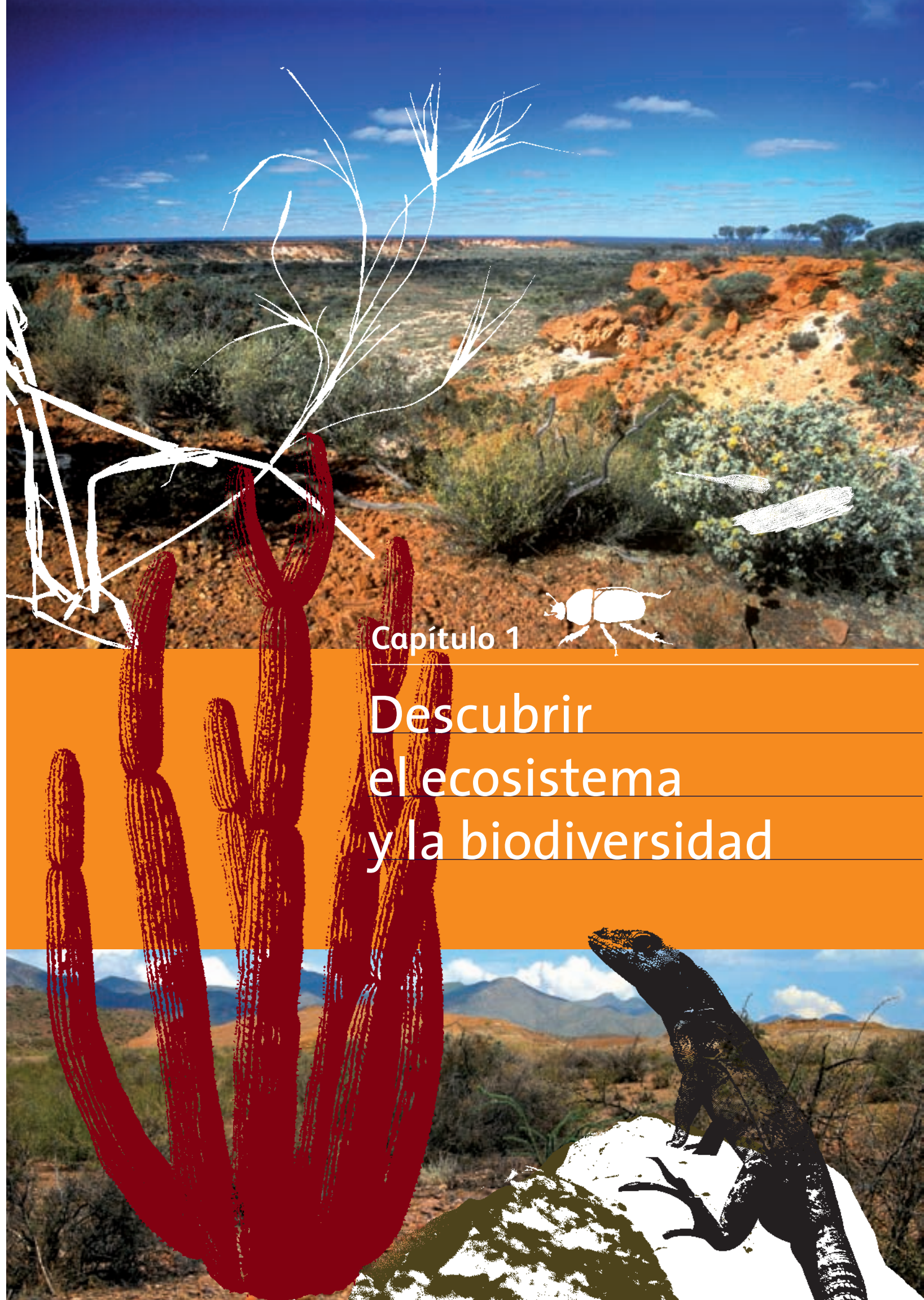
En las **descripciones** de cada actividad, los subtítulos figuran en anaranjado, que es el color de referencia en la organización del manual, de modo que queden claramente distinguibles en el texto.

Los ejemplos que ilustran cada etapa de la actividad figuran en sepia, color que acompaña al anaranjado en el código cromático adoptado para todo el material educativo.

Los títulos y subtítulos figuran también en el índice del manual que, desde el comienzo, permite hacerse una idea del contenido de cada actividad gracias a lo indicado bajo “Desarrollo”.

Por último, los términos científicos o técnicos relacionados con la ecología o el conocimiento del medio ambiente se distinguen claramente: figuran en rosado y remiten al lector a un **glosario** que se encuentra al final del manual.

Gracias a ese glosario podrá reforzarse la base de conocimientos del docente y se determinan con precisión los conocimientos necesarios.



Capítulo 1

Descubrir el ecosistema y la biodiversidad

01 La colección de maravillas

Nivel
inicial ★

Lugar
en el aula
y en el exterior



Duración
2 sesiones



Objetivos

1. Descubrir el medio ambiente

Mediante la recolección de objetos naturales en el paisaje que les es habitual, los alumnos van tomando conciencia de la diversidad biológica de su medio ambiente. Muchas veces, este ejercicio les maravilla.

2. Conocer y comprender

El docente invita a los alumnos a que, mediante la clasificación de los objetos encontrados y su agrupamiento en forma de colecciones, visualicen por primera vez los conceptos de biotopo, biocenosis y ecosistema.

Desarrollo

1. Guiar

► En las zonas secas, el paisaje puede resultar monótono o austero.

De ahí que el docente aliente a los alumnos a recorrer el medio ambiente, a observarlo con lupa, a distinguir microambientes con distintos grados de biodiversidad.

► El docente introduce la noción de **biodiversidad**¹: este término general designa la variabilidad de las plantas, animales y microorganismos presentes en el planeta, su variabilidad dentro de una misma especie, así como la variabilidad de los **ecosistemas** de los cuales forman parte. Por lo general, la biodiversidad comprende la diversidad genética, la diversidad de las especies y la diversidad de los **hábitats**.

2. Distinguir

► En el paisaje desértico, marcado muchas veces por una unidad de carácter, el docente distingue por lo menos dos zonas diferentes desde el punto de vista geográfico y desde el punto de vista de la **cubierta vegetal**.

► Como las regiones áridas se extienden a menudo por vastas zonas, puede invitar a la clase a recorrer el paisaje desplazándose en un vehículo.

► La clase aprende a distinguir los cambios de la cubierta vegetal de una zona a otra, diferenciando un medio desértico, esencialmente mineral, de un medio con uno o más estratos vegetales, a menudo recubierto por formaciones de tipo matorral o plantas características de las zonas áridas y semiáridas (como los matorrales de saguaro en América Latina).

Otros ejemplos de zonas que pueden distinguirse:

- una zona de sabana o estepa seca;
- una zona más húmeda, ya se trate de charcas, de *wadis* incluso desecados, de alrededores de aguaderos u orillas de ríos;
- una zona de oasis que incluya parcelas y campos cultivados.

1. Los términos que aparecen en rosado están definidos en el glosario, en la pág. 194





1. *Acacia senegalensis*
en la zona semiárida del norte
de Kenia

©UNESCO-MAB

2. Palmeras en el wadi Guir,
región de Tazzouguert,
llanura de Tamlelt, Marruecos

©Peter Dogsé

3. Palmar en el oasis de Timimoun,
Argelia

©Olivier Brestin



3



2

3. Recolectar

► La clase se divide en grupos y recorre sucesivamente las diferentes zonas que pueden distinguirse, recoge la mayor diversidad posible de objetos naturales y los reparte en sacos diferentes, según la zona de que se trate: restos de estratos rocosos, piedras extrañas, muestras de tierra, lodo y arena en pequeños recipientes, ramas de matorrales o árboles pequeños, hojas, tallos y espigas de gramíneas, hojas y flores de plantas herbáceas (con excepción de las más frágiles), frutos y semillas de todo tipo, conos, bulbos y tubérculos desenterrados (lirios, tulipanes, cebollas silvestres), fragmentos de raíces, restos de cortezas, hongos y líquenes, fósiles, insectos muertos (coleópteros, saltamontes), capullos de gusano vacíos, huesos y dientes de mamíferos pequeños (zorros del Sahara, roedores), plumas de aves, cáscaras de huevo, huevos caídos del nido, escamas y pieles de reptiles o de otras especies animales.

¡Cuántas sorpresas! Estos objetos son como tesoros escondidos que se sacan a la luz en la palma de la mano.

4. Almacenar

► En el caso de las plantas, la clase puede llevar revistas o periódicos viejos y, tras cortarlas, guardarlas entre sus páginas de modo de que queden extendidas y conserven su forma mientras se secan.

5. Limpiar

► Los alumnos limpian cuidadosamente los objetos cuando es preciso, evitando deteriorarlos.

6. Observar

- De regreso al aula, se observan los objetos uno por uno: es interesante aprender a descubrirlos mirándolos desde diferentes ángulos, observando sus más mínimos detalles, comparando elementos del mismo tipo (por ejemplo, dos frutos).
- El docente invita a la clase a establecer correspondencias de forma, textura y color entre los objetos.

7. Identificar

- Sólo después se identifican los objetos: ¿A quién pertenecen? ¿Corresponden a una especie vegetal o animal? ¿Se trata a veces de una misma especie? ¿Son recursos provenientes del medio terrestre (por ejemplo, del suelo)?

8. Clasificar

- Los alumnos clasifican los elementos encontrados y hacen ciertas distinciones: ¿Pertenecen a la flora? ¿A la fauna? ¿Cuáles pertenecen a los **reinos** vivos? ¿Cuáles no?

9. Integrar las nociones

- El docente vuelve a llevar a los alumnos al terreno y una vez examinados los elementos encontrados, uno por uno, vuelve a situarlos en su contexto natural. También puede ir extrayéndolos sucesivamente de las colecciones realizadas por los alumnos.
- La idea es partir del objeto individual (la unidad más pequeña) para ir pasando luego a escalas mayores: la especie, el medio natural y, en la etapa siguiente, el ecosistema.

Ejemplo:

El objeto escogido indica una especie. A continuación se determina su medio natural: ¿Cómo ocupa esta especie el espacio de su hábitat? ¿Cuál es su régimen alimentario?

- De este modo, el docente introduce la idea de **biocenosis**: una comunidad de seres vivos – animales, plantas y microorganismos – que conviven en un mismo medio natural.
- Luego se refiere a la noción de **biotopo**: un espacio natural determinado, caracterizado por condiciones particulares, en el cual se desarrollan especies animales y vegetales adaptadas a esas condiciones.

Ejemplos:

En las zonas de *nebkas* (montículos arenosos formados por el viento en la base de las plantas, típicos de ciertas regiones de África del Norte), se encuentran matorrales (salsoláceos), insectos, roedores (jerbos), mamíferos herbívoros (gacelas, cabras) que conviven y comparten así el mismo biotopo.

Por extensión, puede decirse que la acacia y la jirafa, que viven en un espacio de sabana seca arbolada, comparten también el mismo biotopo.

10. Imaginar colecciones

- A la luz de estos datos, los alumnos imaginarán colecciones a partir de los elementos que ellos mismos han hallado.

Lo que se busca es ilustrar y presentar los elementos que han recolectado, ejemplificando las nociones de biotopo y biocenosis que acaban de descubrir.

Una caja plana o una simple superficie de cartón pueden servir de base para la presentación de cada colección.

- Los alumnos recuerdan el lugar donde recogieron cada objeto. ¿Cuál es la característica de esa unidad particular de paisaje en el ecosistema?
- Colocan los diferentes grupos de objetos pertenecientes a un biotopo específico en un soporte de cartón. ¿Cómo representar la unidad de una comunidad de seres vivos en un lugar?
- Confeccionan un fondo coloreado que represente el suelo del biotopo o adhieren al soporte elementos minerales provenientes del suelo del que han sido extraídos. Por ejemplo, esparcen arena sobre una capa de pegamento.



4



6



5

4. Formación mixta que combina plantas leñosas con plantas herbáceas durante la estación seca, Sahel
© UNESCO-MAB

5. Pastor joven con su rebaño de cabras, Sahel
© UNESCO-MAB

6. Jirafa ramoneando de una planta espinosa, Sahel
© UNESCO-MAB

De ese modo crean un efecto de textura o materia bastante similar al que presenta el original.

► A continuación, colocan sobre el soporte los objetos pertenecientes a las especies presentes en el biotopo, de acuerdo con cierto orden: los objetos son agrupados para representar ya sea la cadena alimentaria, ya las familias de especies o los reinos vivos.

Es tarea de los alumnos proponer una primera representación del ecosistema a partir de los objetos que han recolectado y de los primeros datos que se les han proporcionado. Así ilustran la unidad y la diversidad de un espacio vital en el paisaje.

► La función del docente consiste en ajustar la colección a la realidad del medio. Dependiendo de la diversidad de los medios disponibles en el lugar, propone no limitarse únicamente a la diversidad de los objetos que se puedan recolectar, sino también a su cantidad y a sus proporciones relativas, de modo que la colección pueda facilitar la comparación entre objetos del mismo tipo (por ejemplo, entre diferentes hojas o diferentes plumas de aves).

► Eso permitirá al docente introducir elementos cuantitativos, de carácter científico, y nociones más precisas, como las de riqueza y abundancia de las especies o, por el contrario, de escasez y disminución, las cuales destacan la idea de diferencia de un biotopo con respecto a otro.

► En cuanto a la disminución de las especies, el docente introduce la idea de impacto de las actividades humanas en la conservación del medio ambiente.

► También señala que el ecosistema puede ser concebido como un conjunto dinámico de biotopos y biocenosis en interacción.

► De esta manera, los alumnos pueden formar tantas minicolecciones como medios identificables, cada una de las cuales corresponderá a un biotopo particular. Se trata de verdaderas “colecciones de lugares” que permiten al alumno abordar el ecosistema visualizándolo en unidades separadas, tal como lo estudian en parte los especialistas de la ecología.

02 Formas y composiciones en el suelo

Nivel 
inicial

Lugar 
en el exterior

Duración 
2 sesiones

Objetivos

1. Descubrir el medio ambiente

Mediante la composición de formas en el suelo, con ayuda de los objetos provenientes de diferentes lugares del paisaje, los alumnos toman conciencia de la diversidad de los medios que integran su medio ambiente.

2. Conocer y comprender

A través de la observación detallada de esas composiciones, el docente ayuda a los alumnos a distinguir y comprender las múltiples relaciones que vinculan a los seres vivos entre sí y con su medio natural.

Desarrollo

1. Elegir el terreno de las composiciones

► El docente escoge una zona de estudio en el exterior, cerca de la escuela, a saber, una zona de tierra baldía que deberá ser desbrozada y limpiada, preferentemente extensa, despejada y plana, que servirá de fondo para las composiciones en el suelo. La elección de la zona de estudio es determinante para contar con un fondo coloreado en el que se destaquen claramente los elementos minerales y vegetales provenientes de otros medios.

2. Recolectar objetos naturales en diferentes biotopos

► Siguiendo el principio rector del taller anterior: “La colección de maravillas”, los alumnos recolectan elementos naturales en varias zonas del entorno próximo que constituyan unidades de paisaje diferentes, con tipos de vegetación y fauna diferenciadas. Según las regiones áridas de que se trate en el mundo, podrá ser:

- una zona de estepa con matorrales, de cubierta discontinua;
- una zona de bosque seco, con árboles de gran porte;
- una zona de alrededores de charcas o aguaderos;
- un perímetro pedregoso, rocoso y totalmente desprovisto de vegetación;
- una zona de sabana seca con predominancia de pastizales;
- una zona de matorrales (**bush**), de plantas por lo general espinosas;
- una zona de jardines o campos cultivados;
- una zona de *wadi* desecado;
- un palmar de oasis;
- una formación de plantas grasas (matorral de cactus cirios, sabana de **euforbiáceas**);
- un árbol aislado, etc.

Es importante poder distinguir por lo menos dos o tres zonas.

► Los alumnos distribuyen los elementos encontrados en sacos diferentes según la zona de que se trate (téngase en cuenta que será necesario recolectar un gran número de piedras, guijarros de todos los tamaños y matices de color, provenientes del biotopo más mineral).



7



8



9

7. Wadi en actividad, Túnez
© Michel Le Berre

8. Palmar de Tolga, Argelia
© Olivier Brestin

9. Robles del desierto en la región de Kata Tjuta, Territorio del Norte, Australia
© Olivier Brestin

10. *Festuca orthophylla* en la región de Socaire, desierto de Atacama, Chile
© UNESCO/Olivier Brestin

11. Suelo agrietado, región de San Pedro de Atacama, Chile
© UNESCO/Olivier Brestin

12. Agricultor en el oasis de Timimoun, Argelia
© Olivier Brestin



11



10



12

3. Prepararse para componer una forma en el suelo para cada biotopo

► Al regresar a la zona de estudio, los alumnos se preparan para componer formas en el suelo con ayuda de los objetos que han recolectado.

Guiados por el docente, optan por figuras sencillas, claramente identificables. Proponemos usar la sombra proyectada por los alumnos para reconstruir en el suelo una forma humana compuesta con los elementos recolectados.

Observaciones y sugerencias:

El docente elige una hora del día en que la sombra proyectada sea de tamaño humano (cuando el sol se encuentra a unos 45° por encima del horizonte). Elige además un día soleado, no demasiado caluroso y sin viento, para evitar que éste desplace los objetos.

► Se realizarán tantas composiciones de siluetas como unidades de ecosistema se quiera representar.

Ejemplo:

Si se eligen tres zonas de paisaje o biotopos entre los que se acaban de citar, se elaborarán tres siluetas con los objetos recolectados en cada zona.

4. Componer las formas en el suelo a partir de la sombra proyectada por los alumnos y utilizando los objetos recolectados

► Para cada silueta, el alumno debe mantenerse de pie, inmóvil, con los brazos separados del cuerpo, mientras los otros materializan su sombra con objetos recolectados en un mismo biotopo.

► Los alumnos delimitan los contornos de la silueta con piedras y luego rellenan las partes del cuerpo con otros elementos recolectados.

Ejemplos:

Para la zona de orillas de ríos o aguaderos, la silueta podrá estar tapizada con hojas o ramitas de árboles (tamaris (*Tamarix aphylla*), ficus (*Ficus sycomorus*)), con algo de arena blanca, hojas o tallos de plantas anuales y de gramíneas (totoras o espadañas (*Typha sp.*), carrizo), y tal vez de centinodias (*Polygonum*) recogidas en el agua, y plumas de aves.

Para la zona de sabana herbácea seca, la silueta se tapiza con diferentes variedades de gramíneas, hierbas simples o espigas con semillas (como la *Heteropogon concortus* en África), numerosas hojas bipinnadas de acacias (*Acacia senegalensis*), con sus vainas o frutos de formas curiosas (*Acacia giraffae*), sus hermosas **inflorescencias** amarillas de estación (*Acacia seyal*). La silueta se adorna en la medida de lo posible con plumas de aves (plumas grandes de buitre o plumas azules o rojizas de tórtolas senegalesas como la *Streptopelia senegalensis*); podrá incluir huesos o cuernos de herbívoros **ungulados** como los ñus, antílopes o gacelas, y huesos de mamíferos pequeños. La fauna de las sabanas es una de las más ricas.

► En grupos, los alumnos repiten la operación tantas veces como biotopos vayan a representar.

13



14



15

5. Observar detenidamente las composiciones obtenidas

Es importante observar en grupo las composiciones.

► Los alumnos evalúan individualmente el interés visual de cada composición:

Componer una forma – en este caso, una silueta – yuxtaponiendo diversos objetos en el suelo permite, mediante el descubrimiento y la observación de los detalles del conjunto, llamar la atención sobre las cualidades físicas de los objetos y la diferencia de unos con respecto a otros (ejercicio natural de percepción del todo a las partes).

Ejemplo:

Tratándose siempre de la zona de sabana herbácea seca, puede distinguirse la exuberancia y la densidad de las gramíneas, que van del amarillo al verde según las estaciones; el aspecto luminoso, plateado o dorado de sus inflorescencias; la gama de verde claro de los brotes de acacia; la capacidad gráfica de las vainas con las que se puede dibujar; el aspecto divertido o sorprendente de flores o frutos como los de los baobabs o del árbol de salchichas (*Kigelia africana*).

► Observando una vez más la composición en detalle, el alumno advierte la identidad y el número de las especies presentes en el biotopo. A falta de una verdadera diversidad, es importante incluir si es posible uno o más elementos de origen animal para representar un biotopo (elementos de esqueletos, conchas de gasterópodos, mudas de reptiles, eventualmente insectos muertos, como tenebriones o escarabajos). A título de ejemplo, en el Sahara hay unas 130 especies de mamíferos, 60 especies de aves anidantes, un centenar de reptiles.

► Si se realizan, por ejemplo, tres siluetas distintas, se transmite la idea de la diversidad de las especies y los medios, así como de la variabilidad de un medio a otro.

Cabe subrayar que, tratándose de zonas semidesérticas en el sentido amplio, se encontrarán rasgos comunes entre las diferentes composiciones en regiones diferentes del mundo.

13. Sabana arbustiva durante la estación seca, Región "W", Níger
© Michel Le Berre

14. Impala macho (*Aepyceros metampus*), Kenya
© Michel Le Berre

15. Árbol de karité (*Vitellaria paradoxa*) en la Región "W", Níger
© Michel Le Berre

16. Sabana arbustiva durante la temporada de lluvias en la Región "W", Níger
© Michel Le Berre

17 y 19. *Acacia seyal* en flor en la Región "W", Níger
© Michel Le Berre

18. Semillas de *Prosopis tamarugo* en el desierto de Atacama, Chile
© UNESCO/Olivier Brestin

17



16



18



19

Ejemplos:

El follaje verde claro de ciertas plantas, como el astrágalo o tragacanto de Túnez, se asemeja al ocotillo de México; el ramaje nudoso de los matorrales de creosota de México se parece al de una planta típica de los paisajes del Sahara árabe; *Zilla spinosa*. Las flores de colores vivos de las **efemerófitas** o las plantas de bulbos (iris, lirios) en los *wadis* del sur de Túnez recuerdan las flores también resplandecientes de los cactus de América Latina.

6. Integrar las nociones

- El docente, tras haber examinado la composición de cada silueta e interpretado el biotopo representado, pide a los alumnos que traten de recordar los lugares.
- Destaca las relaciones entre las especies presentadas en la composición y el lugar donde se recolectaron los especímenes:
 - Los seres vivos están sometidos a la influencia del medio en que viven: su existencia depende de los **recursos** (agua, calidad de los suelos, nutrientes, luz) y está determinada por ciertas **condiciones** (temperatura, viento).
 - El docente agrega que los seres vivos están sometidos asimismo a la influencia de las demás especies que los rodean.
- En la **cadena alimentaria**, las relaciones entre las especies son directas.

Ejemplos:

El jerbo (roedor pequeño) se alimenta de frutas, semillas secas y hojas; los meriones (jerbos) del Sahel roen la corteza de los árboles para extraer agua; los carnívoros como los chacales, los zorros del Sahara o los zorros de las arenas comen roedores; los **detritívoros** (necrófagos, hormigas, **cardadores**) consumen cadáveres de animales. La materia que no consumen por los detritívoros es descompuesta por los microorganismos llamados **descomponedores**.

- Las relaciones entre las especies también pueden ser menos directas e identificables. Entre especies con necesidades similares, competir es la regla: dos plantas de especies diferentes luchan por acceder al agua en función de los recursos disponibles en el lugar.
- Para cumplir su ciclo biológico, muchas especies necesitan interactuar con otras: las plantas de flores son polinizadas por los insectos y las aves.

7. Darle vida a esas nociones inventando un relato

- Después de haber aclarado las relaciones de las especies entre sí y con su medio, los alumnos se concentran en una silueta e imaginan una historia, un relato que integre y vincule entre sí los objetos que forman parte de la composición.
- Se busca así valorizar las relaciones señaladas por el docente (relación de las especies con los recursos, cadena alimentaria, competencia, interacción), a la vez que se produce un relato espontáneo de encadenamientos fluidos y sin interrupciones de un objeto a otro. Se pasa libre y rápidamente de un elemento a otro.
- El alumno puede integrar una dosis de fantasía en el marco de su historia (“érase una vez...”): lo importante es que la lectura del biotopo y de su funcionamiento refleje las informaciones transmitidas.
- El docente señalará luego las eventuales incoherencias.

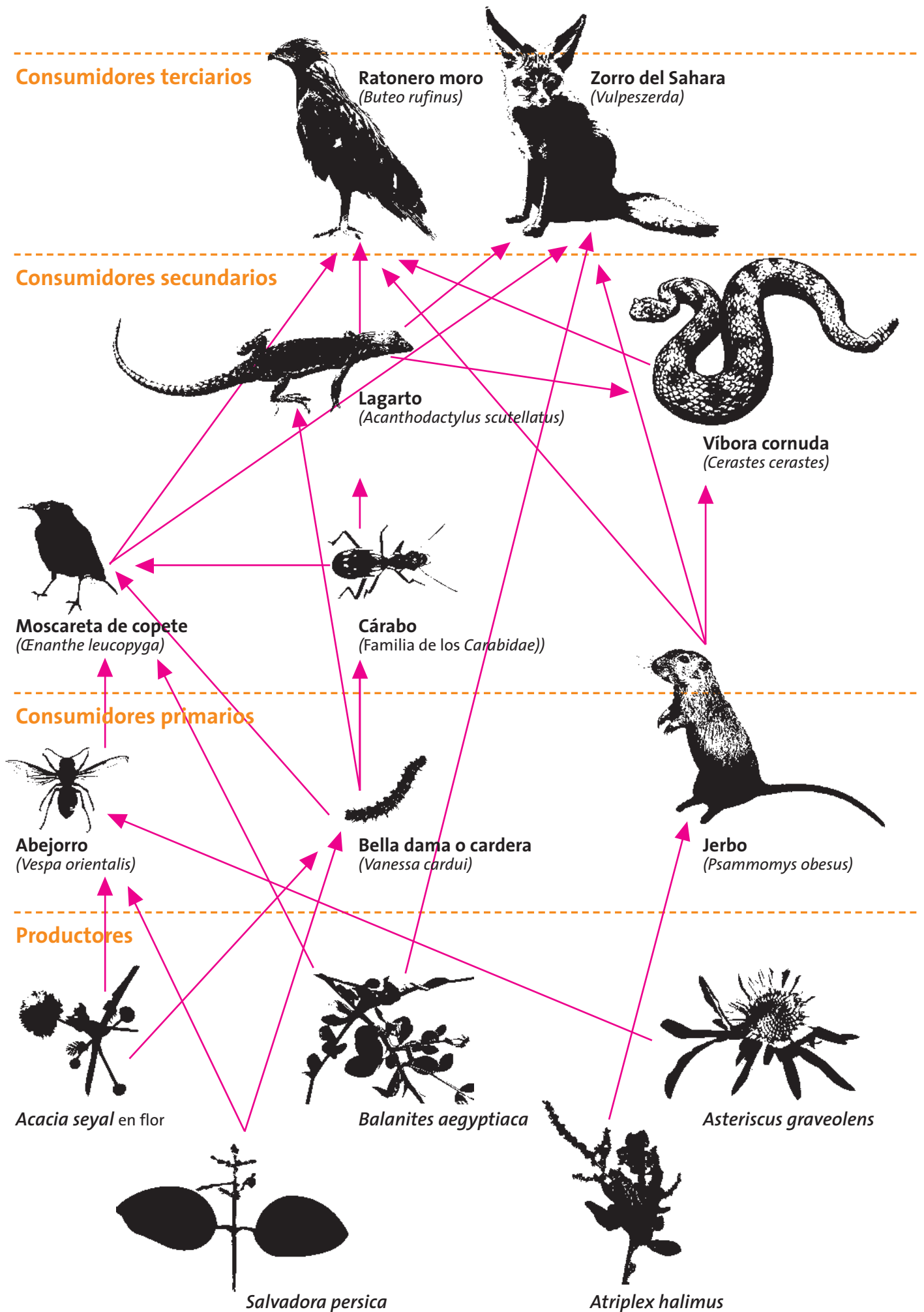
8. Relacionar entre sí las composiciones por medio del relato

Conviene que las diferentes siluetas se representen con los brazos separados de modo que las composiciones obtenidas se toquen. Se sugiere así la idea de nexo, de interacción entre los diferentes biotopos en el funcionamiento del ecosistema como un conjunto. Esta idea de varios ciclos que se superponen puede ser retomada en el relato.

El hecho de que la actividad se lleve a cabo colectivamente realza la idea del vínculo.

La elección de siluetas de alumnos para las composiciones es también una forma de proyectar y de situar la presencia humana en el centro del medio ambiente

Ejemplo de red trófica en la región sahariana



03 Tierra, piedra y erosión

Nivel 
intermedio

Lugar 
en el exterior

Duración 
2 sesiones

Objetivos

1. Descubrir el medio ambiente

Al ir descubriendo las formas del relieve y la constitución del paisaje geológico con el docente, los alumnos establecen una relación entre la calidad de las rocas y la calidad del suelo, entre la roca y los sedimentos.

2. Conocer y comprender

Tras varias intervenciones efímeras en el paisaje mineral (trazados, esculturas), los alumnos visualizan el fenómeno de la erosión por medio de una serie de dibujos (sobre todo la acción del viento en zonas áridas) y comprenden la importancia de los nutrientes del suelo en el ecosistema.

Desarrollo

1. Distinguir el mineral

En las zonas áridas, a menudo no es ya la vegetación sino la roca lo que define el carácter del paisaje.

► Los alumnos escogen, con ayuda del docente, uno o más puntos del paisaje con fuerte predominio de elementos minerales.

2. Observar el componente geológico del paisaje

La clase se traslada hasta el lugar y el docente orienta a los alumnos para que descubran las formas del relieve y la constitución del paisaje geológico.

► Califica el tipo de rocas que forman el relieve:

Puede tratarse de una roca sedimentaria, proveniente de la consolidación de capas de materiales – por ejemplo, esquistos o arenisca – transportados por el agua o el viento, o también de depósitos de la actividad biogénica (rocas calcáreas) o del resultado de la reacción química de precipitación de una solución (aljez o yeso).

► Los alumnos sondean el suelo en varios puntos del paisaje:

Descubren que está compuesto por **sedimentos** producidos por la degradación de la roca que forma el relieve, por fragmentos de roca disgregada y erosionada: piedras, guijarros, arena, limo, arcilla.

El suelo puede formar un depósito espeso o más fino, hasta una delgada placa en campos de bloques o grandes rocas. Los alumnos distinguen este aspecto a medida que se desplazan en el paisaje.

► El docente les aconseja establecer relaciones entre las piedras que se encuentran dispersas en diferentes puntos y la roca que constituye el relieve:

Explica la formación geológica por acumulación de sedimentos, es decir en estratos, en capas superpuestas, visibles por ejemplo en las areniscas, identificables también en la estratificación horizontal de las mesetas y mesas características del relieve de las zonas áridas, que pueden encontrarse en las piedras diseminadas por el suelo. Para verificar mejor este fenómeno, los alumnos pueden partir o quebrar fragmentos o plaquetas de roca, con más facilidad las rocas con capas: esquistos, pizarra, algunos tipos de arenisca o calcáreos y calcoesquistos.

20

20. Dunas del desierto de Namib en la región de Swakopmund, Namibia

©Yann Arthus-Bertrand
La Tierra vista desde el cielo, UNESCO

21. Montañas de Brandberg West (2573m) en la región de Damaraland, Namibia

©Yann Arthus-Bertrand
La Tierra vista desde el cielo, UNESCO



21

3. Relacionar el suelo con el relieve y situarse en el paisaje

► A continuación, los alumnos relacionan el suelo sobre el que caminan con el relieve más lejano, por medio de intervenciones efímeras en el paisaje.

Para ello, manipularán la materia mineral y crearán esculturas, reuniendo piedras o sedimentos (**túmulos**, *cairns*, círculos), dibujando figuras con la huella de sus pasos, formando composiciones cromáticas con el uso de minerales.

► El docente los ayuda a establecer un juego de escalas (escala humana, escala natural) entre sus intervenciones y el paisaje:

- Una piedra levantada o un túmulo artificial de unas decenas de centímetros de altura pueden reproducir la forma de un relieve importante del paisaje. Así dispuestas en primer plano para el observador, con el relieve como tela de fondo, estas creaciones resultan tan importantes en tamaño como el relieve en el plano posterior, y reproducen su aspecto y textura. Su asociación tiene un efecto sorprendente.

- Una línea recta, trazada arrastrando los pies sobre el suelo plano y situada en el eje de un relieve, puede, mediante la perspectiva, crear un nexo entre quien observa, de pie, y el relieve a lo lejos; entre escala humana y escala paisajística, vinculando también el suelo con la forma vertical del relieve.

Estas esculturas o diseños artificiales añadidos al paisaje son también la huella de creaciones humanas en medio de vastas extensiones naturales. Son una manera en que los alumnos pueden asimilar dos formas de acción o creación, la humana y la natural... ¡y formar parte del paisaje!

4. Distinguir la acción del viento y las huellas de la erosión

► A través de los diseños realizados en el suelo, los alumnos comprueban la legibilidad de las huellas de sus pasos; al quebrar o levantar la capa superficial de tierra del suelo se advierte que las huellas son más oscuras o más claras que el suelo original.

El docente hace notar a los alumnos el **barniz del desierto** (o barniz eólico) de los suelos o las rocas.

► Este punto permite una transición: el profesor estudia la función del viento en el modelado del paisaje. En primer lugar, recuerda el concepto de **erosión**: la acción de desgaste y transformación de la superficie terrestre por diversos agentes, como el agua, el viento, el hielo, el calor.

Luego precisa lo que es la **erosión eólica**: los vientos erosionan la corteza terrestre, desgastando las rocas y alterando las formas del relieve.

El docente puede usar ejemplos para ilustrar la **corrasión** que designa la acción decapante de los vientos cargados de granos de arena y cuarzo sobre los relieves y los suelos. También explica la **deflación**,

22



22. Grabado sobre piedra de *Tinhert* en el *Tassili N'Ajjer*, Argelia
©Olivier Brestin

23. Tuareg en *Tamrit*, *Tassili N'Ajjer*, Argelia
©Olivier Brestin

24. Huellas de dromedario y de tuareg en el erg de *Admer*, *Tassili N'Ajjer*, Argelia
©Olivier Brestin

25. Areniscas laminadas, valle del *Saoura*, *Béni-Abbès*, Argelia
©Michel Le Berre

26. Gargantas del *Saoura*, en *Marhouma*, *Béni-Abbès*, Argelia
©Michel Le Berre



26

23



24



25



27

27. Cairn o *redjem* en el norte de *Illizi*, *Tassili N'Ajjer*, Argelia
©Michel Le Berre

28. Coloración variada de las areniscas de *Marhouma, Béni-Abbès, Argelia*
© Michel Le Berre

29. Suelo agrietado del desierto de *Atacama, Chile*
© UNESCO / Olivier Brestin

30. Montes de *Ougarta en Béni-Abbès, Argelia*
© Michel Le Berre

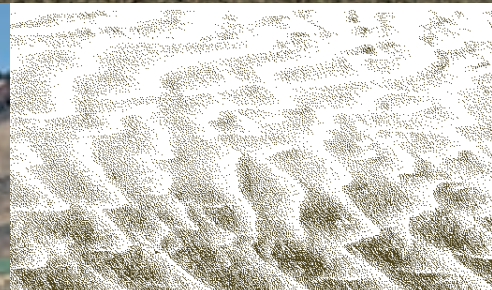
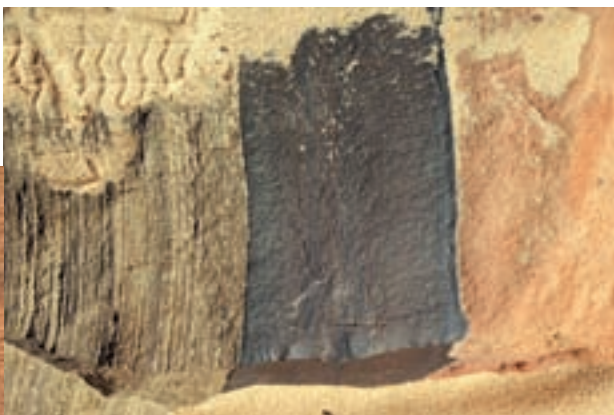
31. Región de *Bou Hafnia, Argelia*
© Olivier Brestin

29



30

28



31

32. Roca erosionada en la región de Tamrit, Tassili N'Ajjer, Argelia
©Olivier Brestin

33. Campamento tuareg abandonado en el erg de Admer, Tassili N'Ajjer, Argelia
©Olivier Brestin

34. Formación geológica de Ischigualasto en el Valle de la Luna, San Juan, Argentina
©UNESCO/Liliana Madrid de Zito Fontan

32



33



34

mediante la cual los vientos transportan y barren los materiales finos del suelo, que se depositan y se acumulan en otros lugares (desplazamiento de las dunas).

Por último, indica que en los desiertos, pese a las apariencias, la acción del viento puede tener menor impacto que la de las aguas (erosión fluvial, escorrentías en capa). La erosión eólica es una erosión superficial, aunque dañina para la productividad de los suelos. El docente menciona la importancia de la erosión térmica en la fragmentación de los bloques de rocas de las zonas áridas.

5. Dibujar

Los alumnos identifican luego una o más manifestaciones de erosión eólica y transmiten, por medio del dibujo, la acción plástica de los vientos en el paisaje.

Según el lugar y el contexto donde se encuentren, provistos de una libreta de croquis, pueden:

- Captar la fragmentación de la roca en peñascos desgastados o relieves accidentados por la acumulación de formas;
- Representar la formación de los macizos de dunas “bosquejando” las dunas según la orientación de su arista viva, con una faz al sol, otra a la sombra, realzando así los arabescos y los contrastes de luz;
- Definir primeros planos sobre las crestas recortadas en los terrenos blandos o con extraños contornos rocosos (a veces ahuecados);
- Dibujar los surcos que aran los vientos en la arena o en las areniscas fosilizadas por el trazado paralelo de líneas serpenteantes y el contraste de tonos (claro/oscuro).

La desnudez de las formas del paisaje se representa en todas partes.

6. Interpretar los dibujos y comprender el efecto de la erosión eólica en el medio ambiente

- El docente acompaña la interpretación de los dibujos y explica cómo la acción de los vientos es una causa de degradación de los suelos, empobrecidos por la sequía o por una explotación exce-

siva por parte de los seres humanos.

La capa de suelo superficial (fértil) se desprende por efecto de la deflación.

La roca queda decapada, al desnudo; los organismos vivos se enrarecen.

► Establece una relación de causa a efecto entre la falta de vegetación y la intensidad de la erosión eólica:

En todos aquellos lugares donde la tierra no está protegida por la vegetación, el viento arrastra fácilmente los sedimentos, levantando nubes de arena y polvo; cuanto mayor es la deflación, más extensos son los terrenos que quedan al desnudo, perjudicando el desarrollo de la flora, ya que las plantas no brotan cuando no hay suelo (con excepción de los líquenes).

7. Individualizar una zona de tierra protegida de la erosión

► Los alumnos individualizan una zona menos desnuda y menos expuesta al viento que las que acaban de recorrer.

- ¿Cómo se protege del viento esa zona? ¿Por su orientación? ¿Por algún relieve? ¿Por alguna intervención humana, como barreras verdes, compuestas por plantaciones de árboles y matorrales? ¿Por la construcción de **rompevientos** y setos con ramas y palmas?

- ¿Es una zona más húmeda? ¿Una zona fértil? ¿Una zona de cultivos o de vegetación espontánea?

- ¿Qué elementos constituyen un suelo no estéril?

► El docente indica que además de las partículas de roca móvil (arena, arcilla), un suelo productivo está constituido por **humus**, **nutrientes**, agua, aire, elementos u organismos vivos identificables como raíces, lombrices, organismos detritívoros y otros organismos invisibles, como filamentos de hongos, bacterias y demás microorganismos.

8. Extraer muestras de tierra en varios sitios y apreciar sus calidades plásticas

► Los alumnos extraen muestras del suelo en los diferentes sitios visitados durante el ejercicio y las conservan en recipientes transparentes a fin de poder exponer las composiciones, texturas y colores de los suelos en cuestión.

Ejemplos:

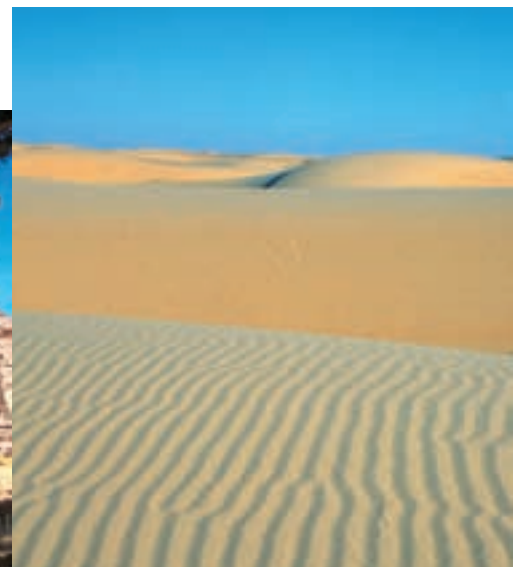
En suelos agotados o desprendidos, pueden extraer un poco de arena, blanca si el terreno es yesoso, amarilla o anaranjada si el cuarzo de la arena está cargado de óxidos metálicos. En otros puntos del paisaje, pueden recoger muestras más densas de tierra con limo o arcilla (y revelar sus diferentes cualidades). También pueden extraer un poco de lodo de las orillas o del fondo de un río o de un aguadero.

► Los alumnos completan las muestras que han extraído mojándolas y frotando con ellas la superficie de papeles o telas, para que resalten los diferentes colores de los suelos.

35. Ciprés de la región de Tamrit,
Tassili N'Ajjer, Argelia
© Olivier Brestin



36. Dunas de arena
en la región de Hassi Khalifa, Argelia
© Olivier Brestin



04 La paleta de la naturaleza

Nivel 
intermedio

Lugar 
en el aula
y en el exterior

Duración 
3 sesiones

Objetivos

1. Descubrir el medio ambiente

Mediante el frotamiento o la impresión directa de elementos minerales o vegetales sobre una tela bien estirada (de algodón blanco o lino), los alumnos visualizan la gama de colores del paisaje y descubren una nueva manera de “captar” la diversidad de los seres vivos y de los hábitats del ecosistema.

2. Conocer y comprender

Gracias al estudio de los colorantes naturales usados por la población para teñir y pintar (textiles, cueros, madera, cerámica, pinturas corporales), los alumnos aprecian la estrecha relación física que los seres humanos establecen con el ecosistema, por medio de las prácticas artesanales vinculadas con el color.

Desarrollo

1. Recolectar-Extraer muestras

► Según la región en la que se encuentren, los alumnos extraen de la naturaleza una variedad de elementos colorantes, básicamente vegetales o minerales: bayas, hojas, flores, frutos de todo tipo, cortezas, hongos, rocas, arcilla, ladrillo.

Siguiendo los consejos de los conocedores, pueden localizar los depósitos de ocre, tierras colorantes, barros **tintóreos** (*Bogolan* en África) y recoger muestras.

2. Guiar

► El docente orienta un poco la selección; se extraen los elementos de modo que pueda sacárseles el “jugo”, la esencia, la savia o el polvo colorantes por aplastamiento, frotación o machacado. Se aconseja al docente hacer previamente pruebas y privilegiar las inflorescencias fuertemente coloreadas y las hojas jugosas que contienen savia colorante, teniendo presente que las hojas carnosas no son necesariamente colorantes.

Ejemplos:

En África, según las regiones y en función de las variaciones estacionales, se pueden sugerir las inflorescencias de los árboles, como las diferentes especies de acacias, y de las flores, como las de la retama (amarilla), la gualda, la acedera silvestre (roja), el mongo, la pitaya (fruto del dragón), el cártamo (o falso azafrán), la caléndula o maravilla, los asteres como el girasol o la pulicaria, las flores de las euforbiáceas.

En los oasis y las zonas cultivadas, las matas de zanahorias y las hojas de tomates son muy colorantes.

Hacer pruebas con hojas frescas de índigo o alheña, rallar un poco de corteza de nogal, usar la cáscara de las granadas.

En América del Sur, los frutos y flores de los diferentes cactus: los *Calendrinia* y los *Cristaria* colorean de rosa o lila. Ténganse también en cuenta los colorantes naturales de origen animal, como los *Coccoidea* en el caso de la **cochinilla**.



► Después de haberse documentado, el docente debe además ayudar a los alumnos a identificar las especies raras o protegidas que deberá evitar extraer o recoger, así como las especies peligrosas o tóxicas para el ser humano: por ejemplo, el beleño (*Hyoscyamus*) o el manzano de Sodoma, cuya manipulación requiere particular cuidado.

3. Reunir

► Los elementos colorantes recogidos son compartidos entre todos los alumnos para aumentar así la gama cromática.

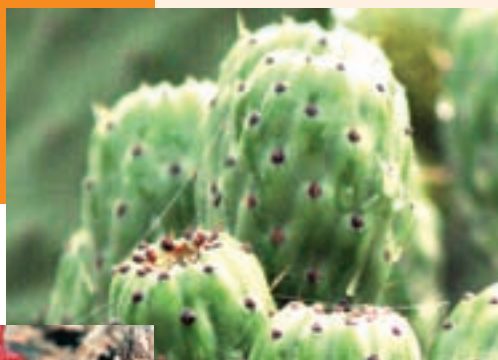
4. Frotar - Aplastar - Extender

► Los alumnos proceden a frotar sobre una tela de algodón blanco estirada sobre un soporte. La tela puede ser sostenida con cuñas que se fijan, a su vez, a un lado y otro de las mesas de los escolares. Los elementos minerales pueden mojarse para que resulten más colorantes.

Se busca así captar la diversidad de los colores, manteniendo la visión de conjunto de la composición. Pueden ser varias telas, realizadas por pequeños grupos, o una gran tela compuesta colectivamente. Si la tela es grande, cada alumno busca su espacio y trabaja en una pequeña porción de la superficie, hasta que quede completamente cubierta.

El ejercicio se concibe como una tarea colectiva, espontánea, ejecutada de una sola vez, para de esa forma obtener una especie de transferencia rápida, mágica, de los colores del medio ambiente. Cuanto mejor se elijan los elementos, más asombroso y visualmente interesante será el efecto.

► En la segunda parte de la actividad, la clase se concentra en los colorantes naturales utilizados por la población para teñir y pintar: tintura de textiles, cueros o madera; tintura o pintura de cerámicas o paredes de adobe; pinturas corporales o tatuajes.



37



38

37. De izquierda a derecha y de arriba hacia abajo: Flores de nolana (*Nolana paradoxa*), mimosa, buganvilla o Santa Rita, mimosa (detalle), fruto del nopal, flores del tomate
© UNESCO/Olivier Brestin

38. Flores de acedera silvestre (*Rumex vesicatorius*)
© Michel Le Berre



39



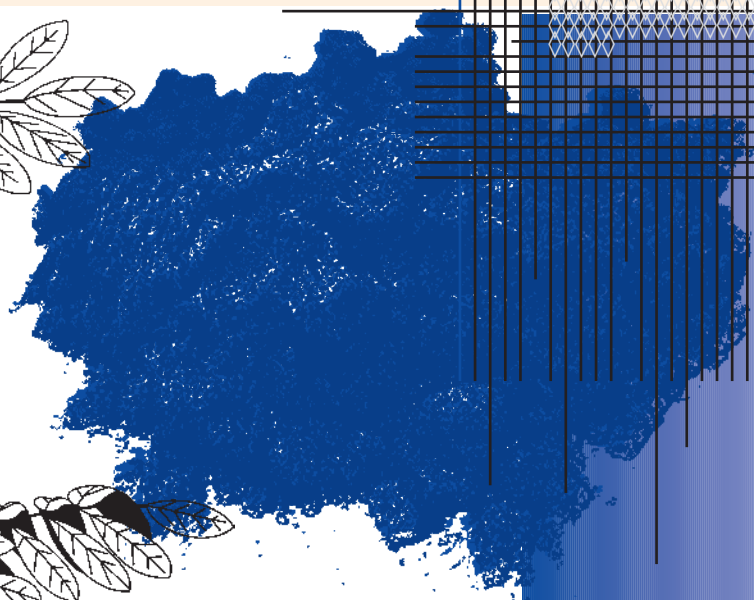
40

39. Tuaregs en el erg de Admer, Djanet, Tassili N'Ajjer, Argelia
©Olivier Brestin

40. Músico tuareg con turbante teñido con índigo en el Tassili del Hogga, Argelia
©Olivier Brestin



Dibujo de una rama de índigo



5. Orientar hacia los conocimientos tradicionales del lugar

► El docente insta a los alumnos a que averigüen quiénes son las personas del lugar que atesoran información y conocimientos tradicionales en materia de tinturas y plantas tintóreas, y de modo más general, colorantes naturales de origen animal, mineral y vegetal, y a que se pongan en contacto con ellas.

6. Vincular el color con el ecosistema

► Los alumnos conversan con esas personas y aprenden a vincular un color con la especie vegetal o la materia mineral de la que proviene.

La relación no se establece de manera abstracta:

– Los alumnos se concentran en la paleta limitada de colorantes que suministra la naturaleza en el lugar.

– Parten de un objeto – un jarrón de cerámica pintada o una prenda teñida – y, con ayuda de los conocedores en la materia, recorren las etapas de fabricación hasta remontarse a la planta, las raíces o la tierra que originan el color.

– El especialista en teñido puede demostrarles ciertos gestos y algunas técnicas; puede llevarlos a los lugares de cosecha; hacerles visitar los espacios dedicados a la tintura; mostrarles los utensilios. Los alumnos hacen dibujos y rápidos croquis para visualizar esas etapas.

– Así establecen claramente la relación entre un color determinado y la materia prima en el ecosistema.

Ejemplos:

Entre el color amarillo de una prenda y, según las regiones, la gualda, la nuez de cola, el cártamo o algunos hongos silvestres.

Entre el rojo de un jarrón de cerámica y el ocre rojo; entre el rojo de una pintura corporal y las hojas de alheña o, de nuevo, el ocre rojo.

Entre el azul de un turbante y el añil de las hojas del índigo.

7. Medir el efecto cultural de los colorantes naturales

► Una vez establecida la relación, los alumnos toman conciencia del impacto cultural de los recursos ambientales:

- A partir de los colorantes naturales presentes en el ecosistema local, con el tiempo se ha constituido una paleta con la que se han elaborado técnicas, de generación en generación, para transmitir esos colores.

- Dichas técnicas se han ido adaptando a los períodos de escasez y a las modificaciones del medio ambiente, evolucionando al mismo tiempo que abarcaban la historia de la humanidad.

► El docente agrega que, además de esas técnicas antiguas y en evolución, detrás de cada color existe un simbolismo para la población.

Todos los colores suministrados por la naturaleza, ya sean valiosos o banales, se sitúan en una escala de valores elaborada por los seres humanos.

8. Descubrir las recetas de los colores

► Una vez iniciados por quienes poseen los conocimientos locales, los alumnos descubren los “secretos” de los matices de cada color, la elaboración de las etapas de recolección y cosecha, los largos períodos de maceración, trituration y decantación, las mutaciones e interacciones entre los elementos, así como el uso de **mordientes** (productos agregados) que favorecen la penetración del color en las fibras. También descubren la carga de significados simbólicos del color.

Ejemplos:

Los alumnos se familiarizan con la tintura de índigo. Para extraer el indicán, las hojas de índigo se ponen a fermentar en la llamada “tina de índigo”.

La extracción se efectúa explotando las fuentes de sulfuros naturales. Una vez terminado el teñido, es posible darle a la tela un aspecto lustroso, golpeándola contra un tajo.

Este tipo de tintura, que suele ser realizada por mujeres, puede vincularse al culto de las divinidades protectoras del mundo femenino.

Los alumnos pueden descubrir asimismo la cosecha de hojas de alheña en verano o la obtención del ocre rojo diluyendo esta arcilla en agua, hasta los estanques de decantación donde los terrones se cortan y se ponen a secar.

De ese modo se pueden obtener bocetos interesantes.

Luego, pueden estudiarse las múltiples maneras en que se presenta el ocre según se destine a pinturas corporales, a la decoración de paredes de adobe, o al teñido de telas.

Por último, puede analizarse la dimensión simbólica del rojo, omnipresente en los ritos, ya se trate de ritos iniciáticos o funerarios, porque el rojo es más ambivalente que ningún otro color por señalar a la vez el poder de la fertilidad (o de la virilidad) y los excesos y peligros de ese mismo poder. Así, en numerosas sociedades de las regiones áridas, en la madurez sexual se adorna el cuerpo de los adolescentes de uno y otro sexo con pinturas rojas (de ocre). El rojo de la alheña ocupa también un lugar central en las fiestas de noviazgo y matrimonio.

9. Plantear el debate sobre la conservación de la biodiversidad

► Toda la clase reflexiona sobre la conservación de los recursos naturales colorantes en el ecosistema local.

- ¿Han desaparecido algunas plantas?
- ¿La reducción de la biodiversidad ha contribuido a la desaparición de tradiciones y símbolos en las prácticas culturales?

El uso de los colorantes naturales disponibles para realzar el cuerpo y la coloración de las prendas,

- ¿no permite acaso preservar un vínculo físico y simbólico con la tierra y las especies locales?

Aunque se ha vuelto moneda corriente recurrir a los textiles estampados y los colores sintéticos,

- ¿no puede una determinada población mantenerse garante o guardiana de los coloridos naturales que reflejan la alianza entre la comunidad humana y su medio ambiente?

10. Fabricar su propia tinta

► Por último, para realizar un ejercicio de tintura, los alumnos aprenden a utilizar ciertas técnicas de maceración, fermentación, dilución y machacado, propias de cada colorante.

► Por ejemplo, para la gualda desmenuzan alrededor de 1 kg de plantas secas que luego dejan macerar en una olla de cobre.

► Paralelamente, preparan las fibras textiles, camisetas o cualquier otra tela perfectamente limpias, y las hacen hervir en agua a la que se ha agregado un mordiente (como el alumbre).

► Las colocan luego en la olla que contiene la gualda y llevan todo al punto de ebullición (aproximadamente una hora).

► Después dejan que el baño se enfríe y enjuagan con agua limpia.

Ya realizada la tintura, los alumnos pueden también aplicar plantas y hongos embebidos en tintura sobre una tela de algodón blanco, para imprimir su huella. Es una buena manera de usar el resto de la tintura para realizar un tapiz pintado o elaborar plantillas de estarcir para los hogares.



05 Tras las huellas de la fauna salvaje

Nivel
intermedio



Lugar
en el aula
y en el exterior



Duración
3 sesiones



Objetivos

1. Descubrir el medio ambiente

Acercarse a las especies animales en su contexto mediante el estudio de sus sonidos y la identificación de sus huellas y otras trazas perceptibles.

2. Conocer y comprender

Después de repasar las características de las especies animales de las zonas áridas, aprender a usar el relato para poner de manifiesto la relación de un animal con su biotopo y comprender mejor la interpretación de un mismo medio ambiente por parte de varios usuarios.

Desarrollo

1. Hacer un primer reconocimiento

► Los alumnos salen al medio ambiente en búsqueda de la fauna salvaje.

Prueban un acercamiento discreto, descubren la técnica del acecho (que requiere un gran dominio de sí, sin ruidos ni movimientos intempestivos), con la esperanza de sorprender a las especies en una situación natural y lograr una observación lo más real posible.

Como las especies salvajes más “observables” en las zonas áridas son los insectos, los lagartos y algunas aves (sobre todo en las regiones de oasis), los alumnos unen naturalmente la observación visual con la auditiva y, si es posible, con ayuda de un grabador y un micrófono, realizan grabaciones del ambiente del lugar y de los sonidos de los animales.

Si no es posible grabar, se procederá simplemente a escuchar los sonidos.

► Los alumnos van en busca de las especies salvajes a horas diferentes:

de mañana temprano o tarde en la noche (escuchar atentamente es la mejor manera de detectar la presencia de ciertos animales nocturnos) y en condiciones atmosféricas variadas, por ejemplo, inmediatamente después de que haya llovido (en la temporada de lluvias).

► Después de varias sesiones, más duchos en la técnica de la grabación, los alumnos pueden emplear material más sofisticado - si existe en su escuela - a fin de estudiar la frecuencia de los sonidos o hacer micrograbaciones en el suelo y en los árboles para captar los susurros y los movimientos furtivos de las especies.

¡Qué alegría! ... cuando después de mucha concentración, se puede observar y captar el pasaje rápido de un roedor, de una serpiente, o hasta de un zorro en África, de un dingo en Australia o de un coyote en México.

En las zonas semidesérticas, como las sabanas arboladas, es más fácil observar en directo a algunos mamíferos de grandes dimensiones como los **ungulados**.

► Analizando las sesiones de escucha, los alumnos identifican las especies por sus gritos e intentan vincularlos con una situación:



41

41 y 44. Rastros de serpiente en la arena a orillas del Aïr y del Ténéré, Níger

© Michel Le Berre



42

42. Caravana en el wadi Djerat en el Tassili N'Ajjer, Argelia

© Michel Le Berre



43

43. Huellas de aves en la arena en Hassi Khalifa, Argelia

© Olivier Brestin



44

¿Son gritos de sorpresa? ¿De intimidación (para asustar a un enemigo)? ¿De alarma? ¿De seducción (para atraer al sexo opuesto)?

¿En qué sentido y de qué modo son reveladores del modo de vida de la especie? ¿Cuál es el régimen alimentario de ese animal? ¿Es un predador?

2. Identificar las huellas de animales

Para esta actividad es muy recomendable que el docente solicite la asistencia de un rastreador acostumbrado a interpretar las huellas dejadas por los animales en el suelo o la arena. Estas trazas son verdaderas “firmas” en la superficie del suelo, indicios de una actividad oculta que se desarrolla en la noche o en las primeras horas de la mañana.

Los alumnos llevan adelante la investigación, guiados por el rastreador:

- ▶ Aprenden a distinguir los rastros de ocultamiento y los refugios provisorios, frutos de estrategias para evitar el calor, como sucede con los topos dorados (*Eremitalpa granti*) o las víboras cornudas del desierto (*Cerastes cerastes*).
- ▶ Identifican los modos de locomoción específicos, como el desplazamiento lateral de los crótalos.
- ▶ Aprenden a reconocer las huellas de ciertos mamíferos, como los ungulados de África sahariana y subsahariana, por el ancho de las huellas.

Ejemplo:

La pata ancha del camello (no se habla de casco para el camello) es fácil de reconocer; su huella está superpuesta por dos huellas más profundas que son las de sus uñas y que indican el sentido de la marcha.

- ▶ Los alumnos distinguen las huellas específicas de los roedores que dan la impresión de caminar en tres patas, como el jerbo pequeño del Sahara (*Jaculus jaculus*), ya que sus patas delanteras se apoyan juntas sobre el suelo.

- ▶ También distinguen las huellas en forma de puntilla de los insectos, los arabescos que aparecen tras el paso de los milpiés o las larvas de insectos, y los rastros de grupos de aves.
- ▶ En las zonas semiáridas, la clase puede asignarse la misión de señalar las huellas de especies salvajes **endémicas**.

Ejemplos:

Las huellas de marsupiales en la tierra, en zonas de matorrales y en las estepas australianas, o los rastros de miles de ungulados que se entrecruzan en las llanuras herbáceas secas de África.

De manera general, en las sabanas y las estepas semidesérticas abundan las aves cazadoras (águilas, lechuzas) y corredoras (avestruz de África, ñandú de América, emú de Australia).

Los alumnos pueden buscar todas esas huellas en el lodo o en la arena, cerca de los aguaderos.

- ▶ Después de familiarizarse con las huellas gracias a la ayuda del rastreador, los alumnos hacen rápidos esbozos de las mismas en sus libretas de croquis.
 - ▶ Destacan claramente el detalle gráfico de cada huella (trazas redondas, en forma de estrella, alargadas, espaciadas, rastreras).
- ¿Se distinguen claramente lóbulos o almohadillas plantares?

45. Ñu de cola negra
(*Connochaetes taurinus*),
Kenya
© Michel Le Berre

46. Estepa arbustiva,
Reserva de Biosfera Bookmark, Australia
© Michel Le Berre

47. Dromedario en la región
de Kata Tjuta,
Territorio del Norte, Australia
© Olivier Brestin

48. Avestruz hembra
(*Struthio camelus massaicus*),
Kenya
© Michel Le Berre

45



46



48

47





49. Rinoceronte, Kenya
© UNESCO-MAB/B. von Droste

3. Buscar otros rastros del modo de vida de las especies

► Con la ayuda del rastreador, los alumnos buscan diferentes indicios que revelen la presencia de una o más especies y proporcionen información sobre su modo de vida.

El equipo compuesto por el rastreador y el docente recuerda las precauciones y reglas que deberán observarse al ir descubriendo animales:

Evitar molestar a las especies, deshacer sus refugios y madrigueras, violar sus territorios o destruir las especies vegetales que constituyen la base de la alimentación y del hábitat de los animales; no acercarse a las nidadas ni a los nidos, ni tocar a los animales jóvenes.

► Si buscan bien, los alumnos pueden hallar aquí o allá deyecciones, bolas de regurgitación, plumas, tal vez incluso rastros de combate en el suelo, fragmentos de cáscaras, frutos o conos medio roídos, nidos, refugios, huellas olfativas, indicios sobre el ritmo biológico de la especie, señales de **migración animal**.

► El rastreador orienta a los alumnos para que observen de qué manera todos esos objetos y huellas pueden constituir indicios.

¿De qué modo permiten interpretar la movilidad, el régimen alimentario, la reproducción, el territorio y la relación con el biotopo de una o más especies presentes en un determinado lugar?

Ejemplo:

El rinoceronte negro (*Diceros bicornis*) esparce orina en el suelo para marcar su territorio. El rastreador puede cautivar a los alumnos descifrando la información contenida en esas huellas olfativas, que indican el sexo del animal, su edad y hasta pueden permitir identificar a un individuo en particular.

Observación:

Los sonidos y ruidos, las huellas, los objetos e indicios dejados a su paso son todos ellos rastros de la existencia de las especies; son los elementos que interesa estudiar, elementos gráficos sorprendentes, que encierran una cuota de misterio; pero son hechos que están fuera del campo visual, muchas veces ocurren en forma diferente con respecto a la existencia de las especies. Al llegar a este punto, es importante que el docente regrese con los alumnos al aula para reunir las informaciones científicas y los conocimientos que desea transmitir, juntar las piezas del rompecabezas y volver a situar a cada especie en la perspectiva del ecosistema.

4. Recapitular los conocimientos sobre las especies

Tras algún tiempo dedicado a la búsqueda de documentación en libros, fotos, tal vez en Internet (si la escuela está equipada a tal efecto), o de información proveniente también de la transmisión oral de datos y anécdotas narradas por el rastreador o por otras personas conocedoras de los animales, el docente presenta las principales especies del ecosistema del entorno.

► Procurará presentar cada especie con sus características generales y sus adaptaciones morfológicas, fisiológicas y comportamentales a los ecosistemas de las zonas áridas.

A. Las características generales de la especie

El docente puntualiza varias nociones fundamentales:

- ¿Qué es una **especie**?

Existe más de un millón y medio de especies animales inventariadas en la tierra, y el reino animal es el que cuenta, por lejos, con la mayor cantidad de especies.

Cada especie es única, como el chacal común (*Canis aureus*).

Habitualmente, el miembro de una especie sólo se reproduce con otro miembro de su propia especie y presenta un conjunto particular de características físicas.

- Cada especie pertenece a una **familia**.

En la clasificación científica, los seres vivos se ordenan en grupos de tamaño creciente, que indican el nivel de parentesco existente entre las diferentes especies. El chacal común (*Canis aureus*) pertenece a la familia de los cánidos.

- ¿Qué es un **mamífero**?

La familia de los cánidos pertenece a la **clase** de los mamíferos (*Mammalia*).

A pesar de sus grandes diferencias de aspecto, tamaño y modo de vida, la mayoría de los mamíferos están cubiertos de pelo y todos amamantan a sus crías.

50

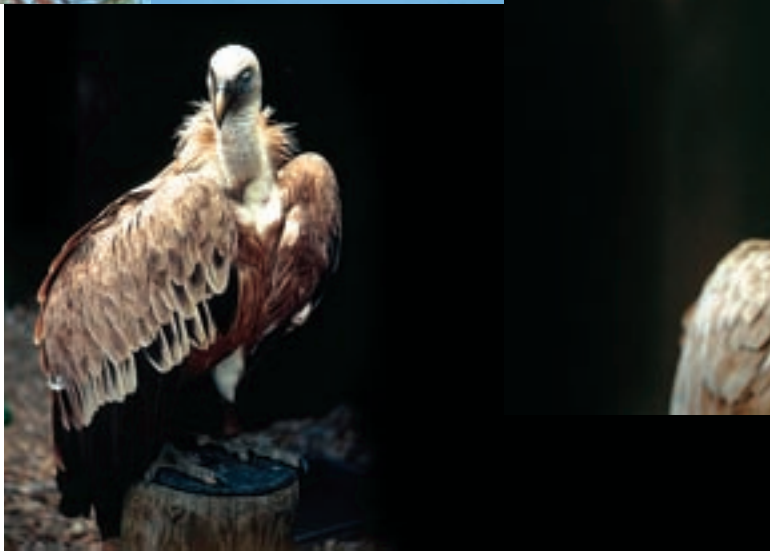
50. Nido de buitre en una acacia, Kenya
© Michel Le Berre

51

51. Buitres volando sobre la Sierra Tarahumara, México
© UNESCO/Olivier Brestin



52. Buitre leonado (*Gyps fulvus*) en reposo, Cévennes, Francia
© Michel Le Berre



52



53



54

- ¿Cuál es el régimen alimentario de una especie particular?
¿Se trata de una especie herbívora, granívora u **omnívora**?

Ejemplo:

En las zonas áridas, muchas aves omnívoras comen casi todo lo que encuentran que sea comestible: tanto insectos como semillas o ramitas. Si las comparamos con otras especies, están en mejores condiciones para adaptarse a los cambios en sus hábitats.

Una especie de roedores, normalmente granívora, como la de los jerbos de la cuenca del Aral, puede haberse adaptado a comer plantas halófitas de corteza dura y rica en sal de ciertas regiones.

- ¿Qué es un **predador**?

Un animal que se alimenta de presas.

El docente vuelve a situar la predación en un contexto de adaptación al medio y de competencia entre las especies y, por tanto, de lucha encarnizada por sobrevivir.

Es un modo de vida difícil que implica muchas veces la idea de estrategia, ya que las presas están siempre alertas y se ocultan a la menor señal de peligro.

Muchos animales son predadores.

Ejemplos:

En África, las aves cazadoras de serpientes, como los secretarios (*Sagittarius serpentarius*), localizan a su presa y luego apuntan justo detrás de la cabeza, para matar a la serpiente venenosa dándole un fuerte golpe con la pata.

Los escorpiones o alacranes de todas las zonas áridas, como los de la familia de los *Buthidae*, matan a su presa a la que sujetan entre sus pinzas con el aguijón de su cola articulada. Las especies de mayor tamaño como los *Leiurus quinquestriatus* pueden atrapar lagartijas o pequeños roedores.

- El docente asocia naturalmente estas ideas con la noción de defensa y las formas de protección desarrolladas por los animales:

– La mayoría de los animales intentan huir.

Ejemplo:

Muchos roedores de las regiones áridas se desplazan en dos patas para atravesar más rápido y con menor riesgo el espacio entre dos plantas nutricias; es el caso de la rata marsupial de Australia.

– Otras especies adoptan estrategias de **mimetismo** que les permiten camuflarse en su medio y escapar así a la vista de sus enemigos.

Ejemplos:

El geco de cola espatulada (*Phyllurus cornutus*) de Australia utiliza el **camuflaje** natural de su piel para confundirse durante las horas diurnas con los troncos de los árboles donde se detiene. Es casi imposible distinguirlo, pues hasta sus ojos son de color críptico.

El camaleón de Yemen (*Chamaleo calyptatus*), normalmente de color verde claro con rayas amarillas, puede cambiar de color para confundirse con diferentes fondos.

• De manera más general, el docente invita a los alumnos a investigar las relaciones que unen a los animales entre sí o a las especies entre sí.

– Algunos animales, llamados “gregarios”, viven con sus congéneres en rebaños, manadas o clanes. Así agrupados, les es más fácil encontrar alimento, mantener a sus crías, distinguir a los predadores, prestandose ayuda o repartíendose las tareas.

Ejemplo:

En una manada de jirafas, las hembras reciben ayuda de los otros miembros del grupo para proteger a las crías de un ataque; mientras éstas beben, otras jirafas, sean o no sus padres, montan guardia.

– Los animales mantienen múltiples relaciones “funcionales” con las otras especies, ya sean animales o vegetales.

El taller siguiente, dedicado al funcionamiento del ecosistema, permitirá esclarecer las asociaciones particulares entre animales y plantas, como la zoocoria, la foresia o el comensalismo (Véase la actividad 6 del capítulo 1, pág. 44).

En este caso, el docente elige destacar otros tipos de asociación entre los animales, como el **parasitismo** o el **mutualismo**.

Ejemplos:

La garrapata del camello explota a su huésped chupándole la sangre; es un ejemplo de parasitismo.

El espulgabuey y el ñu (o la cebra) se asocian para su mutuo beneficio; puede entonces hablarse de simbiosis o de mutualismo.

53. Leones (*Panthera leo*) en el Parque Nacional de “W”, Níger
© Michel Le Berre

54. Combate de jirafas macho, (*Giraffa camelopardalis*), Níger
© Michel Le Berre

55. Escorpión (*Pandinus sp.*) en el Parque Nacional de “W”, Níger
© Michel Le Berre

56. Araña (*Nephila clavipes*) en Nueva Gales del Sur, Australia
© Olivier Brestin



B. Las adaptaciones físicas y comportamentales de las especies en un ecosistema árido

El docente explica que los animales enfrentan dos problemas principales:

- Resistir a los fuertes calores
- Compensar la escasez de agua

Con el correr del tiempo, las especies han ido desarrollando múltiples estrategias de evitación o de tolerancia, con el fin de adaptarse al calor y a la falta de agua en las regiones áridas.

► El docente destaca, en primer lugar, **las adaptaciones morfológicas** de las especies para resistir a los apremios del calor:

- La planta de los pies se ha ensanchado para facilitar el desplazamiento sobre la arena suelta.

Ejemplo:

Las anchas pezuñas del antílope addax (*Addax nasomaculatus*).

- Los mamíferos han desarrollado bajo sus patas unas almohadillas pilosas, que constituyen una suela aislante.

Ejemplos:

Tal es el caso de los jerbos de Egipto o jáculos menores (*Jaculus jaculus*) y de las liebres del Cabo (*Lepus capensis*).

- Las orejas de los animales se han alargado para disipar el calor.

Se puede citar a los fenecs, también denominados zorros del Sahara, o a los elefantes, que liberan calor a través de sus grandes orejas. Las patas también se han alargado para alejar el cuerpo del suelo (avestruces, antílopes).

► El docente continúa luego explicando **las adaptaciones fisiológicas** de las especies, destinadas a compensar la escasez de agua:

- La mayoría de los animales de las zonas áridas beben poco o lo hacen irregularmente.
 - Algunos obtienen el agua del alimento que consumen, como los jerbos (*Meriones unguiculatus*) y las ratas-canguro (*Dipodomys*), que transforman el almidón de las semillas en agua.
 - Otros absorben directamente la humedad del aire a través de la piel, como el moloch erizado (*Moloch horridus*), un lagarto impresionante de Australia, que se asemeja a un dragón cubierto de espinas.
 - Otros toleran cierta deshidratación, como las cabras, los muflones o musmones (*Ovis musimon*) y, sobre todo, el dromedario, que acumula reservas de grasa en su giba. En caso de sequía prolongada, esas reservas se transforman en agua por la oxidación de los lípidos.
- Otras especies enfrentan la deshidratación reduciendo su sudoración y su eliminación de orina. Para disminuir las pérdidas de agua, numerosos roedores de las diferentes zonas áridas producen una orina muy concentrada y materias fecales secas.

► Para finalizar, el docente explica **las adaptaciones comportamentales** de las especies a su medio: ¿Cuáles son sus estrategias de evitación para precaverse del calor y de la falta de agua?

- Una primera medida consiste en ponerse a resguardo, aislándose del calor por todos los medios:
 - Como el ecosistema árido suele presentar fuertes variaciones térmicas entre el día y la noche, muchas especies se refugian en sus madrigueras durante el día y sólo salen de noche, cuando el aire se ha refrescado.

Ejemplo:

Al igual que otros muchos animales, el jerbo de Egipto (*Jaculus jaculus*) construye refugios subterráneos muy profundos. Allí está al abrigo del calor del día, obturando las entradas de su madriguera con tierra suelta, lo que le permite preservar su humedad.

– Otras especies, entre ellas, numerosos reptiles como el esquinco (*Scincus officinalis*), que recibe el apelativo local de “pez de las arenas”, evitan el calor y la deshidratación enterrándose en la arena.

- Una segunda estrategia consiste en reducir los efectos del suelo ardiente:

57

Dibujo de jerbo (*Jaculus jaculus*)

– Muchas especies adoptan un comportamiento particular, como el lagarto de collar (*Crotaphytus collaris*), que se enfría las patas levantándolas, o el crótalo cornudo (*Crotalus cerastes*), que avanza lanzando el cuerpo hacia el aire, de costado, desenrollándose lateralmente.

– Otras especies optan por la velocidad, eligiendo las carreras y los saltos rápidos entre dos puntos. En relación con este tema, el docente puede introducir la idea de **convergencia de evolución** entre varios micromamíferos de diversos continentes:

Así por ejemplo, los *pitchi-pitchi* o ratones marsupiales de Australia, la rata-canguro americana, los jerbos de Asia y del Sahara, aunque no tengan relación genética alguna entre sí, presentan un aspecto similar: todos ellos tienen miembros posteriores vigorosos, desmesurados, que forman un trípode para facilitar la carrera, y un rabo muy largo, que sirve como balancín durante el desplazamiento.

• Otra respuesta comportamental de adaptación al calor extremo consiste en sumirse en letargo. Expuestos a temperaturas de 50°, los lagartos y roedores del desierto pueden reducir la actividad de sus tejidos celulares a la mitad; así entran en **estivación**, un estado de vida más lento simétrico al de la hibernación.

► Por último, el docente explora las estrategias comportamentales que adoptan las especies para compensar la falta de agua.

¿Cómo hacen algunas especies para hidratarse pese a todo o incluso para beber, captando el agua de las nieblas nocturnas o la que se deposita en las paredes húmedas de sus madrigueras, absorbiendo también la humedad contenida en el aire expirado?

Ejemplo:

En el desierto de Namib en África austral, ciertos escarabajos, como el *Onymacris unguicularis*, recogen la humedad de las brumas costeras manteniéndose inclinados, con la cabeza hacia abajo, en la cresta de las dunas. El agua, al condensarse en su cuerpo, fluye hacia su boca, aportándoles así la hidratación indispensable.

La presentación del docente permite evaluar las proezas de adaptación de las especies animales, que producen una gran diversidad de respuestas a las condiciones de vida extremas de los diferentes ecosistemas áridos.



58. Pastores-criadores nómadas, Sahel
© Thomas Schaaf



59. Dromedario y silla tuareg
en Djanet, Tassili N'Ajjer, Argelia
© Olivier Brestin

► El docente apoya la información científica en relatos; utiliza, cuando es posible, una documentación variada, con numerosas imágenes, integrando las anécdotas del rastreador.

5. Estudiar a un animal en el medio ambiente y tomar apuntes

► Para concluir la actividad, el docente inicia una nueva fase de observación de las especies locales. Propone a los alumnos que vuelvan a su vida cotidiana, que se coloquen en una situación real y estudien una especie de su entorno (domesticada o no). Cada uno elige un animal que observará atentamente durante varios días.

► El alumno estudia sus idas y venidas, sus movimientos y formas de actuar, su comportamiento en el medio, sus reacciones frente a los acontecimientos, y toma apuntes. Éstos pueden acompañarse de dibujos y rápidos croquis. Sin embargo, el objetivo no es lograr que “quede bonito”, con bocetos completos, sino más bien captar un movimiento o un comportamiento.

► En todos los casos, los apuntes que toma el alumno son descriptivos, dan cuenta de la agudeza de su mirada.

Ejemplo: el dromedario.

- Su labio superior está hendido.
- Su pupila parece una grieta alargada y oblicua.
- Puede transportar pesadas cargas.
- Es un animal de carga y de monta.
- Bellaquea cuando se lo fuerza.
- Cuando queda libre de toda carga, busca su alimento por sí solo.
- Prefiere la vegetación de tipo matorral a las gramíneas.
- Cuando pasta, se desplaza continuamente, alimentándose en amplios espacios.
- Tritura las espinas con su poderosa dentadura, que no se arredra ante nada (su boca es callosa).
- Le gusta mordisquear las hojas frescas de los árboles (que le suministran agua).
- Bebe ruidosa y largamente, de un solo tirón.
- Después de beber, cuando se ha alimentado bien y está en buena forma, su joroba se infla al máximo.
- Cuando está vacía, es prácticamente imperceptible.
- Su pata ancha, de palma blanda, puede herirse con los guijarros y es sensible a las pendientes.



60. Jerbo (*Psammomys obesus*)
en la región de Goulimine, Marruecos
© Michel Le Berre

- Se desplaza **amblando**.
- Puede ser rápido con sus largas piernas esbeltas (dromedario blanco o árabe).
- Es más bien aprensivo, una simple lagartija lo asusta...
- Produce una leche de alto valor nutritivo, rica en vitamina C (muy apreciada en las regiones secas donde escasean las frutas y legumbres).
- Sus excrementos, que evacua en la mañana, se recogen para servir como combustible.
- ¿Con qué palabras se lo designa en la comunidad, según su edad, su sexo, su color, su forma física, su origen? (Los tuaregs tienen un centenar de palabras para nombrarlo, lo que muestra a las claras el carácter venerable y venerado de este animal para ellos.)
- ¿Puede calificarse a alguien de “dromedario” o “camello”? ¿A qué alude ese calificativo? ¿A su indiferencia? ¿A su tozudez? ¿A su hosquedad? ¿A algo completamente distinto?

6. Hacer un relato sobre la vida de una especie animal

► Al regresar al aula, los alumnos, uno a la vez, harán “hablar” a una especie por medio de los relatos que inventen espontáneamente.

Cada alumno elige la especie que desea personificar y se proyecta en una situación lo más real posible.

Ejemplo:

“Soy un jerbo pequeño. Son las cuatro de la tarde, hace un calor agobiante y me refugio en el fondo de mi madriguera. Afortunadamente, como es muy profunda, siempre está fresca. Sus paredes son húmedas y entonces, a veces, cuando sufro de calor, recojo con la lengua una gota de agua que rezuma de la tierra o me froto contra las paredes para refrescarme...”

Este ejercicio permite fijar los conocimientos transmitidos. El alumno se apropia el saber interiorizándolo, convirtiéndolo en una vivencia, expresándolo a través de su voz y su cuerpo.

Al transmitir estos relatos, no se trata de mimar situaciones, sino de permitirse imaginar, en el marco establecido por los conocimientos adquiridos, y valorizar la relación de un animal con su biotopo.

¿Cómo puede un mismo medio ambiente ser percibido e interpretado por sus diferentes usuarios? ¿Cuáles son los ritmos observados y las dificultades que enfrenta una especie animal determinada en su medio árido?

► A través de las personificaciones, los relatos se entrelazan, los ejemplos se multiplican, los puntos de vista se alternan, permitiendo evaluar el conjunto de usos que hacen las especies animales del medio ambiente.

06 El fresco del ecosistema

Nivel 
avanzado

Lugar 
en el aula
y en el exterior

Duración 
4 sesiones

Objetivos

1. Descubrir el medio ambiente

Representar el ecosistema como una unidad funcional reuniendo en un gran fresco coloreado varias comunidades de plantas, animales y microorganismos en interacción con su medio ambiente no vivo.

2. Conocer y comprender

Basándose en el fresco realizado, asimilar las lógicas de funcionamiento del ecosistema aplicando las nociones de interdependencia entre las especies, de redes tróficas y de sucesión ecológica.

Desarrollo

1. Elegir dos zonas del medio ambiente de gran diversidad biológica

► La clase recorre el medio y elige dos zonas representativas del ecosistema local.

Se escogen dos zonas diferentes desde el punto de vista de la cubierta vegetal, ya que un ecosistema es perceptible sobre todo gracias a su vegetación, que representa la parte fundamental de la biomasa, determina la estructura espacial del ecosistema y revela sus ritmos temporales (estaciones).

Se aconseja elegir dos zonas bastante próximas entre sí y, en la medida de lo posible, una zona de vegetación natural (ecosistema natural), en contraste con una zona de cultivos (ecosistema seminatural, determinado en parte por la actividad humana).

Ejemplos:

En América Central, puede tratarse de una formación de plantas grasas, como la zona de matorrales de saguaro y una zona de vegetación mixta, que combine cultivos y setos vivos de nopal.

En África del Norte, puede ser una estepa con matorrales de cubierta discontinua y una zona de cultivos tradicionales, como los palmares.

2. Distinguir las dos zonas representativas del ecosistema en el contexto más amplio del paisaje

Al llegar a este punto, es importante que los alumnos sean capaces de situar de nuevo las dos zonas elegidas en el contexto más vasto del paisaje.

¿Cómo se integran dos unidades del ecosistema, caracterizadas por las especies que las habitan, en una gran unidad de paisaje definida por el relieve y su formación?

► Para este ejercicio, el docente recomienda a los alumnos tomar cierta distancia, buscar una perspectiva, ya sea alejándose o mirando desde lo alto, o sencillamente caminar y recorrer el espacio de una zona a la otra, observando el paisaje de los alrededores.

¿De qué modo el relieve construye el paisaje? ¿La línea del horizonte queda abierta a lo lejos? ¿Hay estribaciones montañosas o rocosas formando la línea del horizonte? ¿A qué distancia?

¿Se distinguen escarpaduras? ¿Terrenos en declive? ¿Alguna llanura? ¿Cómo se articula la trama del paisaje compuesta por planos y elementos lineales?



61



62



63



64

61 y 64. Cactus candelabro (cardones) y hierba de la pampa (*Cortaderia selloana*) en la región árida de San Pedro de Atacama, Chile

© UNESCO/Olivier Brestin

62 y 63. Cactus candelabro en la región semiárida de Batopilas, México

© UNESCO/Olivier Brestin

- Los alumnos toman apuntes, hacen dibujos y señalan referencias en sus libretas de croquis: ¿Dónde está el norte? ¿Y el sur? ¿Por qué lado sale el sol?
- Las dos zonas representativas del ecosistema, ¿están situadas en la llanura o alojadas en el hueco de alguna escarpadura?
- ¿Quedan protegidas del viento gracias a los elementos del relieve? ¿Están al abrigo de una exposición al sol excesiva?
- ¿Son húmedas? ¿Cuál es la presencia de agua en la zona?
- Estas anotaciones son muy valiosas y servirán para elaborar la estructura general del fresco.

3. Dibujar un fondo para el fresco o una silueta del paisaje

- Los alumnos utilizan un papel de grandes dimensiones, que extienden y fijan a la pared.
- A partir de los datos recogidos al recorrer el paisaje, dibujan un fondo de fresco que servirá como marco para la representación de las dos zonas del ecosistema seleccionadas. Esta silueta de paisaje no tiene por qué ser necesariamente realista.
- Los alumnos dibujan someramente los elementos del relieve y la línea del horizonte, que ofician de tela de fondo y dan unidad a la representación de conjunto del ecosistema. Éste no puede reducirse a una o varias unidades separadas en el espacio, sino que debe concebirse como un conjunto o complejo de ecosistemas interrelacionados en el paisaje.

Sobre ese fondo del fresco van a superponerse las representaciones en primer plano, frontales, detalladas, de las dos zonas representativas del ecosistema, como dos ampliaciones, dos lupas sobre el ecosistema.



65

66



67

La idea de elegir dos zonas (una natural y otra seminatural) permite destacar que en puntos diferentes del paisaje, el ecosistema se forma en cada caso de una manera distinta.

► Con ese propósito, el docente lleva primero a los alumnos al terreno para que descubran los dos medios elegidos.

4. Examinar cada zona en detalle

El alumno recorre libremente la zona, primero solo y luego en grupo, observando en forma espontánea la vegetación natural o los cultivos, dejándose impregnar por el descubrimiento. Luego, el docente aporta algunas orientaciones y aclaraciones.

► Los alumnos elaboran un inventario de las principales especies que determinan la composición de la biocenosis de cada zona.

► En primer lugar, individualizan las plantas y hacen rápidos bosquejos en sus libretas. De ese modo identifican las especies más importantes de cada tipo de formación vegetal.

Ejemplos:

El saguaro (*Carnegia gigantea*) es una especie característica de la zona de matorrales de cactus cirio del desierto de Sonora en México. Diferentes especies de acacias (*Acacia flava*, *Acacia hamulosa*, *Acacia tortilis*) caracterizan las sabanas secas arboladas del África sahariana.

► El docente promueve el diálogo de los alumnos con los ancianos de la comunidad, que poseen buena parte del saber ambiental.

¿Cuáles son las plantas compañeras que conviven con las especies más importantes antes estudiadas?

► Los alumnos, guiados por sus pares y por el docente, aprenden a identificar y a reconocer las especies en el terreno.

Ejemplos:

El ocotillo de tallos hojosos (*Fouquiera splendens*) y algunas yucas (*Yucca brevifolia*) forman parte también de la fitocenosis de saguaro (*Carnegia gigantea*). Ciertos subarbustos y otras plantas compañeras suministran el abrigo necesario para la germinación de los saguaros.

► Los ancianos conocen bien las asociaciones entre las especies; pueden relatar anécdotas y hacer descubrir vívidamente a los habitantes de las diversas formaciones vegetales.

Ejemplos:

El tallo del saguaro sirve de refugio para numerosos animales, como la ardilla antílope de Harris (*Ammospermophilus*) y el pájaro carpintero (*Colaptes auratus*), cuyos orificios son reutilizados por numerosas lechuzas pequeñas: las lechuzas batarazas o mochuelos (*Micrathene whitneyi*).

Cuando un ser vivo aprovecha así del refugio de otro ser vivo sin perjudicarlo ni molestarlo, se habla de **comensalismo**.

Diversas aves, como el carpintero de Gila (*Melanerpes uropygialis*), comen los frutos del saguaro, que contienen muchas semillas, y las diseminan sin digerirlas, contribuyendo así a la propagación y la conservación de la especie. En este caso se habla de **zoocoria**.

► Los ancianos explican a los alumnos qué tierras son propicias para ciertas especies; les enseñan a descubrir en el terreno los microambientes protegidos y los microambientes húmedos; les aportan referencias sobre la orientación, los manantiales de agua superficiales y la presencia de la **capa freática**.

► Los alumnos anotan estas valiosas indicaciones en sus libretas y establecen una relación entre los recursos y las condiciones del medio y las especies presentes en él.

Ejemplos:

El saguaro se desarrolla mejor en las pendientes cálidas, orientadas al sur, porque no puede sobrevivir a más de 24 horas de helada.

Las plantas de bulbos o tubérculos, como el *Iris sisyrhynchium*, un pequeño lirio de las regiones áridas mediterráneas de África del Norte, se apiñan en las pequeñas depresiones donde se acumula el agua, que almacenan en sus órganos de reserva.

68

65. Pájaro carpintero de Gila (*Melanerpes uropygialis*) en la región de Satevo, México
© UNESCO / Olivier Brestin

66. Ocotillo (*Fouquieria splendens*) en la región de Cuauhtémoc, México
© UNESCO / Olivier Brestin

67. Yuca en la región de Urique, México
© UNESCO / Olivier Brestin

68. Tórtola en la región de Satevo, México
© UNESCO / Olivier Brestin

69 y 71. Flores y hojas de ocotillo en la región de Cuauhtémoc, México
© UNESCO / Olivier Brestin

70. Ocotillos (*Fouquieria splendens*) en la región de Cuauhtémoc, México
© UNESCO / Olivier Brestin

69



71

70



5. Integrar las nociones a partir de la experiencia de campo

Antes de la elaboración del fresco, el docente vuelve a repasar, haciendo esquemas, las nociones que han surgido del reconocimiento de campo realizado previamente.

A. Interacción de las especies vivas con el medio ambiente no vivo

- ▶ El docente puede resumir algunas situaciones en el pizarrón y captar así la atención de los alumnos.
- ▶ Ilustrará los puntos siguientes:
 - En cada zona determinada hay un ecosistema entendido como un complejo dinámico, formado por una o más comunidades de organismos vivos y por su entorno no vivo.
 - Las diferentes especies influyen unas sobre otras de diversas maneras y dependen de factores **abióticos**, es decir, no biológicos, como el clima y el suelo.
 - Dichos factores abióticos son los recursos del medio de agua, luz, nutrientes (del suelo) y espacio, y son también las condiciones dadas por la temperatura, el viento, la lluvia y las variaciones climáticas.

B. Interdependencias entre especies y redes tróficas

- ▶ El docente puede realizar diversos esquemas, entre ellos un esquema simplificado de cadenas alimentarias.

Mediante flechas, muestra los vínculos entre los organismos vivos que sirven de alimento a otros organismos (Véase el esquema de la pág. 21). Las flechas indican el sentido de la transferencia de materia y no el sentido de la predación.

Ejemplo:

Hierba ▶ Antílope ▶ León

- ▶ Puede elegir mencionar los puntos siguientes:
 - La mayoría de las especies consumen diferentes tipos de alimentos y se integran en varias cadenas alimentarias que constituyen una **red trófica**.
 - Las diversas cadenas alimentarias comienzan por los **productores**, que son las plantas. Gracias a la energía luminosa del sol, las plantas transforman el dióxido de carbono atmosférico en moléculas orgánicas, produciendo así proteínas y azúcares bajo la forma de materia vegetal que puede ser usada por otros organismos (Véase la actividad 3 del capítulo 2, pág. 80).
 - Las otras especies de las cadenas alimentarias son los **consumidores** (los animales, los humanos) que sobreviven comiendo a los productores y a otros consumidores.
- No han de olvidarse los **descomponedores**, que se nutren de materia orgánica muerta, reciclando sus elementos nutritivos.





72. Cultivos en el palmar, Túnez
© UNESCO-MAB



73. Riego de cultivos desde un pozo con tracción animal en Iférouane, Aïr, Níger
© Michel Le Berre

• Existen otras interacciones además de las dependencias alimentarias de tipo «A se come a B». Además del comensalismo, se vieron casos de zoocoria, es decir, de diseminación de frutos y semillas por los animales.

También se puede citar la **foresia**, esto es, el proceso mediante el cual un animal (ácaros, insectos, moluscos) se desplaza de un sitio a otro, transportado por otro organismo animal.

C. Sucesión ecológica

El docente puede proponer un esquema cronológico para mostrar un ecosistema en evolución. Esta explicación, transmitida de manera dinámica e ilustrada, permite introducir la idea de tiempo en el ecosistema.

► El docente ilustra los puntos siguientes:

- Cuando un ecosistema se destruye, como resultado de un huracán o de un incendio forestal, el ambiente natural se recrea progresivamente. En el transcurso de un proceso llamado **sucesión ecológica**, van produciéndose diferentes etapas, hasta que se instaura una biocenosis estable.
- En el suelo desnudo, las semillas llevadas por el viento se instalan y germinan. De ese modo, dadas ciertas condiciones, las plantas llamadas “pioneras” pueden desarrollarse; no enfrentan competencia alguna.
- Luego, otras plantas de mayor tamaño se agregan a las primeras y las dominan. La rivalidad por la luz alimenta el dominio de una especie sobre otra: hay que crecer cada vez más alto, para lograr “un lugar bajo el sol”.
- En zonas áridas, la cubierta vegetal está raleada. Sin embargo, puede distinguirse el escalonamiento de la vegetación entre plantas bajas, subarbustos y arbustos en ciertas formaciones vegetales, como los matorrales o las sabanas secas.

6. Realizar el fresco del ecosistema

Tras esta etapa de comprensión, la clase emprende la realización del fresco, trazando primero con lápiz las grandes líneas de la zona de cultivos y de la zona de vegetación natural sobre el fondo del fresco.

► Los alumnos utilizan todo los materiales disponibles: lápices de colores, crayolas, pasteles, pinturas al agua como témperas o acuarelas, polvos colorantes.

► Se reparte la ejecución del dibujo entre los alumnos y luego cada uno colorea o pinta el detalle que representó.

► Los alumnos usan el color como una herramienta fundamental para elaborar el fresco, porque el color permite ilustrar las nociones estudiadas previamente con el docente.

De esta manera, la representación coloreada de los estratos de vegetación aclara la noción más amplia de sucesión ecológica antes citada.



74



75

Ejemplo:

En los palmares de África del Norte o Arabia, los cultivos tradicionales se organizan en estratos, cada uno de los cuales crea un microclima favorable para el cultivo del otro. El color permite diferenciar y poner de relieve cada estrato: el más alto, compuesto por palmeras, provee sombra a los árboles frutales más pequeños: limoneros, naranjos, higueras, olivos. Esos pequeños árboles frutales sirven a su vez para proteger los cultivos más bajos, de tomates, pimientos, zanahorias, trigo, cebada, alfalfa, alheña, maíz.

► Los alumnos realzan el dibujo de las formas y de las plantas con el color, ya sea a lápiz o con un pincel fino.

► Utilizan el color para expresar la relación de competencia, de rivalidad entre las especies con necesidades similares, por ejemplo, entre varias especies vegetales para acceder al agua.

Ejemplo:

Los alumnos utilizan dos colores que se repiten en el fresco para representar la cubierta vegetal de un semi-desierto donde las gramíneas y los subarbustos como los *Ephedra przewalskii*, en Asia Central, cubren parcialmente el suelo.

Al final del verano y en otoño, la lluvia escasea, las gramíneas están secas (amarillo claro diluido), los frutos de los subarbustos son de colores vivos (rojo).

Es interesante mostrar, en una “ventana” agregada al fresco, que la relación de fuerzas de los colores se invierte según la estación: en la primavera, con el retorno de las lluvias, el verde de las gramíneas predomina.

Es posible entonces que, en forma alternada, una especie domine a la otra.

► Para mostrar la alternancia de dominación de una especie sobre la otra y el cambio de colores, los alumnos aprenden a crear ventanas en el fresco, en las cuales representan una situación distinta o diferida, un detalle agregado o ampliado, como si quisieran ponerla “bajo la lupa”, en un cuadro aislado y claramente circunscrito.

De esa forma, el uso de una ventana unida por una línea al dibujo del fresco permite mostrar el cambio de color de la vegetación y la competencia entre las especies en las diferentes estaciones. Así se sugiere la dimensión temporal del ecosistema.

► Los alumnos usan el dibujo (también en el espacio circunscrito de una ventana) para poner de manifiesto ciertos detalles, como la importancia de la morfología de las especies en la interacción con el medio y con las demás especies.

Ejemplos:

Las plantas **efemerófitas** de raíces superficiales muy extendidas para absorber las escasas precipitaciones se combinan bien con ciertas especies que poseen órganos de reserva subterráneos, como las **geófitas** o plantas de bulbos o tubérculos (lirios, tulipanes, cebollas) o bien con otras especies de raíces muy profundas, como las acacias.

► Por último, toda la clase representa a las especies animales en una situación lo más natural posible en el fresco. Cada especie se coloca en su medio. Una parte del aguadero se ve en corte, o en una ventana ampliada, en la que los alumnos dibujan las principales especies animales que viven en ese medio: peces, anfibios, insectos. ¿Quién se come a quién? Se representan los animales que se alimentan de otros organismos vivos y también los que son comidos. Los animales que se reúnen alrededor del aguadero también son representados.

Ejemplo:

Las aves portadoras de agua, como las *Ganga cata* (*Pterocles alchata*) en África usan las plumas de su pecho como una esponja para llevar agua a su nidada. Se las puede mostrar en el fresco dando de beber a su cría.

► El docente procura que las representaciones de las dos zonas emblemáticas estén relacionadas entre sí, que se respondan en el fresco. Ellas dan testimonio de que en puntos diferentes del paisaje, el ecosistema funciona a través de las especies que lo habitan.

Así se tiene la impresión de un fresco habitado, pletórico de vida. No se trata tanto de captar a los animales en sus posturas o movimientos cotidianos (es difícil hacer un croquis del natural), sino más bien de recordar su existencia y su pertenencia al ecosistema, dibujándolos en el fresco.

► Al particularizar por medio del dibujo a los habitantes del ecosistema, la clase se esfuerza por representar su cara oculta, como si todas las especies fueran visibles e individualizables.

► Se puede asimismo destacar la existencia de diferentes sinergias de acción que asocian a los animales, gracias al uso de las ventanas: en un caso, puede ser la interdependencia entre especies animales desde el punto de vista alimentario; en otro, la idea de ciclo entre la polinización de las flores (abejas, aves), la dispersión de las semillas (aves) y la germinación de las plantas.

De esta forma se transmite la idea de una sincronización entre los diversos elementos del ecosistema, la idea de una dinámica de red, de una “fábrica” en funcionamiento y sujeta a evolución. Esta idea lleva al aspecto temporal y descriptivo del ecosistema, del que tratará el siguiente taller.

74. *Pancratium* sp. (geófitas)
en la Región “W”, Níger
© Michel Le Berre

75. Flor de iridáceas (geófitas)
en la Región “W”, Níger
© Michel Le Berre

76. Planta de hojas suculentas
Malephora crocea, Chile
© UNESCO / Olivier Brestin

77. Aizoáceas en flor (*Carpobrotus* sp.)
en la Reserva de Biosfera *Bookmark*,
Australia
© Michel Le Berre



07

Biodiversidad y puesta en escena: una malla en la trama vital

Nivel

avanzado



Lugar

en el aula



Duración

5 sesiones



Introducción

La biodiversidad designa todas las formas de vida en la Tierra y la totalidad de las especies vivas (animales, plantas y microorganismos) presentes en el planeta, así como las características naturales de cada una de esas especies. Constituye la trama vital de la que todos formamos parte y de la que dependemos por completo.

Cada elemento –ya se trate de una especie particular o de una característica natural de la misma– forma una malla de la trama vital y está ligada a otras mallas de la trama. Cada elemento de esa red “influye” y a la vez “recibe influencias”; así pues, cada elemento es a la vez activo y pasivo.

La actividad permitirá que los alumnos vean claramente de qué modo un “hueco” en la trama vital no sólo significa que ha desaparecido una especie, que ya no está presente, que se “escapó” una malla. Significa un “hueco” o una discontinuidad en la suma de las interacciones entre los diferentes elementos de la diversidad biológica. Significa que el comportamiento de un elemento tiene consecuencias para el conjunto del sistema, que las mallas “se corren”, que el “hueco” se agranda. De ahí que cuando una especie de aves desaparece de un ecosistema, cesan las funciones de **polinización** y **diseminación de las semillas** que cumplía esa misma especie de aves cuando realizaba sus actividades cotidianas.

Objetivos

1. Conocer y comprender

Al imaginar varias situaciones y puestas en escena que permitan visualizar las consecuencias de la desaparición de las especies, los alumnos comprenden las consecuencias que entraña la reducción de la biodiversidad en el ecosistema.

2. Aptitudes

Gracias al ejercicio de mímica y a la puesta en escena, cada alumno integra y hace suyos un conjunto de comportamientos y actitudes responsables, beneficiosas para la biodiversidad.



78



79

78. Flor del laurel rosa,
(*Nerium oleander*)
en *Ihérir*, Argelia
©Michel Le Berre

79. Abejorro libando
©UNESCO-MAB, R. Bill

80. Palmar espontáneo
y formación volcánica
en *Aharhar*, Argelia
©Michel Le Berre

Desarrollo

1. Elegir una especie clave en el ecosistema

- Los alumnos, en grupos, eligen una especie que hayan podido identificar en el ecosistema: una planta, un animal o un insecto cuyas características han estudiado en el marco de las actividades previas.
- El docente los orienta para que elijan una especie que cumpla varias funciones en el ecosistema (relacionadas con la alimentación, la **germinación** de las plantas, la diseminación de las semillas, la polinización, el enriquecimiento del suelo en nutrientes). Se trata de especies que mantienen varios tipos de interdependencias (dependencias mutuas) con otras especies y en cuya ausencia el ecosistema sería diferente.

2. Imaginar la desaparición de la especie y las situaciones hipotéticas de evolución del ecosistema

- Los alumnos evalúan oralmente las consecuencias de la desaparición de un organismo vivo para un ecosistema dado.

Visualizan y describen el encadenamiento de consecuencias mediante situaciones hipotéticas que van enriqueciendo cada uno con su correspondiente aporte.

El relato es vívido, cada alumno narra su anécdota; el docente ajusta, de ser necesario, la progresión de las ideas.

Ejemplo de situación n°1:

En la zona de matorrales de cactus cirio de México, ¿qué ocurriría si los árboles pequeños, como el palo fierro (*Olneya tesota*), que conviven con el saguaro (*Carnegiea gigantea*), desaparecieran?

- La materia de sus hojas, que caen en la estación seca, ya no proveería nutrientes al suelo.
- La densidad de su ramaje ya no brindaría la protección necesaria para la germinación del saguaro.
- Las raíces de los arbolillos ya no retendrían el terreno cuando se formaran los **huaycos** o crecientes temporarias.
- Los insectos, roedores, reptiles y aves que se alimentan de las hojas, tallos o semillas de esos arbolillos ya no dispondrían de recursos alimenticios. Disminuirían o desaparecerían.
- A su vez, esto afectaría a los predadores como la lechuza bataraza o mochuelo (*Glaucidium brasilianum cactorum*) o el coyote (*Canis latrans*), que atacan a los reptiles y a los roedores.

En consecuencia, la totalidad del ecosistema se vería amenazada, el propio saguaro correría peligro, sobre todo si su diseminación ya no estuviera asegurada por las aves granívoras u omnívoras (por medio de sus materias fecales) o gracias a los mamíferos pequeños (a cuya piel se adhieren las semillas).

En tales condiciones, el saguaro no podría germinar, por un lado, ni crecer y desarrollarse por otro lado. El equilibrio del ecosistema en su totalidad se vería comprometido.

- Los alumnos imaginan otras situaciones pertinentes en caso de que desaparecieran ciertos detritívoros, que son relativamente numerosos en las regiones áridas: hormigas, termitas y algunos tenebriones (coleópteros).



81

81. Termiteros magnéticos
en el Territorio del Norte, Australia
© Michel Le Berre

82. Hormiguero
en la Región "W", Níger
© Michel Le Berre



82



83 y 84. Vistas del Mallee
en la Reserva de Biosfera Bookmark, Australia
© Michel Le Berre

Ejemplo de situación n°2:

¿Qué sucedería en África saheliana si los escarabajos peloteros u otros escarabajos desaparecieran?

- Ya no influirían en la sabana seca saheliana, donde desempeñan un papel fundamental en el ciclo de renovación de los nutrientes básicos para la fertilidad de los suelos, porque:
 - Ya no reciclarían las abundantes cantidades de excrementos de los grandes herbívoros o de los animales de cría, afinando y descomponiendo los excrementos gruesos con su alimentación.
 - Ya no prepararían la descomposición final de esa materia orgánica mediante los microorganismos y descomponedores hasta la “asimilación” de los elementos minerales nutritivos por el ecosistema.

Ejemplo de situación n°3:

¿Y si desaparecieran las hormigas de las formaciones de tipo matorral, como el *mallee* australiano o el Gran Chaco del norte de la Argentina?

- Ya no participarían en la regeneración de los suelos, concentrando los nutrientes en lugares precisos, como los **criaderos de hongos**, adonde llevan trozos de hojas masticadas y regurgitadas para elaborar un **compost** ideal para el cultivo de hongos.
 - En consecuencia, ya no favorecerían el cultivo de hongos.
- En esos lugares precisos ya no habría absorción de compost por los descomponedores (por ejemplo, los hongos) que reciclan los nutrientes de la materia muerta, liberando los elementos minerales (nitrógeno, fósforo, magnesio, potasio) que infiltran el suelo.
- En sus nidos ya no podría establecerse una sucesión rápida de vegetación, que va de las gramíneas o **plantas suculentas** a las plantas leñosas.

También en este caso, el equilibrio del ecosistema se vería amenazado.

3. Poner en escena un “pequeño teatro del ecosistema” en tres tiempos

► El docente invita a los alumnos a resumir las situaciones por escrito y a representarlas luego con mímica.

Divide la clase en dos grupos: uno de actores y uno de público.

Cada grupo elabora, por turnos, una puesta en escena, a partir de las situaciones definidas. Antes de la representación, se preparan mensajes escritos o dibujados.

► El grupo de actores presenta situaciones mimadas, en las que se intercalan mensajes informativos destinados al público, que pueden revelar la identidad de los actores: “somos aves omnívoras”, o los fenómenos que tienen lugar en el medio: “la sequía persiste”, “el suelo está contaminado por pesticidas”.

► La acción se construye en tres tiempos:

1^{er} tiempo:

► El grupo de actores muestra primero el refinamiento que ha logrado una especie en sus adaptaciones morfológicas y comportamentales a las condiciones rigurosas de los ecosistemas áridos. Los alumnos pueden mimar ciertas situaciones referidas a las especies que han estudiado e integrar directamente sus improvisaciones sobre las especies en la puesta en escena.

Ejemplos:

El lagarto de las arenas de Namib nada literalmente en la arena para escapar al calor. El jerbo de Mongolia amplía su régimen alimentario a todo tipo de elementos vegetales (hojas, tallos, semillas, raíces, cortezas de leñosos), en caso de sequía persistente. Las hormigas recrean un ecosistema específico en los lugares más desprovistos de vegetales, a partir de la materia vegetal transportada por el viento.

2^e tiempo:

► Los alumnos señalan luego que la especie en cuestión corre peligro de desaparecer o extinguirse.

3^{er} tiempo:

► El grupo de actores pone en escena las consecuencias en cadena de la desaparición de la especie. De ese modo, los alumnos aclaran algunos puntos y señalan las distinciones que pueden hacerse: Si la especie en cuestión (por ejemplo, un roedor) sirve de alimento para muchas otras, su desaparición trae consecuencias más importantes que la desaparición de una especie que fuera consumida por sólo otra especie, ya que en el primer caso, muchas especies a su vez se enrarecerían o desaparecerían.



85. Agricultor del Sahel
© UNESCO-MAB



86. Huerta a orillas del río,
Región “W”, Níger
© Michel Le Berre



87. Aldea del Parque Niokolo Koba, Senegal

©Yann-Arthus Bertrand, *La Tierra vista desde el cielo*, UNESCO

- Los organismos especializados que consumen un único tipo de recursos, como las larvas **enfeudadas** a las plantas suculentas, corren mayor riesgo que aquéllos cuyos recursos alimentarios son variados, como las aves omnívoras.

Según los casos, los alumnos miman las diferencias de comportamiento de una especie con respecto a otra.

► Finalmente, también miman el impacto de la desaparición de las especies en las funciones ecológicas que ya no se cumplen:

Más allá de las distinciones, todas las especies son indispensables: todas cumplen funciones que originan interacciones entre las especies (regulación de las poblaciones, dispersión de las semillas) y ofrecen servicios muy valiosos para el buen funcionamiento del ecosistema.

El ser humano no puede sustituir esas funciones cuando las especies desaparecen. Para ilustrarlo, los alumnos mimarán la desaparición de ciertas funciones ecológicas esenciales.

Por ejemplo, mostrarán:

- La invasión de los insectos devastadores (langostas peregrinas, pulgones), cuando faltan los camaleones o las mariquitas, que son sus predadores.
- La degradación de la polinización que realizan las abejas.
- La falta de mantenimiento de la fertilidad de los suelos que cumplen normalmente las hormigas y las termitas.
- Las inundaciones y la fuerza de los vientos que han dejado de ser moderadas por los árboles o arbustos, gracias a sus raíces profundas y poderosas y a su follaje (función que cumplen el olivo silvestre, el ciprés y el roble verde en el ecosistema del Mediterráneo).

► La inspiración abunda, los mensajes dibujados o escritos apoyan el ejercicio de puesta en escena y muestran la fragmentación del ecosistema a medida que van desapareciendo las funciones ecológicas esenciales.

El pequeño teatro pierde progresivamente su animación, se vuelve más silencioso, la vida merma, hasta el silencio total.



88



89

88. Cultivos en la región de *Sidi-Bel-Abbès*, Argelia
©Olivier Brestin

89. Pastores en la región de *Sidi-Bel-Abbès*, Argelia
©Olivier Brestin

90. Granadas y dátiles en el mercado de *Tatahouine*, Túnez
©Michel Le Berre

90



91



92



93



94

91. Vendedor de frutas y hortalizas en la región de *Sidi-Bel-Abbès*, Argelia
©Olivier Brestin

92. Vendedores de hortalizas en el mercado de *Ghardaïa*, Argelia
©Olivier Brestin

93. Sandías en el mercado, Uzbekistán
©Michel Le Berre

94. Especias en el mercado de *El-Oued*, Argelia
©Olivier Brestin



4. Integrar ciertas conclusiones

► El docente aprovecha el silencio y la atención de los alumnos para destacar algunos puntos señalados en la acción en tres tiempos que conduce a la desaparición de la biodiversidad:

- Se pierde un patrimonio natural único, porque las zonas áridas presentan un verdadero interés por su biodiversidad a gran escala: albergan a especies únicas, con características interesantes que demuestran una gran adaptación a su medio. Estas zonas son la cuna de muchas especies de árboles resistentes a la sequía.
- Existe una relación de causa a efecto evidente entre la reducción de la biodiversidad y la desestabilización del ecosistema, ya que las especies vivas de las zonas áridas, más adaptadas que diversificadas, participan activa y estrechamente, a menudo en más de un sentido, en el ecosistema y en el equilibrio de toda la red.

Si se rompe el equilibrio de una especie y se la ve desaparecer, se corre el riesgo, más que en otros sitios, de desestabilizar el propio ecosistema, o de fragmentar para luego degradar los ecosistemas que llevan a la desertificación y representan la peor amenaza para la diversidad biológica.

- Las poblaciones dependen a su vez del mantenimiento de la biodiversidad, ya que como se indica en un documento sobre la manera de asegurar la perennidad en la Tierra (publicado por la Secretaría del **Convenio sobre la Diversidad Biológica**), el empobrecimiento de la biodiversidad disminuye a menudo la productividad de los ecosistemas, reduciendo en la misma medida la reserva de bienes y servicios que la naturaleza pone a nuestra disposición y que utilizamos en forma permanente. Es gracias a la biodiversidad que las sociedades – a menudo agrícolas – de las zonas áridas obtienen los recursos esenciales (por medio de la coexistencia de plantas y animales). Otra red más de interdependencias...

Por otra parte, cuanto mayor es la variedad de los recursos de que disponen las poblaciones, mejor podrán sobrevivir a los rigores del clima y a las contingencias del medio ambiente.

5. Medir el efecto de las actividades humanas en la biodiversidad

¿Qué función desempeña la especie humana en un ecosistema?

- Los alumnos investigan las causas profundas de una o varias amenazas que se ciernen sobre la biodiversidad, como resultado de la influencia humana.
- Mediante el diálogo y la reflexión con el docente, toman conciencia de la medida en que la disminución de la diversidad biológica en términos de desaparición de especies y empobrecimiento del capital genético es generada en gran parte por el impacto de las intervenciones humanas.

Distinguen esos impactos o factores perjudiciales en las regiones áridas:

- La explotación excesiva de los suelos que, por ese hecho, se empobrecen o se agotan (rotación inadecuada de los cultivos, monocultivo, exceso de labranza).
- La transformación de la cubierta vegetal natural (como los pastizales de las sabanas) en tierras cultivables y asentamientos humanos (para cubrir las necesidades de una población en crecimiento constante, los hábitats naturales de las especies se desvían para fines agrícolas).
- La intensificación de la ganadería y del sobrepastoreo, la presión del ganado sobre la vegetación (sobre todo en la estación seca, los árboles y arbustos forrajeros representan hasta un 60% de la alimentación del ganado) y el pisoteo del suelo.
- El uso creciente de ciertas especies de árboles en la construcción y para la fabricación de herramientas.
- La intensificación de la deforestación para usar la leña como principal fuente de energía doméstica.
- La eliminación de numerosas especies (plantas y animales) por el uso abusivo que hace la agricultura intensiva de insecticidas y pesticidas, los cuales contaminan las tierras.
- La desaparición de la fauna salvaje, que trae aparejado el aislamiento y la fragmentación de las poblaciones vegetales. En los países donde la fauna persiste, ella constituye el principal modo de dispersión de las semillas.

- La disminución de la diversidad genética en los cultivos tradicionales locales, que se reducen básicamente a sorgo, mijo y **leguminosas**, como los frijoles o los guisantes.

► El docente resume:

El conjunto de esos factores asociados provoca la destrucción de la cubierta vegetal, la reducción drástica del número de especies animales y el empobrecimiento del capital genético.

6. Poner en escena comportamientos e iniciativas beneficiosos para la biodiversidad

► En vez de atribuir simplemente la reducción de la biodiversidad a las actividades humanas, los alumnos reflexionan sobre lo que convendría hacer para evitar esa situación.

► Después de documentarse, crean una puesta en escena sobre comportamientos e iniciativas beneficiosos para el ecosistema.

► Así asumen, seguramente con cierto regocijo, la función de adultos responsables y pueden interpretar a su elección alguna de las situaciones siguientes:

- Un agricultor instala un sistema de aireación, de barbecho y descanso de la tierra en sus parcelas.
- Otro, con ayuda de técnicos, estudia un espacio natural silvestre y procede a censar en términos de hábitats las especies allí presentes, antes de renunciar a transformarlo.
- Un pastor se separa de una parte de su rebaño e invierte su energía en una fuente complementaria de ingresos (por ejemplo, en la artesanía).
- Otro elige preservar los magros recursos de biomasa generados por las lluvias y encuentra alimentos sustitutivos para sus animales (forrajes importados, cereales comprados).
- Un rico productor del palmar apuesta a usar menos herbicidas y pesticidas y dejar que emerja un ecosistema espontáneo en una parte circunscrita de sus parcelas cultivadas. ¿Qué sabor tienen las frutas que se siguen produciendo en ese lugar?
- Si la zona está próxima al agua, ¿no hay allí menos **especies invasoras** y dañinas, como los jacintos acuáticos (*Eichhornia crassipes*), ya que los predadores naturales vuelven y contribuyen a eliminarlas?

Sobre este punto, el docente explica que el jacinto acuático es una especie declarada “dañina” por el hombre, en la medida en que su proliferación se vincula con su condición de especie exótica invasora, desplazada justamente por el hombre, sin su cortejo “natural” de predadores.



Capítulo 2

Mantener la cubierta vegetal

01

Recorrido de iniciación a las plantas y las flores

Nivel
inicial ★

Lugar
en el aula
y en el exterior



Duración
2 sesiones



Objetivos

1. Descubrir el medio ambiente

Tras la fase de descubrimiento sensible de las plantas en el medio ambiente, estudiar e identificar particularmente las **angiospermas** (plantas de flores), gracias a un trabajo con el color.

2. Conocer y comprender

Comprender la función que desempeñan las plantas de flores en el ciclo reproductivo de las especies y medir la importancia fundamental que tienen en el mantenimiento de la cubierta vegetal.

Desarrollo

1. Privilegiar el descubrimiento sensible de las plantas

El docente invita a los alumnos, preferentemente durante la estación húmeda, a percibir las plantas con sus cinco sentidos:

- ▶ Según las formaciones vegetales que formen el medio ambiente, los alumnos caminan en medio de pastizales altos (sabana herbácea seca), aprecian al tacto la textura de las hojas, rozan, palpan la materia vegetal, descubren árboles y arbustos por su corteza, y observan algún árbol, de pie, bajo su copa.
- ▶ Escuchan los sonidos de las plantas en el viento: el crujido de sus ramas (cipreses, pinos, baobabs) y el murmullo de su follaje.
- ▶ Observan las ondulaciones de las gramíneas agitadas por el viento y permanecen de pie bajo la copa de distintos árboles en la temporada de lluvias y perciben el ruido difuso, como si fuera de riego; el sonido que recuerda al de un tambor, cuando arrecia la lluvia; la percusión en las diferentes texturas y superficies de las plantas expuestas.



1. Flores diversas, entre ellas, la *Calendula*, Marruecos
© Michel Le Berre



2. Siempre viva azul en flor (*Limonium sinuatum*) en el reg rojo, Marruecos
© Michel Le Berre



3. Diversas especies silvestres en flor, meseta de Lella Setti, Tlemcen, Argelia
©Olivier Brestin

- El docente recomienda a los alumnos usar sus sentidos del olfato y del gusto.

Los alumnos olfatean, huelen, respiran las plantas.

Distinguen el olor de las flores, extraen minúsculos fragmentos de coníferas o **plantas aromáticas** y las desmenuzan bajo la nariz para liberar su aroma.

Ejemplos:

Las hojas escamadas de los cipreses, como los *Cupressus sempervirens* o las agujas de pino carrasco (*Pinus halepensis*), en Egipto, Libia y Mauritania. Las semillas, hojas, flores como sombrillas del eneldo (*Anethum graveolens*), que crece espontáneamente en el Cercano Oriente.

- Los alumnos hacen colecciones de olores, incluso efímeros, conservando sus muestras en cajas o frascos. El desafío consiste luego en reconocerlas con los ojos cerrados.

- Idéntico ejercicio, con las necesarias precauciones, puede proponerse para la degustación de frutas o semillas provenientes de plantas silvestres.

Previamente, el profesor debe asegurarse de saber distinguir las plantas comestibles de las tóxicas.

Ejemplos:

El fruto del algarrobo blanco (*Prosopis chilensis*) en México y en Chile.

El fruto, a menudo sabroso, del baobab (*Adansonia digitata*) en África saheliana.

2. Crear planchas táctiles con los elementos recogidos

- Los alumnos yuxtaponen, cruzan y superponen muestras de las hojas que han recogido.

Aprenden a mantenerlas juntas sosteniéndolas con espigas, muy usuales en los medios secos, o con un poco de pegamento.

En grupos, colocan sus entramados vegetales en soportes de cartón para que se conserven mejor.



4. Plantas crasuláceas y espinosas de América Latina y de África del Norte, entre ellas, *Zilla spinosa* (arriba en el centro)
©Olivier Brestin y Michel Le Berre

► Así distinguen, al tacto, las diferentes materias y texturas de las hojas:

- Hojas planas, en forma de agujas, escamas o cintas.
- Hojas lisas, blandas, gruesas, duras, crasuláceas (carnosas), afelpadas, espinosas, pegajosas.

► Dada la variedad de semillas visibles (gramíneas) o producidas por los frutos (drupas o frutos secos como aquenios, cápsulas, silicuas, vainas), los alumnos crean planchas táctiles adhiriendo a ellas frutos o semillas. También de esta forma miden la variedad de materias, texturas, tamaños y colores de los elementos reunidos.

Ejemplo:

Entre las vainas, fruto típico de las plantas de la familia de las leguminosas, existen vainas afelpadas, correosas, tiernas, grandes, pequeñas, según las especies (habas, frijoles, retamas) y la diversidad reina asimismo entre especies o variedades diferentes (la vaina de la *Acacia tortilis* no se parece a la de la *Acacia nilotica* ni a la de la *Acacia albida*). [Véanse los dibujos de las págs. 72]

► En cuanto a la disposición de los elementos en el soporte, los alumnos pueden crear formas con las semillas o los frutos, o bien ordenarlos según una progresión cromática, del más claro al más oscuro (cuando los colores son marcados).

► Esta plancha con semillas y frutos permite en una primera instancia ilustrar las etapas del ciclo reproductivo de las plantas:

Los frutos provienen de una flor. Cuando la flor ha sido fecundada por el polen de los estambres, el **pistilo** (órgano femenino) se transforma en fruto. Dentro del fruto se encuentran las semillas.

► El profesor pone fin a la fase de reconocimiento sensorial de las plantas y sus elementos constitutivos proponiendo a la clase que se concentre en las flores o, más exactamente, en las angiospermas: las plantas de flores, que representan hasta el 80% de las especies vegetales (aún en las regiones áridas) y cuyas flores nos atraen y encantan.

► Explica que las plantas de flores se presentan como árboles, arbustos, plantas trepadoras o herbáceas, hierbas flexibles o tallos; han conquistado todos los medios existentes en el planeta y se han adaptado especialmente bien a las difíciles condiciones de vida de los ecosistemas secos (Véase la actividad 3 del capítulo 2, pág. 78).

En forma paralela a las plantas de flores, en las regiones áridas viven también hongos y otras plantas, como los líquenes, los musgos y las **gimnospermas** (que agrupan a las coníferas y las cicas).

3. Iniciar el estudio de las flores por medio del color

El profesor elegirá llevar a cabo esta etapa de la actividad en la temporada de lluvias, que es un período propicio para la observación de las floraciones.

► Orientará a la clase en el descubrimiento de las flores, privilegiando los especímenes de corolas amplias o, en su defecto, desplegadas y coloreadas.

Según las regiones del mundo, los alumnos se concentrarán ante todo en las flores llamadas “simples”, que brotan en forma aislada de un pedúnculo y son notables por su corola extendida.

► La clase distingue de ese modo la anatomía típica de una flor, que se basa en cuatro elementos necesarios para la fructificación:

Dos elementos esenciales: el pistilo, compuesto a menudo por varios carpelos (órganos sexuales femeninos) y por los **estambres** (órganos sexuales masculinos), y dos elementos adicionales: el **cáliz**, un círculo externo de sépalos que protege a la flor cuando está en capullo y la **corola**, un círculo interno de pétalos, que indica que la flor está abierta, en cuyo centro se encuentran el pistilo y los estambres.

Ejemplos:

Entre las especies que pueden observarse cabe citar a las amapolas (de la familia de las papaveráceas), como la amapola espinosa o hierba dragón (*Argemone mexicana*) típica de Chile; las portuláceas o las malvas (malváceas), como la *Calandrinia cachinalensis* o la *Cristaria molinae*, también endémicas de los desiertos de América Latina o las liliáceas presentes en el Sahara, como la *Asphodelus refractus*.

Algunas flores, como las hemerocalas o “lirios de un día”, no son flores simples, ya que brotan en racimos en la planta. Pero como cada tallo termina con un espécimen único e imponente, la planta permite una buena observación de los elementos florales fácilmente identificables.



5. Plantones de *Calandrinia longiscapa* en su medio natural, región de Huasco, Chile
© UNESCO / Olivier Brestin

6. Flor de *Calandrinia longiscapa*, Chile
© UNESCO / Olivier Brestin





7 y 8. *Cristaria Molinae*, Chile
© UNESCO/Olivier Brestin

► Toda la clase comprueba el brillo de los colores: el rojo o el amarillo intensos de la amapola, el violeta oscuro de la *Calandrinia*, el malva sutil de la *Cristaria*, el azul nítido de la *Nolana*, el dorado, el rojo fuego, el blanco puro de las cactáceas o iridáceas de los desiertos.

► El docente explica una de las mayores razones del brillo de las corolas: así es como las flores atraen –con sus vivos colores– a los raros insectos polinizadores que habitan las tierras secas.

También recuerda que todas las flores cumplen la misma función principal en el ecosistema: producir semillas para asegurar la reproducción de la especie.

► A partir de las muestras que llevan a la escuela, los alumnos clasifican las flores por su color, observan la monocromía de cada espécimen, distinguen la sencillez relativa de las formas (forma y tamaño de pétalos, tallo y hojas) y se preguntan cómo representar cada flor por el color, usando pintura al agua.

Se dividen en dos grupos y ensayan dos posibilidades:

- Usan un color liso de pintura para captar las formas de las flores coloreadas y el color adecuado, y hacen bocetos coloreados, inspirándose en la observación simultánea de los especímenes.
- Empapan los especímenes en la pintura, procurando respetar y recrear con pintura el color correcto (correspondiente al espécimen). Luego estampan las plantas en el papel.

4. Comprender la noción de inflorescencia y ampliar el trabajo sobre el color al estudio de todas las flores

► Tras haber observado fundamentalmente plantas de flores simples que brotan en forma aislada de un pedúnculo (dejando de lado las asteráceas, que son falsas flores simples), los alumnos se concentran ahora en las flores que brotan en grupos característicos, llamadas “**inflorescencias**”. La inflorescencia es la forma en que se colocan las flores, agrupadas sobre el tallo de una planta.

► El profesor enseña a los alumnos a distinguir sus diferentes tipos:

- Una **espiga** es una inflorescencia en la que las flores salen directamente de un mismo tallo, sin pedúnculo.

Ejemplo:

La espiga dorada y aromática del algarrobo (*Prosopis pubescens*), muy común en México.

- Un **racimo** es una inflorescencia en la que flores están unidas por un pedúnculo a un mismo tallo.

Ejemplo:

Los racimos rojos de la acedera silvestre (*Rumex vesicarius*) en África sahariana.

- Un **capítulo** es una inflorescencia que se asemeja a una flor única, pero es un conjunto de “flósculos” (flores pequeñas) agrupados en un receptáculo.

Ejemplo:

Todas las asteráceas o compuestas que se encuentran en América del Sur o en los países árabes.

Ejemplo de inflorescencia en espigas



10. *Mimosa australiana*,
Blue Mountains, Australia
© Michel Le Berre

Ejemplo de inflorescencia en racimos



11. *Acedera silvestre* (*Rumex vesicarius*),
en la región de Biskra, Argelia

Ejemplo de inflorescencia en capítulos



12. *Anvillea radiata* (Asteráceas),
sur de Marruecos
© Michel Le Berre

El docente explica que el capítulo de una asterácea, tal como la caléndula (*Calendula aegyptiaca*), compuesto en apariencia por un corazón y un collar de pétalos, no es un individuo aislado; el corazón agrupa centenares de flores **tubulosas** y cada “pétalo” es una flor **ligulada**. Otras asteráceas tienen capítulos en forma de tubo (flores tubulosas), como la manzanilla (*Matricaria pubescens*) o las centaureas en Chile (*Centaurea chilensis*).

► Una vez explicitada la noción de “inflorescencia”, incluida la presentación de inflorescencias en umbela, como las del eneldo o falso anís (*Anethum graveolens*), o en **cima**, como las del laurel rosa (*Nerium oleander*), los alumnos clasifican las inflorescencias por color en función de los especímenes recolectados, y agregan nuevos colores a su paleta inicial: el anaranjado de la caléndula, el rosado del laurel, el blanco crema del mirto (*Myrtus communis*).

► Una vez más, divididos en grupos y provistos de pintura, los alumnos representan las inflorescencias por sus colores.

• En cuanto a los esbozos pintados en papel, lo hacen con pinceladas alargadas para las espigas y más precisas para los racimos.

Así, para los racimos de las fabáceas (que abundan en las zonas secas), aprenden a representar con el pincel la corona “papilionácea” de las inflorescencias: el porte erguido del estandarte (pétalo superior de cada flor), la carena que se adelanta (pétalos inferiores) y los dos pétalos laterales como alas abiertas de una mariposa.

Con algunos toques de color en el lugar adecuado, de frente y de perfil, las inflorescencias, elemento por elemento, recomponen el racimo.

• En cuanto al estampado y a las impresiones directas de plantas, las inflorescencias (espigas, racimos, capítulos) se cubren de pintura y se estampan, produciendo efectos de relieve interesantes en el papel.

► Una vez realizados los ensayos previos sobre papel, los alumnos hacen planchas de esbozos y planchas con impresiones clasificadas según el color.

El formato de las planchas permite intensificar el trabajo cromático: las representaciones de flores simples y compuestas (inflorescencias) se presentan una junto a la otra en la misma plancha y se advierten matices de tonalidades en un mismo color.

Ejemplo:

En la plancha “anaranjada” de una clase mexicana se podrán percibir distintos tonos de anaranjado entre la espiga del ocotillo (*Fouquieria splendens*), las flores de las cactáceas como la *Opuntia ficus-indica* y la flor de la amapola de California (*Eschscholzia californica*).

► Si lo desean, los alumnos pueden agregar los tallos y hojas al pincel.

Al final, identifican la flor y, con mayor razón, la planta, por su pertenencia a un determinado color.

► El docente concluye la actividad recordando el papel fundamental de las angiospermas en los ecosistemas áridos.



Impresiones con plantas
realizadas
por los niños
(Véase pág. 207)
© Hélène Gille

5. Tomar conciencia de la importancia de las plantas de flores en el mantenimiento de la cubierta vegetal

► El docente repasa en primer lugar las etapas de **polinización** y **fecundación** del proceso del ciclo reproductivo de las especies:

La función de las plantas de flores es producir semillas y garantizar la reproducción sexuada. Para producir una semilla, es preciso reunir un grano de polen y un óvulo de la misma especie; por ejemplo, solo un grano de polen de amapola espinosa puede fecundar un óvulo de amapola espinosa. Es menester, pues, que los granos de polen sean transportados de un estambre a un pistilo: en eso consiste la polinización.

► El docente interroga a la clase sobre los **agentes polinizadores** y continúa:

- Algunas flores se polinizan a sí mismas: el polen cae directamente de los estambres a un pistilo (flor hermafrodita).

- Pero, por lo general, el polen necesario proviene de otra flor.

Los alumnos pudieron comprobar la atracción que la mayoría de las flores ejerce sobre los animales polinizadores por sus colores, su forma y su perfume. Los pétalos coloreados señalan la presencia de comida y ofrecen con frecuencia, por el tamaño de las flores, una plataforma donde posarse fácilmente.

Ciertos motivos con líneas y manchas pueden incluso guiar a veces al visitante hacia las reservas de polen.

- De ahí que los agentes polinizadores principales sean los insectos, en especial las abejas, de quienes depende la mayor parte de las cosechas de frutas y legumbres de las poblaciones.

- Las aves también desempeñan un papel polinizador, así como algunos mamíferos.

Entre los “pensionistas” del saguaro (*Carnegie gigantea*), los picaflores o colibríes (*Archilochus alexandri*)

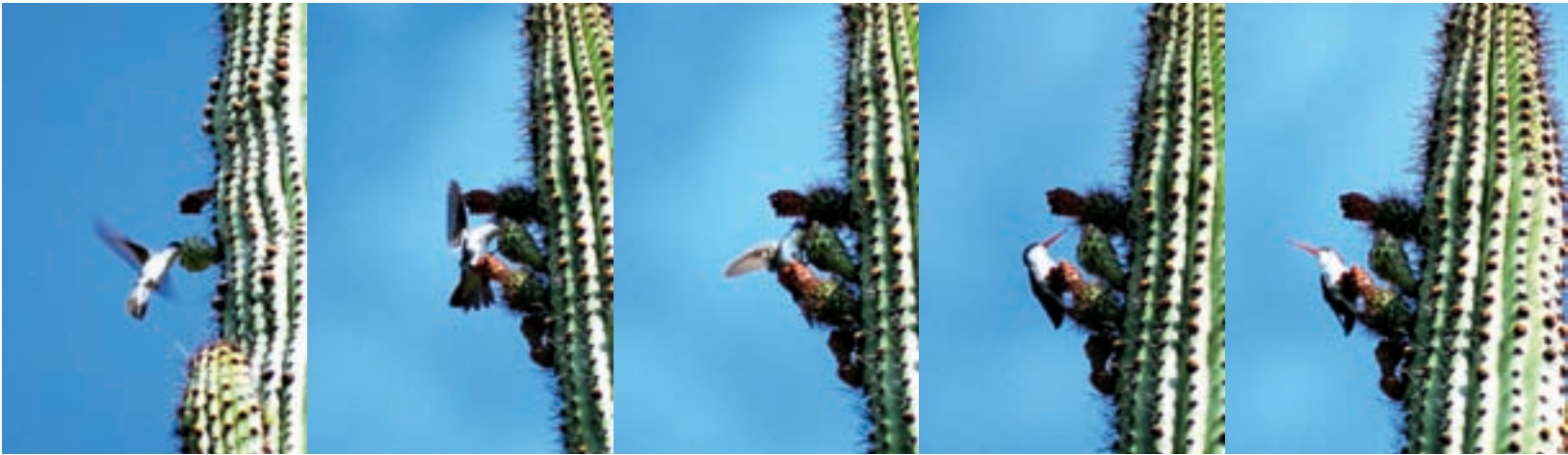
13. Ejemplo de Fabáceas, desierto de Atacama, Chile
© UNESCO/Olivier Brestin

14. *Sturt Desert Pea* (Fabáceas), Territorio del Norte, Australia
© Olivier Brestin

15. *Lupinus tassilicus* (Fabáceas), Tassili N'Ajjer, Argelia
© Michel Le Berre

16. Astrágalo o tragacanto (Fabáceas), región de Cappadoce, Turquía
© Michel Le Berre





17. Colibrí o picaflor polinizando un saguaro, México
© UNESCO/Olivier Brestin

y *Archilochus colubris*) cumplen una función esencial en la polinización de sus magníficas flores rojas o blancas.

Del mismo modo, las flores del baobab (*Adansonia digitata*) son polinizadas por los murciélagos **nectarívoros** (*Eidolon helvum*).

Las plantas polinizadas por esas especies animales presentan superficies rígidas y planas donde pueden posarse los animales.

- Por último, el viento es también un agente polinizador de plantas de flores, como las gramíneas (trigo) o el roble verde en África del Norte.

Estas plantas, polinizadas por el viento, no están dotadas de flores capaces de atraer a los insectos; sus flores son más modestas, menos llamativas.

► El docente agrega luego que para que se produzcan semillas, tras la polinización debe producirse una fecundación de los óvulos.

Explica que en las plantas de flores, los óvulos están alojados en el ovario. Cuando un grano de polen cae sobre un estigma receptivo, se forma un tubo polínico que baja por el ovario para llegar a un óvulo. Éste es fecundado y se convierte en semilla. Más tarde, las semillas son diseminadas para garantizar la reproducción de las especies.

► Para terminar, el docente explica que la producción de semillas procedentes de flores es esencial para la constitución de la cubierta vegetal en las tierras secas.

- La reproducción por medio de semillas condiciona la vida de las plantas silvestres, que crecen espontáneamente en estado natural (sin intervención humana). Ahora bien: esas plantas son de gran valor en los ecosistemas secos, donde la cubierta vegetal es frágil y discontinua, porque participan activamente en el mantenimiento y el desarrollo de la vegetación, así como en la estabilización de los suelos, preservando de ese modo el equilibrio de los ecosistemas.

- Las plantas aseguran su perennidad gracias a sus flores y a las semillas que producen:

Cuando germinan, florecen, producen semillas y mueren en una sola estación, se llaman **plantas anuales**. Cuando florecen y fructifican año tras año, se las conoce como **plantas vivaces**.

Gracias a las flores, algunas plantas aseguran su supervivencia en estado de semillas enterradas en el suelo durante los años sin lluvias. Así se mantienen listas para germinar al llegar la siguiente estación o cuando vuelva a llover.

Ejemplo:

Las plantas efímeras como la *Levenhookia sp.* en el desierto australiano.

Las plantas de flores aseguran no sólo el mantenimiento sino también la longevidad y la perennidad de la cubierta vegetal.

02

Formas y diseños: la anatomía de las plantas

Nivel
inicial ★

Lugar
en el aula
y en el exterior



Duración
2 sesiones



Objetivos

1. Descubrir el medio ambiente

Sensibilizar respecto de la anatomía y el “porte” de las plantas, en especial de los árboles, mediante un trabajo de observación, primero a distancia y luego de cerca, sustentada en buena parte en el dibujo.

2. Conocer y comprender

Mediante la identificación de las plantas a distancia y el estudio de su forma y su crecimiento, los alumnos entienden el impacto de los elementos externos sobre el porte de los árboles y arbustos, así como el papel fundamental que desempeña la cubierta vegetal, en particular de los árboles frondosos, en los ecosistemas secos.

Desarrollo

1. Captar la arquitectura y el porte de las plantas mediante la observación a distancia

► El docente invita a la clase a observar las plantas en forma integral.

Aconseja a los alumnos que centren su atención en los árboles y arbustos presentes en el medio.

► La clase se pregunta:

- ¿Cómo está construido el árbol en su conjunto?
- ¿Cuál es su arquitectura?
- ¿Son perceptibles el tronco y las ramas?
- ¿No ofician de armazón, como si fueran pilares y dinteles?

► En primer lugar, la atención de los alumnos se centra en los árboles de follaje, cada uno de los cuales presenta un **porte** particular y desarrolla una forma característica, en función de la cantidad y el grosor de sus ramas y del ángulo que forman con el tronco.

A partir de esta estructura básica, surge una red de ramas más pequeñas, que terminan en ramillas. En los casos de árboles hojosos, el follaje se distribuye en el conjunto de la construcción.

► Los alumnos distinguen el porte de un árbol en función del tronco y de las ramas madres y dibujan croquis. ¿Existe un porte característico de cada especie?

► Para llevar a cabo este ejercicio, que permitirá dominar la identificación a distancia del árbol, el docente apela a los conocimientos prácticos de los habitantes de la región, a saber, los ancianos de la comunidad. Los alumnos conducen la investigación:

- ¿En base a qué criterios las personas del lugar identifican tal o cual planta a lo lejos? Por ejemplo, árboles o arbustos hacia los que pueden dirigirse recorriendo grandes distancias para recoger frutos o encontrar forraje para el ganado.
- En los países árabes y en África, ¿se logra distinguir las diferentes especies de acacias: *Acacia tortilis*, *Acacia raddiana*, *Acacia nilotica*, *Acacia senegal* (Véanse los dibujos de las págs. 72-73)? ¿Cómo se distinguen las plantas espinosas: una acacia de una argania (*Argania spinosa*)?



18. *Acacia tortilis*, Tassili N'Ajjer, Argelia
© Olivier Brestin

- ¿Cómo se diferencia un tamarindo (*Tamarindus indica*) del karité (*Vitellaria paradoxa*) en el Sahel?
- ¿Cómo pueden identificarse en América del Sur los diferentes arbustos entre las matas de creosota (*Larrea divaricata*, *Larrea tridentata*) o las diferentes variedades de algarrobos (*Prosopis chilensis*, *Prosopis pubescens*)?

► Los alumnos multiplican los croquis: “animan” el trazado con sus dibujos; el contorno que logran no es un límite proyectado en forma más o menos intelectual, sino el resultado de un juego de fuerzas internas.

Captan la energía del árbol, su elevación, su potencia, como la del baobab típico de la región saheliana: *Adansonia digitata*, que crece en ancho y altura.

2. Integrar algunas primeras nociones relativas al crecimiento de las plantas

► El docente recuerda la importancia de las largas raíces leñosas de los árboles y arbustos que permiten fijar su tronco en el suelo.

- La mayoría de los árboles cuentan con dos redes de circulación: una para el agua, llamada **xilema**, y la otra para el alimento, llamada **floema**.

- Las raíces extraen o “aspiran” el agua y las sales minerales del suelo.

- La tracción hacia arriba, por el tronco, proviene de la evaporación a través de las hojas que hace subir una columna de agua por todo el árbol, como una bomba.

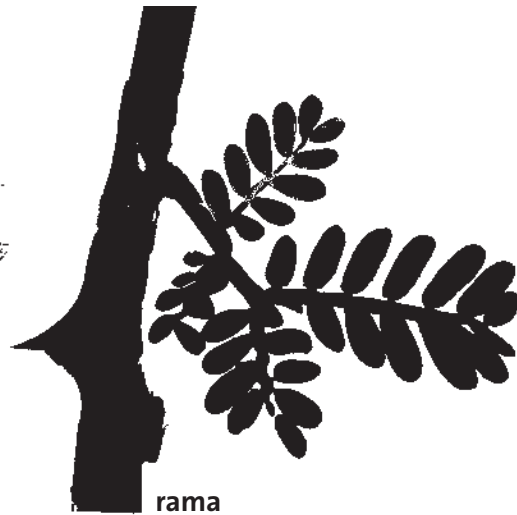
En buena medida, la forma general del árbol está determinada por su sistema de “tuberías”, así como la forma de una hoja lo está por la red de sus nervaduras.

El pintor suizo Paul Klee le dedicó una detallada observación, como se aprecia en sus esbozos didácticos de 1926: “La forma plana que emerge surge de un entrelazamiento de líneas. Allí donde acaba el poder de la línea, el contorno, aparece el límite de la forma plana”.

Acacia tortilis



árbol



rama

Acacia seyal

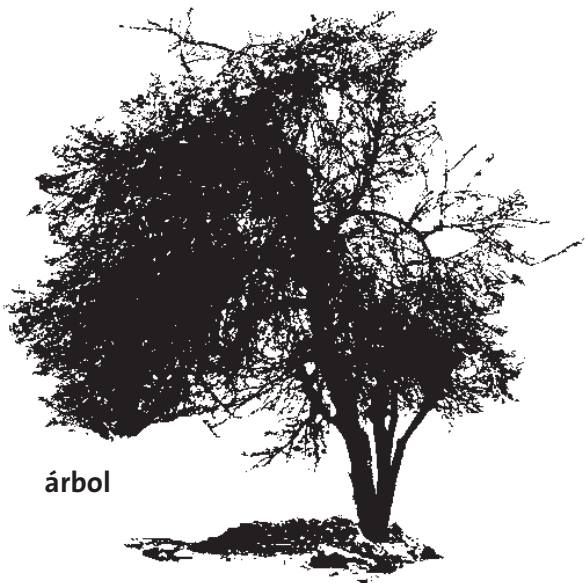


árbol



rama

Acacia nilotica



árbol



rama



vaina



flor



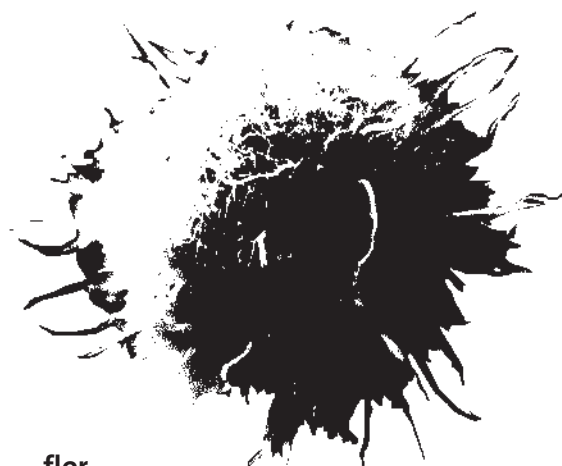
vaina



flor



vaina



flor

3. Comprender la geometría que obra en la naturaleza, gracias a la observación de cerca

► Después de estudiar la forma de los árboles, los alumnos se concentran en las hojas y distinguen la relación existente entre la forma global y las líneas entrelazadas.

► Concentrados en el estudio morfológico de la hoja, los alumnos identifican y dibujan la forma del **limbo** y del **pecíolo** de las hojas.

También observan las nervaduras que dividen la hoja en células macroscópicas, cada una de las cuales tiene su propia irrigación.

Si la escuela cuenta con una lupa binocular... ¡la observación será una fiesta para los ojos!

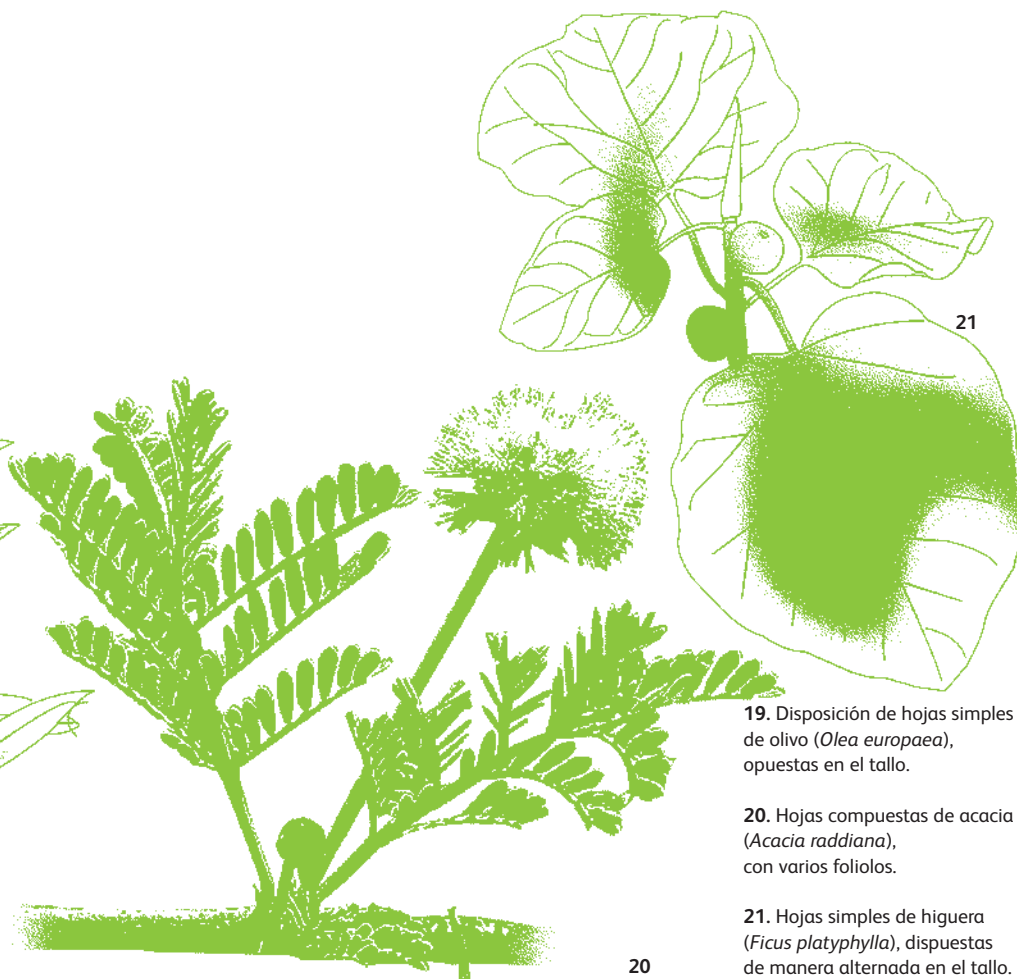
► Los alumnos distinguen y dibujan dos grandes tipos de hojas:

- Hojas **simples** como las del roble verde, del ficus (*Ficus platyphylla*) o del olivo (*Olea europaea*);
- Hojas **compuestas** como las de la acacia (*Acacia raddiana*, *Acacia nilotica*), compuestas por varios **foliolos**.

► Luego distinguen la disposición de las hojas en el tallo y miden el orden y la precisión de esa disposición según las especies.

De ese modo distinguen:

- La disposición de las hojas a uno y otro lado del tallo, de manera alternada: se habla de hojas “alternas”, una hoja por nivel en el tallo, como en el roble verde o la higuera. Se puede hablar de los foliolos “alternos” de una palma datilera (*Phoenix dactylifera*);
- La disposición de hojas “opuestas”: dos hojas una frente a otra en cada nivel, como las del mirto (*Myrtus communis*).
- La disposición de las hojas “verticiladas”: tres o más hojas por nivel, como las del laurel rosa (*Nerium oleander*).



19. Disposición de hojas simples de olivo (*Olea europaea*), opuestas en el tallo.

20. Hojas compuestas de acacia (*Acacia raddiana*), con varios foliolos.

21. Hojas simples de higuera (*Ficus platyphylla*), dispuestas de manera alternada en el tallo.



22. Camino de baobabs (*Adansonia digitata*),
Isla de Gorea, Senegal
© Michel Le Berre

► Los croquis y dibujos ayudan a los alumnos a comprender que la misma disposición de las hojas en el tallo y la misma distancia entre las hojas (**filotaxia**) prevalecen en la organización de todas las ramillas de un árbol o una planta. Comprueban también que la filotaxia determina la distribución de las ramillas en las ramas y la distribución de éstas en el tronco.

Ejemplo:

La palmera datilera (*Phoenix dactylifera*) no es un árbol sino una planta arborescente (**monocotiledónea**). La disposición de los foliolos alternos que componen sus palmas se encuentra también en el arreglo de las propias palmas, que brotan lateralmente en espirales alrededor del estípite.

► El docente propone un tiempo de observación para dejar que los alumnos aprecien el ordenamiento y la geometría que rigen el crecimiento de las plantas.

► Por último, invita a la clase a examinar los factores que pueden desviar el crecimiento natural de un árbol o arbusto:

- ¿A qué razones obedece la apariencia irregular de un árbol?
- ¿Algunas de sus partes no pudieron desarrollarse por completo debido a la falta de recursos necesarios de agua o luz?
- ¿Otras partes se desarrollaron de manera distorsionada a causa del sol, de la sombra o del viento?

4. Interrogarse sobre la función que cumplen los elementos externos en el porte de la planta

► El profesor recuerda que la forma de una planta responde a un programa preestablecido: se trata de su **programa genético**.

No obstante, ciertos factores pueden hacerla “desviarse” de ese programa.

Se invita a la clase a que tenga presentes tres factores:

A. El efecto del viento

Un árbol puede ser “torcido” por un viento devastador, sobre todo en zonas áridas. De ahí que el porte de buena cantidad de pinos carrasco sea en forma “de bandera”, por efecto del viento.

El viento puede quebrar los brotes situados en la cara expuesta al viento, de manera que el crecimiento principal se cumple del lado opuesto.

B. El efecto de los seres humanos

- El hombre retira al azar el follaje de las plantas que encuentra para alimentar al ganado y obtener leña para cocinar. Se puede rastrear el pasaje del hombre observando el aspecto de ciertos árboles que deja tras de sí.

- Poda el follaje en forma regular, con delicadeza, lo que puede impulsar el crecimiento de la vegetación.



23. Ciprés deformado por la erosión eólica en Tamrit, Tassili N'Ajjer, Argelia
©Olivier Brestin



24. Argania sometida a la presión de las especies animales herbívoras, Marruecos
©UNESCO-MAB



25. Árbol testigo de la erosión eólica, Benin
© Michel Le Berre

- Poda el follaje demasiado a menudo y con excesiva intensidad, lo que puede acarrear el debilitamiento y hasta la muerte de las plantas.

C. El efecto de las especies animales herbívoras

El profesor recuerda que en zonas muy áridas, la vegetación es tan pobre que los herbívoros se ven forzados a pastar directamente en **plantas leñosas**.

- En la estación seca, los animales comen follajes persistentes – **siempreverdes** – y engullen la escasa materia vegetal que contienen.
- Cuando el árbol ha perdido sus hojas, consumen las espinas y ramas e incluso las yemas nuevas, en la época en que la planta recompone su follaje. Se habla entonces de **sobrepastoreo** y de impacto perjudicial en la planta.

El docente añade que cuando la acción humana y la de los herbívoros se conjugan, ejerciendo una presión excesiva sobre un árbol, su propia capacidad de sobrevivir se ve amenazada. Ahora bien: todas las plantas leñosas desempeñan un papel fundamental en las regiones secas.

Al destruir un árbol, el ser humano contribuye a la degradación de las tierras porque suprime todas las funciones y beneficios que éste genera, sobre todo cuando posee una cima o copa de hojas:

- El árbol provee un abrigo con sombra para los seres humanos y los animales; bajo los “árboles de palabras”, los ancianos se consultan para tomar decisiones.
- Su cima funciona como barrera contra el viento y protege los cultivos. Además, cumple mejor esa función si ha sido podado a tal efecto.
- Al caer del árbol al suelo, las hojas se descomponen y enriquecen el suelo con materia orgánica. (Para estudiar en detalle las funciones ecológicas que cumplen las plantas y, más particularmente, los árboles, véase la actividad 4 del capítulo 2, pág. 85).

03

“Vivir en seco” o la adaptación de las plantas al desierto

Nivel 
intermedio

Lugar  
en el aula
y en el exterior

Duración 
3 sesiones

Objetivos

1. Descubrir el medio ambiente

Descubrir las **xerófilas** –plantas adaptadas a las zonas secas– asociándolas con objetos de la vida corriente, gracias a varias series de dibujos comparativos.

2. Conocer y comprender

Distinguir y asimilar las principales características y adaptaciones anatómicas, morfológicas, fisiológicas y vinculadas con el clima, de la vegetación de los ecosistemas secos.

Desarrollo

1. Distinguir las plantas llamadas “xerófilas” (literalmente: “que aman lo seco”)

- El docente invita a los alumnos a prestar especial atención a ciertas plantas características de las zonas secas que desarrollan formas voluminosas, notables por sus tallos o por el grosor de sus hojas (cactáceas, euforbiáceas cactiformes, agaves o pitas), sus troncos o su ramaje robusto (*Aloe dichotoma*, *Pachypodium lamerei*), sus tallos abultados y sus troncos de dimensiones extraordinarias (baobabs).
- Señala que, a lo largo del tiempo, esas plantas se han ido adaptando a la sequía mediante la creación de reservas de agua en sus órganos específicos, lo que explica sus formas voluminosas.

2. Vincular las plantas con determinados objetos mediante el dibujo

- Los alumnos prosiguen el estudio de las xerófilas investigando los posibles nexos existentes entre el aspecto anatómico de estas plantas y ciertos objetos de la vida corriente.
- En cada caso, hacen dibujos comparativos entre la planta y el objeto con el que se la asocia.

Ejemplo:

Baobab (*Adansonia digitata*) / botella.

El baobab, en sus diferentes especies, recibe a menudo la denominación de “árbol botella”. Su copa es pequeña si la comparamos con un tronco generalmente macizo; sus raíces se hunden en profundidad para permitirle extraer el agua que guarda en su tronco, así como una botella guarda su contenido.

Otros ejemplos posibles:

Saguaro (*Carnegia gigantea*) / cirio o cigarro;
Pachypodium (*Pachypodium namaquanum*) / maza
 Cactus candelabro (*Browningia candelabris*) / candelabro
 Tallos de la tuna o nopal (*Opuntia ficus-indica*) / paletas
 Cactus hemisféricos como el *Echinocactus grusonii* / almohadón
 Cactus *Ferocactus cylindraceus* / tonel
 Hoja de agave o pita (*Agave americana*) / lámina de machete



26. Cactus candelabro delante de una vivienda en la región de Batopilas, México
©UNESCO, Olivier Brestin

27 y 28. Euforbiácea cactiforme, Zimbabwe (detalles)
©Michel Le Berre

29. Euforbiácea arborescente, Zimbabwe
©Michel Le Berre

30. Ejemplar de cactus en la región de Batopilas, México
©UNESCO / Olivier Brestin

31. Grupo de cactáceas en Tenerife, Islas Canarias, España
©Michel Le Berre



El ejercicio pone el acento en el espesor y la capacidad de contener líquidos de los órganos específicos de las plantas.

► El profesor explica de ese modo la noción de succulencia o de acumulación de agua, su almacenamiento en los órganos de reserva, ya se trate de hojas, tallos, troncos o incluso raíces y tubérculos, según las plantas.

La succulencia es una de las adaptaciones fisiológicas creadas por las plantas para adaptarse a la falta de agua en los ecosistemas secos. No es la única.

3. Situar a las xerófilas en el contexto de la cubierta vegetal

Las plantas poseen una capacidad extraordinaria para luchar contra la pérdida de agua y la transpiración. Esa capacidad engendra diversas adaptaciones que el docente pondrá de relieve.

► Previamente, el docente repasa algunas de las características generales de las plantas, al igual que su función primordial en las zonas secas:

- Sin plantas, prácticamente no habría vida en la Tierra.
- Las plantas liberan oxígeno en el aire que respiramos.
- Como nosotros, respiran y transpiran.
- La **transpiración** refresca el aire en varios grados, y por tanto, es primordial preservar la cubierta vegetal en los ecosistemas secos, ya que las plantas contribuyen localmente (microclimas) a regular la sequía y el calor atmosférico.
- La mayoría de las plantas están arraigadas en el suelo y captan la energía solar para fabricar su alimento, absorbiendo agua por sus raíces y gas carbónico del aire.
- Mediante sus hojas y tallos, las plantas fabrican azúcares simples, a partir del agua y el gas carbónico, usando la energía luminosa emitida por el sol (fotones), gracias a un pigmento verde: la **clorofila**. Esta reacción química se llama **fotosíntesis**.

Durante la fotosíntesis, la vegetación libera también oxígeno como subproducto.

- Mediante la absorción de los azúcares fabricados para su propio alimento, las plantas producen su materia vegetal que luego sirve de alimento para otros organismos vivos (herbívoros).
- El mantenimiento de la vida en los ecosistemas secos depende en buena medida de una cubierta vegetal, incluso discontinua, que constituye la base de la cadena alimentaria. (Para estudiar en detalle las funciones ecológicas que cumplen las plantas, en especial los árboles, y “el ecosistema” formado por el propio árbol, véase la actividad 4 del capítulo 2, pág. 85).

► Tras la introducción de las nociones de fotosíntesis y transpiración, el profesor repasa las adaptaciones propias de las xerófilas con el fin de controlar las pérdidas de agua por la transpiración y evitar el desecamiento.

El aire seco activa la transpiración: el agua, aspirada en el suelo por las raíces y bombeada por el tronco, sube hasta las hojas, donde se evapora a través de los poros que permiten la transpiración, esto es, los **estomas**.

La asimilación clorofiliana se hace también a través de los estomas.

Con el fin de limitar las pérdidas de agua por la transpiración y reducir la intensidad de la fotosíntesis (que requiere también un flujo de agua importante), las plantas se han adaptado de diferentes maneras.

4. Integrar las principales adaptaciones anatómicas y fisiológicas de las xerófilas

► El docente ilustra los puntos siguientes:

- Las plantas han reducido sus superficies foliares; por lo general, las hojas de las plantas de los desiertos son pequeñas, gruesas y correas, lo que da como resultado una menor superficie de evaporación.



32. Cactus candelabro (cardones) e hierba de la pampa (*Cortaderia selloana*), región de San Pedro de Atacama, Chile
© UNESCO / Olivier Brestin

Ejemplos:

Las hojas de la argania (*Argania spinosa*) o de la jojoba (*Simmondsia chinensis*).

Esa reducción supone en algunos casos incluso la ausencia de hojas.

- En esos casos, los tallos pueden sustituir a las hojas para efectuar la fotosíntesis y fabricar el alimento, como sucede con todas las cactáceas.
- Los estomas están hundidos para reducir las posibilidades de transpiración.
- Las superficies son gruesas y duras; se ha podido observar la **cutícula** correosa de las hojas, así como el revestimiento ceroso de los tallos de las cactáceas, que también contribuye a limitar la transpiración.
- Otro rasgo notable caracteriza la anatomía de esas plantas xerófilas: las hojas se transforman muchas veces en espinas para reducir también la pérdida de agua.

Las espinas de las cactáceas son hojas modificadas, reducidas a aguijones, que constituyen una solución de compromiso entre la superficie necesaria para la asimilación clorofiliana y la reducción de la superficie de evaporación de una hoja.

La transformación de las hojas en espinas no es un fenómeno exclusivo de las cactáceas originarias del continente americano. En África, las euforbiáceas han desarrollado estrategias similares para adaptarse a la sequía de su medio ambiente. En ese caso, se habla de **convergencia de evolución** entre las especies (Véase la actividad 5 del capítulo 1, pág.41)

► El docente recuerda que en la vegetación de los ecosistemas secos predominan por lo general las espinosas. Muchas plantas leñosas poseen espinas, además de hojas pequeñas, para luchar contra la sequía y también para repeler a los herbívoros (lo cual no impide que éstos pasten).

Ejemplos:

El docente puede citar los “agudos dardos” de la datilera del desierto (*Balanites aegyptiaca*) que llegan a medir hasta 7 cm de largo, las poderosas espinas de la argania (*Argania spinosa*), de las acacias (*Acacia nilotica*, *Acacia raddiana*) y del balsamero (*Commiphora myrrha*).

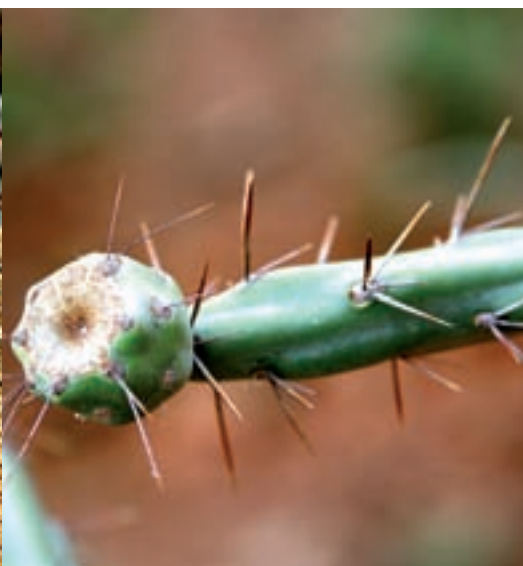
5. Reincorporar el dibujo y la asociación con objetos en relación con las espinosas

► Según las regiones del mundo y las plantas que se mencionen, el docente insiste en la diversidad de las espinas: cortas y fuertes, finas y rígidas como aguijones (saguaro), curvas, en forma de gancho, de púas o de felpa.

► Promueve la iniciativa de una nueva serie de dibujos en relación con las plantas espinosas. Los alumnos esbozan sus croquis observando directamente las espinas en la naturaleza.



33. Detalle de cactus candelabro (cardones), Chile
© UNESCO/Olivier Brestin



34. Detalle de una cactácea en la región de Batopilas, México
© UNESCO/Olivier Brestin



35. Detalle de una euforbiácea cactiforme (*Euphorbia echinus*), Marruecos
© Michel Le Berre

- Representan primeros planos de ramillas o frutos con forma de espuelas y buscan el detalle de la espina, siempre distinta según la planta.
- La variedad de las espinas depende de la diversidad de los portes “erizados” de las plantas.
- En sus respectivas culturas, los alumnos distinguen los diferentes nombres populares que reciben las espinosas: “ovillo de alfileres”, “erizo”, “puercoespín” o “anzuelo”.
- También a este respecto se impone la comparación con objetos o con especies animales.
- Los alumnos realizan una serie de dibujos comparativos, a cuál de ellos más gracioso y elocuente.
 - Para completar sus dibujos, los alumnos buscan expresiones o adagios del lenguaje corriente (del país, la región o la comunidad), que aludan directamente a los árboles o arbustos espinosos o a las cactáceas (en América), a su aspecto físico y a las asociaciones y metáforas que generan.

6. Descubrir otras adaptaciones morfológicas, fisiológicas y vinculadas con el clima de las plantas xerófilas

- El profesor pone énfasis en el desarrollo morfológico particular de las raíces, que se dirigen ante todo a la búsqueda de agua.
- Las plantas optimizan la absorción de agua, ya sea extendiendo sus raíces en forma horizontal, apenas por debajo de la superficie del suelo, como en el caso de las malezas a veces parcialmente descalzadas, por ejemplo, la *Zilla spinosa* en Arabia, o desarrollando **raíces pivotantes** que se hunden verticalmente en el suelo hasta la capa freática, como las acacias de los *wadis* (*Acacia raddiana*), capaces de buscar el agua hasta una profundidad de 35 m.

- Entre las adaptaciones fisiológicas, el profesor subraya el control que ejercen las plantas, como organismos, en sus propios flujos internos de agua y sustancias nutritivas.
- Cuando la alimentación de agua resulta insuficiente, los estomas se cierran e interrumpen la transpiración.
- Del mismo modo, si el estrés térmico y la insolación son excesivos, los estomas se cierran y la asimilación clorofiliana puede disminuir al mediodía, lo que vuelve más lento el crecimiento de la planta.

Ejemplo:

Éste es el caso del mirto (*Myrtus communis*), que se encuentra alrededor de toda la cuenca del Mediterráneo y llega hasta Mauritania.



36. Gorriónes saharianos (*Passer simplex*) posados en una *Balanites aegyptiaca*, Níger
© Michel Le Berre



37. *Merua crassifolia* en flor en el Tassili N'Ajjer, Argelia
© Michel Le Berre



38. Espinas de *Prosopis tamarugo* en el desierto de Atacama, Chile
© UNESCO/Olivier Brestin

► Por último, el docente menciona otras adaptaciones de las plantas xerófilas vinculadas con el clima, que hacen coincidir el período de vegetación activa con las condiciones climáticas favorables.

► Presenta los diferentes casos:

- Algunos árboles o arbustos pierden sus hojas al comienzo de la estación seca para evitar una pérdida excesiva de agua, como los aloes arborescentes de la llanura costera de Namib o la *Acacia mellifera*.
- Otras plantas producen hojas en invierno y espinas en verano, como la retama mediterránea (*Calycotome villosus*), o alternan hojas y espinas según las condiciones climáticas, como las espinosas de la región saheliana, entre las cuales puede mencionarse la azufaifa tropical o manzana acidulada (*Ziziphus mauritania*).
- La acacia albida (*Faidherbia albida*) es una especie muy valiosa por su funcionamiento en contraestación: el árbol conserva sus hojas en la estación seca y las pierde más tarde con las lluvias, lo que permite proveer forraje y productos altamente nutritivos durante la estación seca.

► El profesor hace notar a los alumnos el estado de vida más lento o de letargo en el que pueden permanecer ciertas especies para evitar la sequía:

- Las plantas **geófitas** (del griego *geos*: “tierra”), como los tulipanes o las cebollas silvestres, subsisten en estado de bulbos en la tierra gracias al agua que almacenaron en sus órganos de reserva (bulbos, tubérculos o **rizomas**), durante los años sin lluvias.
- Otras subsisten en estado de semillas entre dos chaparrones: es el caso de las plantas efímeras o pluvioterófitas que, no bien llueve, germinan rápidamente y producen sus primeras inflorescencias en unos pocos días, transformando una extensión desértica en un campo florido, como ocurre con las pequeñas flores amarillas de la *Koelpinia linearis* en Argelia.

7. Realizar una última serie de dibujos comparativos, integrando la idea de ciclo

- Dada la extrema diversidad de respuestas de las plantas a la sequía, el profesor sugiere la realización de una nueva serie de dibujos para captar las adaptaciones de las xerófilas a lo largo de todo su ciclo: ciclo de las estaciones o de los cambios de estación, ciclo reproductivo de las plantas.
- Los alumnos elaboran sus dibujos en el curso de varias sesiones, en el momento de algún cambio en las condiciones climáticas o al final de una estación (temporada de lluvias o estación seca).

► En sus dibujos distinguen un antes y un después.

Sus dibujos ponen de relieve la adaptación de las plantas a la sequía, sus estrategias de conservación del agua, su crecimiento pese a las difíciles condiciones.

Ejemplos:

1.

Árbol después de la lluvia / árbol en tiempo seco;

Árbol con follaje / árbol sin follaje;

Fondo de color liso del follaje / desnudez y grafismo del trazo.

2.

Arbusto en la temporada de lluvias / arbusto en la estación seca;

Arbusto cubierto de hojas / arbusto cubierto de espinas;

Materia y color / grafismo del porte “erizado” de espinas.

3.

Cactácea después de la lluvia / cactácea en tiempo seco;

Cactus repleto, saturado de agua / cactus acartonado, torcido hacia un lado (cactus tonel);

Tallo dilatado, cuyos pliegues desaparecen / tallo plisado como acordeón (saguaro).

4.

Tallo básicamente desnudo de una yema nueva de cactácea /

tallo erizado de espinas de una planta adulta;

Superficie básicamente lisa, coloreada / superficie cargada de detalles, dibujo.

5.

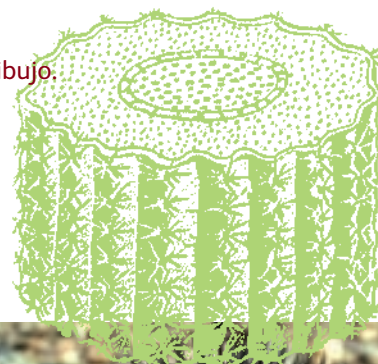
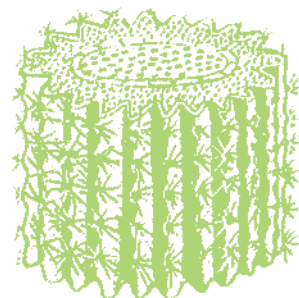
Efemerófitas en tiempo seco / efemerófitas después de la lluvia;

Cubierta vegetal ausente / cubierta vegetal presente;

Mineralidad / vegetación;

Colores más bien opacos / colores vivos.

Tallo de cactácea antes y después de la lluvia



39



41

39. Cactus en la región de Batopilas, México
© UNESCO/Olivier Brestin

40. Flor de *Miqueliopuntia miquelii* en la región de Huasco, Chile
© UNESCO/Olivier Brestin

41. Cactus columna en el Parque Nacional de Pan de Azúcar, Chile
© UNESCO/Olivier Brestin

04 El ecosistema del árbol

Nivel 
intermedio

Lugar  
en el aula
y en el exterior

Duración 
5 sesiones

Objetivos

1. Descubrir el medio ambiente

Mediante la confección de un fresco mural, vertical, casi del “tamaño natural” de un árbol, los alumnos descubren el conjunto de las funciones ecológicas que cumple el árbol en el ecosistema e identifican los organismos animales y vegetales que lo utilizan como hábitat (refugio y alimento).

2. Conocer y comprender

Estudiando el árbol en detalle, los alumnos captan la sinergia existente entre el medio– o hábitat – y los organismos vivos, al tiempo que comprenden mejor la posición central de las plantas leñosas, que constituyen otros ecosistemas en sí dentro de los ecosistemas de las regiones áridas.

Desarrollo

1. Dibujar la figura general de un árbol

► Los alumnos realizarán un fresco monumental que cubra todo un lienzo de pared para representar un árbol, de las raíces a la cima.

El fresco se elabora cuidando los detalles, parte por parte, después de efectuar un trabajo de observación previa en una sucesión de hábitats verticales (de la base a la cima), dando información sobre la función ecológica activa de cada una de las partes de la planta y sobre los habitantes que viven en ella y la usan según sus necesidades, en varios estadios del ciclo reproductivo de la planta.

► Los alumnos dibujan en primer lugar el esquema de un árbol, tratando de ilustrar el modelo general depurando al máximo su silueta.

Se trata de representar un árbol anónimo, lo contrario de la actividad “La planta mascota” (Véase la actividad 6 del capítulo 2, pág. 106), cuyo objetivo es elegir una especie vegetal particular, tótemizándola en cierto modo y convirtiéndola en mascota, para destacar así los servicios que presta en la vida cotidiana de la población.

Al llegar a este punto del capítulo, el propósito de proponer un fresco general del árbol es distinguir las especies arbóreas más valiosas para el ecosistema, las que presentan ventajas ecológicas, ocupan una posición central en la red de las cadenas alimentarias y desempeñan una función esencial de refugio para las especies y la reproducción sexual.

► Siguiendo los consejos del profesor, los alumnos reservan 60 cm en la base de la pared para representar las raíces y el suelo subterráneo. El dibujo de esta parte subterránea se condensa, al mismo tiempo que da una indicación de las profundidades reales (de la capa freática, de las capas superficiales del suelo, de las raíces, etc.).

La silueta general del árbol permite que la clase conecte las partes que lo componen, manteniendo la proporcionalidad.

2. Elaborar el fresco de las raíces y del suelo que rodea el árbol

► El profesor invita a los alumnos a descubrir las raíces de las plantas leñosas en el ambiente natural que los rodea, a observar las raíces dispersas de plantas descalzadas, desarraigadas, de árboles muertos, y a distinguir, en los nudos y contorsiones, formas que evoquen objetos y animales identificables.

► Pueden salir en busca de raíces interesantes a fin de prolongar algunas evocaciones apenas entrevistas: con ayuda de instrumentos, volverán a tallar, labrar, esculpir sus fragmentos de raíz y alisar luego la superficie de sus esculturas.

Pueden dar libre vuelo a su imaginación e inventar una historia a partir de los signos entrevistados en las raíces: en numerosas culturas, duendes, gnomos y espíritus habitan los árboles muertos.

► A este respecto, los alumnos indagan en los significados locales o regionales que se adjudican a las raíces. ¿Qué usos de tipo doméstico, medicinal, simbólico, sagrado, se les da?

Ejemplos:

En África tropical, las gruesas ramas del baobab (*Adansonia digitata*) se asimilan a raíces, lo que acredita la creencia de que el árbol obtiene su fuerza del cielo.

Alrededor de la cuenca del Mediterráneo, en África del Norte en particular, la raíz bifurcada de la mandrágora (que se asemeja a una pequeña muñeca) se utiliza también como talismán y para la fabricación de numerosas pociones.

Entonces, ¿la fuerza del árbol provendría de sus raíces hundidas en la tierra, oscuras, ocultas?

► El docente agrega:

A falta de raíces, las plantas terrestres se limitarían a formas reducidas y modestas, como los musgos y los hongos.

Las plantas terrestres enraizadas, como los árboles, no podrían subsistir sin las raíces que las sostienen y absorben agua del suelo. Entre los recursos físicos y biológicos necesarios para la vida de las plantas y las raíces, los alumnos señalan el suelo, que brinda el anclaje sólido que necesitan los árboles para crecer y resistir al viento y al escurrimiento de las aguas.

► El docente alude a la correspondiente función ecológica que cumplen los árboles y las raíces en los ecosistemas secos en particular: las raíces mantienen los suelos en su lugar y los estructuran mediante sus divisiones, favoreciendo así la infiltración del agua, frenando el escurrimiento y limitando la erosión.

► A continuación, el profesor habla del agua que necesita el árbol para elaborar su alimento. Explica cómo los árboles de las regiones áridas optimizan la absorción de agua, hundiendo sus raíces profundamente hasta la capa freática.

► Basándose en estas informaciones y según la región donde vivan, los alumnos realizan el fresco de las raíces, en el que representarán el poderoso sistema radicular de un árbol.

Ejemplos:

En África sahariana pueden dibujar la raíz pivotante de una acacia común como la *Acacia tortilis* o *Acacia raddiana*, que penetra en línea más o menos recta a profundidades asombrosas (hasta 35 m). La raíz principal sostiene raíces laterales más pequeñas.

En las zonas sahelianas, pueden dibujar el karité (*Vitellaria paradoxa*), un árbol de una altura media (de 10 a 15 m), de sistema radicular muy tortuoso, que previene contra la erosión.

En América Latina o en las regiones áridas del sur de Asia, como en la India, pueden representar el sistema radicular **fasciculado**, extendido, con numerosas raíces largas y profundas de un algarrobo blanco (*Prosopis chilensis*), que alcanzan hasta 15 m.

En todos los casos, los sistemas radiculares se representan con las raíces truncadas en la base del fresco; pueden mostrarse íntegramente en ventanas más pequeñas, dibujadas a un costado del fresco, en forma paralela.

La representación de la capa freática figura más abajo aún, cerrando el fresco en su base. Se indican los datos respectivos de profundidad.



42

42. Baobabs (*Adansonia digitata*) durante la estación seca, Guinea central
© Michel Le Berre

43. Estribaciones de la *Ceiba pentandra* o pochote, Baro, Guinea
© Michel Le Berre

44. Raíces de árbol desenterradas por efecto de la erosión fluvial a orillas del *Mékrou*, Níger
© Michel Le Berre

45. Raíces de *Ficus* sp. en la Región "W", Níger
© Michel Le Berre



43



44



45

► Los alumnos representan la infiltración progresiva de las aguas de escurrimiento a partir de la cima y hasta las raíces laterales por medio de series de flechas paralelas, de arriba hacia abajo. En el suelo, alrededor del tronco, dibujan una cubierta vegetal enriquecida, que ha sido favorecida y nutrida por la mayor humedad del suelo en esos lugares. La clase dibuja libremente plantas grasas y gramíneas.

En los ecosistemas secos, el ascenso activo de las aguas profundas es una función que contribuye al desarrollo global del ecosistema, asegurada por ciertas especies de gran valor.

Ejemplo:

La *Acacia tortilis* es capaz de llevar a la superficie cerca de 250 litros de agua por noche. El ascenso activo de las aguas profundas beneficia entonces a toda la vegetación situada en el ecosistema.

► Los alumnos pueden representar ese fenómeno, conocido con el nombre inglés de *hydraulic lift*: durante la noche, cuando los estomas están cerrados, los árboles continúan absorbiendo aguas profundas, que no se pierden ya por evaporación y se distribuyen en el suelo a través de las **raicillas** superficiales.

► El docente aclara el punto siguiente:

En la extremidad de las raíces laterales del árbol hay raicillas que son base de la absorción de los elementos minerales nutritivos (nitrógeno, fósforo, potasio, calcio, magnesio) que el árbol necesita para elaborar sus células.

En la tierra, unos pelos absorbentes minúsculos captan el agua y las sales minerales que pasan por las raicillas y luego por las raíces principales, para llegar finalmente al tronco, a través del xilema.

► Antes de invitar a la clase a representar ese ciclo, el docente repasa e ilustra el ciclo de los nutrientes por medio de un ejemplo.

A través del relato de las intervenciones animales, enriquece su presentación y anima la descripción.

46. *Acacia albida*,
Iférouane, Aïr, Níger
© Michel Le Berre





47. Aldeanos reunidos a la sombra de un “árbol de palabras”, en este caso una *Acacia raddiana*
© UNESCO-MAB

Ejemplo:

La *Faidherbia albida* o *Acacia albida* es una planta leguminosa que fija el nitrógeno, ayudando a favorecer el ciclo de los nutrientes de varias maneras:

Mediante la descomposición de su **capa de humus** (residuos vegetales del árbol). Anualmente, las hojas, flores, frutos, ramas muertas y corteza caen al pie del árbol y se descomponen. Los numerosos detritívoros de las regiones áridas, ya sean termitas, hormigas, ácaros o tenebriones, se alimentan de esa materia vegetal muerta (seca o descompuesta por las lluvias), de madera en putrefacción y de hongos. Todo lo que no consumen los detritívoros es descompuesto por los microorganismos descomponedores, entre los cuales se destacan las bacterias *Azotobacter*.

Así asimilados o reducidos, los compuestos nitrogenados de la capa de humus de la acacia acaban penetrando en el suelo e incrementando su fertilidad. Como la caída de las hojas de la *Faidherbia albida* ocurre al inicio de la temporada de lluvias (al revés de lo que sucede con la mayoría de los árboles de las regiones áridas), la capa de humus se descompone rápidamente, y los elementos nutritivos se incorporan al suelo.

Luego, el poderoso sistema radicular de la *Faidherbia albida* absorbe esos elementos minerales nutritivos, los recicla y los envía hacia las partes aéreas del árbol para suministrarle alimento. Y así queda establecido el ciclo de los nutrientes.

Ciertos organismos animales, como los **cardadores** y los milpiés se convierten entonces en auxiliares valiosos de los árboles, ya que sus galerías dejan penetrar aire hasta sus raíces. Allí depositan la materia vegetal descompuesta y, al remover la tierra, acercan las sustancias minerales hasta las raíces.

Mediante el ascenso de los elementos minerales a la superficie.

El sistema radicular de la *Faidherbia albida* es no sólo poderoso, sino también profundo, y permite el ascenso a la superficie de los elementos minerales que a veces se encuentran a gran profundidad. Las raíces fijan el nitrógeno por medio de bacterias fijadoras, como las *Mycorrhiza*, que se encuentran en las nudosidades radiculares de la mayoría de las leguminosas, y así hacen subir los minerales a la superficie.

De esa forma pueden también reinyectar esos elementos en el suelo por medio de excreciones radiculares o cuando las propias raíces se pudren y descomponen.

Gracias a sus raíces, la *Faidherbia albida* está doblemente presente en el origen del reciclaje y en la reintegración de los elementos fertilizantes en el suelo.

► Estimulados por el ejemplo presentado y por el relato de las intervenciones de los animales, los alumnos completan el fresco de las raíces.

Representan una tierra blanda, arenosa o arcillosa (marrón claro), enriquecida por materia orgánica vegetal o animal en descomposición, esto es, humus (marrón oscuro), al cual le añaden proporciones variables de guijarros o cantos rodados.

Dibujan un suelo aireado por los organismos transportadores, recorrido en su superficie por los detritívoros, cuyos habitáculos pueden ser representados según las regiones de que se trate: los termiteros de las termitas brújula de Australia (*Armiternes meridionalis*), los nidos de hormigas plateadas (*Cataglyphis bombycina*).

► Es más fácil para los alumnos dibujar las diferentes especies animales y vegetales en recuadros separados, que luego pueden recortar y colocar al margen de la representación de las raíces. Esto permite a la clase enumerar más fácilmente las especies y representarlas más claramente.

► Para terminar esta parte del fresco, los alumnos agregan un herbívoro que viene a pastar bajo el árbol y enriquece el suelo con materia orgánica.

Ejemplo:

En África, una gacela como la *Gazella dorcas*, un dromedario, una cebra, un antílope como el *Oryx dammah*, raramente un *Addax nasomaculatus*.

3. Elaborar el fresco del tronco y las ramas

¿Qué variedades de especies viven en el nivel superior?

► El profesor invita a los alumnos a palpar y distinguir las cortezas de los árboles, a observar los círculos de crecimiento de los troncos cortados, a examinar los troncos huecos y los ramajes de los especímenes envejecidos que se desploman (como el baobab africano *Adansonia digitata*).

► Repasa algunas nociones relativas a las partes leñosas del árbol: raíces, tronco, ramas y ramillas:

- El árbol crece gracias al **cámbium**, una fina capa de células que recorre todas sus partes leñosas, situada bajo la corteza, detrás del **floema**.

Justo debajo de la corteza circula la savia, constituida por los elementos minerales que suben desde el suelo y las sustancias nutritivas que proveen las hojas.

- El espesor de la corteza protege entonces esta circulación de alimento y la fina capa de células del **cámbium**, que se encuentra inmediatamente debajo.

► Los alumnos distinguen las diferencias de texturas y colores de las cortezas: la del *Tamarix aphylla* es rugosa, las ramas de la *Acacia senegal* son rojas marmoladas de blanco. También observan las huellas frecuentes que han dejado en los troncos diversas heridas que vuelven menos regulares las cortezas.

► Guiados por el profesor, los alumnos distinguen los cortes correspondientes a la **poda** (en la *Balanites aegyptiaca*), las huellas de objetos clavados en la corteza (para facilitar el ascenso), las cicatrices que quedan al extraer partes de la corteza (práctica de extracción de la corteza de los baobabs *Adansonia digitata*), los orificios practicados en los baobabs para recoger agua, las heridas abiertas y los abultamientos producidos por ramas quebradas o arrancadas por el viento, las trazas dejadas por el fuego.

► El profesor insiste en las cualidades de adaptación de los árboles a los ecosistemas secos y recuerda que la corteza de numerosas especies se cicatriza por sí sola o puede extender su función protectora:

- Cuando un árbol está herido, la savia fluye por la abertura; las células del **cámbium** se multiplican en la periferia de la herida y la “taponan” en cierta forma. Así, la *Adansonia digitata* tiene la propiedad de regenerar fácilmente su corteza.

- Otras especies han desarrollado cortezas sumamente resistentes, que pueden rechazar la implantación de parásitos o protegerse del fuego.

Ejemplo:

Cuando la corteza de ciertos eucaliptos originarios de Australia, como el *Eucalyptus sp.*, es atacada por el fuego, segrega una goma protectora, de tal modo que el árbol incendiado puede producir un nuevo follaje a partir de los brotes que disimula.



48. *Eucalyptus melanophloia*,
Nueva Gales del Sur, Australia
©Olivier Brestin



49. *Ficus macrophylla*,
Nueva Gales del Sur, Australia
©Olivier Brestin

► El profesor continúa:

- A pesar de la resistencia de las cortezas, muchos insectos, aves y hasta plantas parásitas logran atravesarlas.
- Esos seres vivos que se nutren de los alimentos que retiran del árbol forman la base de la cadena alimentaria del tronco.

► Los alumnos hacen una lista de las diferentes especies y las dibujan en recuadros que colocan en el fresco del árbol.

¿Cuáles son las especies cuyo tronco y ramaje forman el hábitat?

En primer lugar están las larvas **xilófagas** de numerosos insectos que abren galerías en la madera para alimentarse.

Ejemplo:

Las larvas de los longicornios o de los capricornios, de la familia de los *Cerambycidae*.

► Los alumnos dibujan un primer plano del tronco en corte, con los huevos depositados a lo largo de las galerías.

► Luego hacen rápidos croquis en recuadros de otros insectos adultos xilófagos, como los barrenillos o los gorgojos de la familia de los *Curculionidae*, que dañan los brotes nuevos con su boca alargada para masticar la corteza.



50. *Butyrospermum pterocarpus* en flor en la Región "W", Níger
©Michel Le Berre



51. Gecko (*Ptyodactylus hasselquistii*), Ihérir, Tassili N'Ajjer, Argelia
©Michel Le Berre

► Continúan con algunos insectos arborícolas que se alimentan de la secreción de savia del árbol, como el *Crematogaster oasisium*, endémico del Sahara, en la *Acacia tortilis* o *Acacia raddiana*, y algunas chinches como la *Dysdercus fasciatus*, en la *Adansonia digitata*.

► La clase completa así en forma coherente la representación de la cadena alimentaria en los recuadros:

Si se habla de larvas e insectos enfeudados a la savia o la madera del árbol (y por tanto, al tronco), hay que mencionar los animales que se alimentan de éstos.

- Los reptiles arborícolas como el lagarto arco iris (*Agama agama*) o la salamanquesa con dedos en forma de abanico (*Ptyodactylus hasselquistii*) comen larvas e insectos.

- Otros insectos carnívoros como los cáraos, trepan a los árboles en busca de presas y aprecian también en su menú algunos invertebrados: hormigas, larvas y orugas.

Ejemplo:

El *Tamanrassat*, nombre tuareg de un cárao nocturno de Argelia.

- Las aves, en especial las de la familia *Sylviidae* que anidan en las acacias, como la curruca zarzera (*Sylvia communis*), son pájaros muy insectívoros que mantienen la cadena alimentaria del tronco durante sus escalas migratorias.

► Los alumnos censan cada una de las especies y las dibujan en un recuadro a cuyo pie indican su nombre.

► Representan asimismo los diferentes refugios, directamente en el fresco: nidos, huecos practicados en la corteza, agallas de mariposa colgadas en las ramillas, como las *Amblypalpis olivierella* en el *Tamarix aphylla*.

4. Elaborar el fresco de la copa y el follaje

Por último, ¿quiénes habitan en el último nivel, el de las ramillas terminales, las hojas, las flores y los frutos sostenidos por la copa?

► El profesor propone una nueva fase de observación:

Los alumnos buscan rastros de presencia animal a nivel del follaje. Examinan las hojas, observan los especímenes horadados o medio comidos y los frutos mordidos.

Bajo el árbol, a un lado y otro, encuentran plumas, semillas, carozos y pelos.

► Si algunos alumnos son ágiles y si el ejercicio no entraña peligro, pueden trepar al árbol, permanecer en lo alto unos minutos y tomar apuntes de sus impresiones.

¿Cómo se percibe el entorno desde allí arriba?

► También descubren el microcosmos del follaje, procuran no dañar los posibles nidos o huecos protegidos de las miradas, escuchan los sonidos y observan los movimientos de las especies: zumbidos o ronquidos de los **agentes polinizadores** (abejas, avispas, abejorros), vuelo de las aves, rumor del follaje.

► El docente retoma las funciones ecológicas del follaje de las leñosas que no han sido mencionadas. Además de la función de rompevientos o barrera verde que cumple el follaje de los árboles para beneficio del hombre, protegiendo los cultivos y los oasis de la erosión, también desempeña un papel ecológico de primer orden:

- Hace que amaine el viento en las zonas secas, impidiendo de ese modo que la tierra se desprenda y sea arrastrada.

- El profesor reseña brevemente la función de la capa de humus, compuesta por las partes muertas del árbol que han caído al suelo, donde se descomponen y lo enriquecen con materia orgánica.

- Luego recuerda que además de ser un abrigo con sombra para humanos y animales, la cubierta forestal, incluso rala, genera un medio sombreado que resulta indispensable para la regeneración sexual, ya que protege las etapas de floración, transporte del polen, polinización, fecundación, producción de frutos y diseminación de las semillas.

- Para terminar, el docente subraya la función de la cubierta aérea de los árboles en el mejoramiento de los microclimas. El efecto de sombra que se obtiene al descender la temperatura ambiente permitiría reducir la evaporación de los suelos y bajar su temperatura superficial.

Si bien la información disponible sobre este tema es escasa, es obvio que a falta total de sombra, la temperatura superficial de los suelos tiene un efecto destructivo sobre las semillas durmientes o en fase de germinación, perjudicando el rebrote y contribuyendo a la desertificación.

► La clase define luego con mayor precisión la función del follaje en el ciclo de crecimiento y reproducción de las plantas leñosas.

- En general, los brotes se forman tanto en la axila del pecíolo de las hojas como en la extremidad de las ramillas. Dentro del brote se encuentran las células que van a desarrollarse durante la temporada de crecimiento siguiente (la temporada de lluvias en las zonas secas).

- Para los árboles de hojas caducas, el ciclo de crecimiento corresponde al ciclo de las hojas. Los árboles se deshojan al comienzo de la estación seca (salvo el *Faidherbia albida*). La disminución de la humedad del suelo desencadena la caída de las hojas; éstas reaparecen cuando vuelven las lluvias. Los árboles de follaje persistente conservan el color verde durante todo el año, como el mirto (*Myrtus communis*) o el enebro de Fenicia (*Juniperus phoenicea*).

- La mayoría de los brotes producen hojas, otros, flores; ambos marcan el inicio del ciclo reproductivo del árbol que se desarrolla al abrigo del follaje.

- Las especies animales que se alimentan de los elementos de la cubierta aérea se convierten, por su función de transporte y diseminación, en protagonistas indispensables de la reproducción de los árboles.

► Los alumnos continúan la representación del fresco: prolongan el tronco del árbol dibujando su ramaje hasta las ramificaciones terminales.

► Ajustan la forma del conjunto de la copa, de modo que se parezca a la de las especies del lugar.

► Dibujan y colorean una cima de hojas, tratando una vez más de usar líneas y colores habituales, típicos de su medio.

► Luego comienzan a precisar, con ayuda de documentos y verificando en el terreno, las especies animales que viven a nivel de la cubierta aérea.

► Según la región donde vivan, identifican en los recuadros los insectos **filófagos**, comedores de hojas, como las larvas filófagas de las mariquitas o crisomelas o las larvas de la acacia de la familia *Phychidae* (*Kotochalia junodi*), las orugas **defoliantes**, como las de las mariposas ninfálicas en la *Salvadora persica*.

Hacen un inventario de los insectos **frugívoros**, comedores de frutos, como los escólitos o los gorgojos, representados en otras partes del fresco. Los reptiles arborícolas aprecian notoriamente los frutos del azufaifo (*Ziziphus mauritiana*, llamado azufaifo de las iguanas).

► Luego, los alumnos se concentran en los protagonistas del ciclo reproductivo:

- Las abejas, por supuesto, que habitan en colonias en los árboles y se alimentan del néctar de las flores, favoreciendo así la polinización.
- Otro transportador de polen, principalmente de los baobabs, es el murciélago tropical *Eidolon helvum*, cuando viene a libar en las flores con su lengua-hocico. Los alumnos los representan en recuadros, así como a otros mamíferos cuyo régimen incluye el néctar o el polen, cuando éstos forman parte de especies locales como los falangeros nectarívoros de Australia que, al trepar a los árboles, transportan el polen en su piel.
- Se identifican algunos pájaros, como el colibrí, que gracias a su largo pico aspira el néctar de las flores arborícolas, cubriéndose así de una fina capa de polvo de polen.

► Finalmente, los alumnos se concentran en las especies que favorecen la diseminación de las semillas:

- En los recuadros, hacen croquis de las aves que gustan comer bayas y semillas. Muchas de ellas pertenecen a la familia de los túrdidos en África y en Arabia: tordos o zorzaes, mirlos, moscasetas, ruiseñores, entre estos últimos, los enantes, como los de cabeza blanca (*Oenanthe leucopyga*), que aparecen a menudo en las narraciones de los tuaregs.
- Otras especies expulsan así carozos y semillas en sus deyecciones y plantan nuevos árboles: las jirafas, lo bastante altas para alcanzar los frutos, y sobre todo el elefante, que se deleita con los frutos del baobab y proporciona a las semillas un cómodo colchón de heces que reúne las condiciones ideales para la germinación, de modo que de allí brotan en breve plazo nuevas plántulas.



52. Elefantes en la sabana arbustiva durante la estación seca, Níger
© Michel Le Berre



53. Elefante en el Parque Nacional de Aberdale, Kenia
© Michel Le Berre

54



55



56



57

54. Flor del baobab (*Adansonia digitata*), Kenya
© Michel Le Berre

55. Frutos del baobab en la Región "W", Níger
© Michel Le Berre

56. Nido de tejedores en la Región "W", Níger
© Michel Le Berre

57. Baobab con frutos en la Región "W", Níger
© Michel Le Berre

► Una vez completamente acabado, el fresco del árbol es una magnífica representación. Se extiende sobre todo un lienzo de la pared e ilustra la "fábrica ecológica", el circuito completo de energía que representa el árbol en el ecosistema.

► Los alumnos comprenden su importancia gracias al conjunto constituido por el dibujo y los recuadros: al producir tanta biomasa diversificada, visible en el dibujo, y al convertirse en refugio y fuente alimenticia para tantas especies, enumeradas en los recuadros, el árbol se sitúa en el corazón mismo de la red trófica.

Los esquemas y los datos presentados en papel, al margen del fresco propiamente dicho, permiten medir la importancia de sus funciones ecológicas.

► Para poner broche final a la actividad, la clase representa un juego de roles en el que se enfrentan dos "partes" o puntos de vista opuestos:

- Por turnos, un alumno personifica al árbol y realiza sus cualidades y ventajas. Otro encarna a un leñador, provisto de su hacha y decidido a cortarlo.
- Los dos protagonistas se enfrentan hasta que se plantea la pregunta final del costo real de la desaparición del árbol: en gran número de casos, cuando el árbol ocupa una posición clave y participa activamente en el equilibrio del ecosistema, ¿no es más costoso para los seres humanos destruirlo que mantenerlo?

05

Un inventario de plantas útiles

Nivel 
intermedio

Lugar 
en el aula
y en el exterior

Duración 
5 sesiones

Objetivos

1. Descubrir el medio ambiente

A partir de un inventario de imágenes, con dibujos, los alumnos comprenden cabalmente la utilidad directa de las plantas en múltiples aspectos de la vida comunitaria.

La clase reflexionará sobre las formas de cosechar y consumir las plantas y, por extensión, las formas de utilizar los recursos naturales.

2. Aptitudes

El docente alienta a los alumnos a entablar un verdadero diálogo con quienes poseen los conocimientos sobre el lugar en la comunidad.

Observaciones y sugerencias:

Para este taller-laboratorio sobre la función que desempeñan las plantas en la vida de la comunidad, los alumnos y el profesor se instalan en un local o, simplemente, en el fondo del aula.

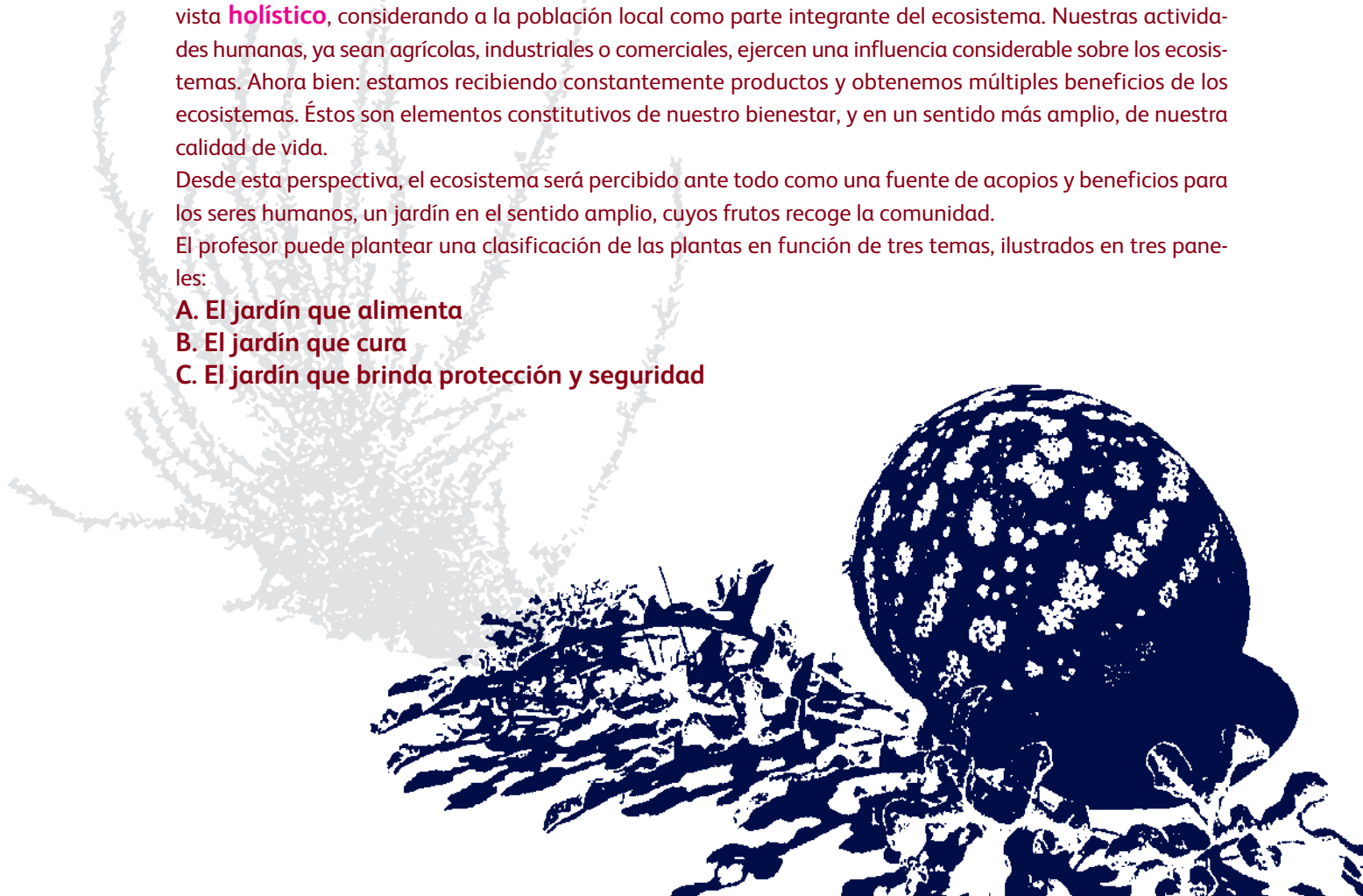
Allí, después de colocar tres grandes paneles de papel o cartón en las paredes, organizan tres espacios donde hacer un inventario de las plantas y exponerlas, los cuales serán también un lugar de acogida, degustación y mini experimentaciones (plantas en macetas, tintura).

El profesor que dirija esta actividad enfocará la relación del ser humano con su entorno desde un punto de vista **holístico**, considerando a la población local como parte integrante del ecosistema. Nuestras actividades humanas, ya sean agrícolas, industriales o comerciales, ejercen una influencia considerable sobre los ecosistemas. Ahora bien: estamos recibiendo constantemente productos y obtenemos múltiples beneficios de los ecosistemas. Éstos son elementos constitutivos de nuestro bienestar, y en un sentido más amplio, de nuestra calidad de vida.

Desde esta perspectiva, el ecosistema será percibido ante todo como una fuente de acopios y beneficios para los seres humanos, un jardín en el sentido amplio, cuyos frutos recoge la comunidad.

El profesor puede plantear una clasificación de las plantas en función de tres temas, ilustrados en tres paneles:

- A. El jardín que alimenta
- B. El jardín que cura
- C. El jardín que brinda protección y seguridad



Desarrollo

► El profesor divide la clase en tres grupos de alumnos a quienes encarga respectivamente uno de los tres paneles, que permitirán inventariar las plantas útiles para la comunidad. Cada grupo reflexiona sobre cómo organizar su panel. Dispone de un espacio determinado por debajo del techo para suspender especímenes con la cabeza para abajo – si fuere necesario –, encima de cada panel.

► Los alumnos comienzan a censar las plantas en función de sus usos:

- Alimentación
- Cuidados, medicamentos y elementos de rituales (bienestar físico y espiritual)
- Materias primas para la construcción de las viviendas (techo protector para la familia) y para la fabricación de prendas (protección individual)

Algunas plantas reciben diferentes usos y aparecerán, por ende, en más de un panel.

► Separados en grupos, los alumnos organizan con mayor precisión el panel que les corresponde. Guiados por el profesor, visualizan las subdivisiones dentro de cada panel.

A. El jardín que alimenta

1. Clasificar

► Los alumnos proceden a una primera clasificación de las plantas comestibles de la región, en las categorías siguientes:

- **Bulbos comestibles** como el ajo o la cebolla.
 - **Tallos comestibles** como los tallos aéreos y carnosos de la tuna o nopal (*Opuntia ficus indica*) o del hinojo, y los tallos subterráneos (tubérculos) de la papa.
 - **Raíces comestibles** como la zanahoria y el nabo.
 - **Hojas comestibles** como el berro común.
 - **Frutos carnosos**, entre ellos:
 - las **bayas o frutos con semillas** como las bayas del jazmín, las del árbol cepillo de dientes del Sahara (*Salvadora persica*), la sandía, el calabacín, el pepino de África (de la familia de las cucurbitáceas);
 - las **drupas o frutos de un solo grano o carozo** como el dátil, la aceituna, la azufaifa, el fruto del karité.
 - **Frutos secos**, entre ellos:
 - los frutos **vainas** como las diferentes variedades de guisantes y frijoles (de la familia de las leguminosas), por ejemplo: los guisantes de Angola (*Cajanus cajan*), el tamarindo (*Tamarindus indica*), el caupí (*Vigna unguiculata*);
 - los frutos **granos** como el trigo, el sorgo, el mijo, el maíz (de la familia de las gramíneas);
 - los frutos **secos** de una sola semilla, como la bellota del roble kermés.
- De esa forma, los alumnos logran una primera reseña general de los **recursos naturales** disponibles, ya se trate de plantas cultivadas o silvestres.



2. Escoger una especie comestible

► Cada alumno escoge una planta. Se encarga de localizarla en su medio natural y de hacer bocetos o representaciones de la misma.

► Si es una especie común, el alumno puede traer un espécimen al aula.

Debe cortarla con cuidado, colgarla y ponerla a secar (si se trata, por ejemplo, de una gramínea). También puede intentar replantar una yema nueva (por ejemplo, de una tuna o nopal).

3. Dibujar en el panel

► Luego, cada alumno clasifica su planta en una de las categorías antes definidas y la dibuja en color en el panel.

El panel está subdividido en varios espacios correspondientes a las diferentes categorías.

El alumno procura situar su dibujo en la categoría a la que pertenece la planta en cuestión.



58

58. Mujer separando el trigo para la preparación de la comida en el altiplano, Bolivia
© UNESCO/Pierre A. Pittet

59. Obrero agrícola y labrador durante el cultivo de la patata, Senegal
© UNESCO/Pierre A. Pittet

60. Fabricación artesanal de tomates desecados, Senegal
© UNESCO/Pierre A. Pittet

61. Riego mediante el sistema de foggaras en el oasis de *Timimoun* Argelia
© Olivier Brestin

61



59



60



62



63

62. Fabricación artesanal de concentrado de tomates, Senegal
© UNESCO/Dominique Roger

63. Mujeres transportando agua sobre su cabeza, India
© UNESCO/Bernard Henry

64. Mujeres moliendo mijo en *Djenné*, Malí
© UNESCO/Alexis N. Vorontzoff

64



4. Degustar

► Mientras un alumno dibuja, otro se dedica a degustar o hacer degustar la planta correspondiente. Para este ejercicio, se recomienda limitarse a las especies comestibles conocidas.

Para comprobar si se reconocen los sabores, se vendará los ojos a quienes realizan la degustación y se les pedirá que identifiquen la planta en cuestión.

► Los alumnos pueden traer también de sus hogares sopas, jugos de frutas, ejemplos de recetas familiares que, con una pequeña variación (por ejemplo, en el tiempo de cocción o la asociación de un alimento con alguna hierba particular) permitan redescubrir el gusto de una planta de uso corriente o de una planta que, aunque conocida, quizás se deje de lado o no se utilice demasiado cuando comienza a escasear.

Observación:

El objetivo de este minitaller del gusto para el docente es potenciar al máximo las posibilidades de degustar e identificar los diferentes sabores de las plantas locales conocidas (disponibles en mayor o menor medida); eso puede suponer, en el caso de las plantas no cultivadas, la búsqueda de especímenes que tienden a escasear.

5. Investigar e integrar la información

► Concentrando una vez más su atención en el panel, los alumnos colocan junto a sus dibujos datos u observaciones sobre el uso de las plantas:

- ¿Se trata de una planta cultivada o de una planta silvestre?
- Si se trata de una planta cultivada, ¿se la siembra o se la planta?
- ¿Se come cruda o cocida?
- ¿Qué selección de adjetivos califican la experiencia gustativa que puede hacerse de la planta?
- ¿Es una especie corriente o una especie rara?
- Si se trata de una planta que crece naturalmente, ¿ha ido escaseando con el tiempo?
- ¿Es posible reunir información sobre el **crecimiento de la población de una especie** determinada?
- ¿Es una especie amenazada y/o protegida?
- ¿Esta planta contribuye a desarrollar la alimentación (cubriendo determinadas necesidades nutricionales)? ¿Contribuye a variar la alimentación?

Observación:

Es importante que esas indicaciones escritas se integren gráficamente en el panel, que se coloquen junto a los dibujos, que sigan líneas imaginarias, que integren variaciones de estilo en función del sentido aludido, o que se sintetizen mediante símbolos gráficos si se quiere destacar que una planta es rara o corre peligro de **extinción**.

6. Hablar de las plantas locales y la producción alimentaria con personas calificadas

► En esta fase de la actividad, el docente promueve la relación o la interacción con dos personas por lo menos entre los conocedores del medio ambiente local:

• Un anciano (un miembro respetado de la comunidad) que conozca bien la biodiversidad local como fuente de productos alimentarios complementarios o alternativos (y también como fuente de ingresos) en períodos de penuria.

• Un agricultor/criador que conozca la importancia de las plantas cultivadas para la producción alimentaria y el papel de las **plantas indígenas** en la conservación del ecosistema local.

► El docente invita a la clase a dialogar con las personas del lugar, y centra el debate en los efectos de los modos de explotación y consumo de los recursos (en particular, de los recursos vegetales) en la biodiversidad y la seguridad alimentaria:

- ¿Se ha comprobado una disminución de algunas plantas no cultivadas en ciertas zonas áridas?
- ¿Qué consecuencias acarrea esta disminución (a veces, extinción) de algunas especies en la alimentación de la población local y sus medios de existencia?
- ¿De qué modo el agotamiento de las tierras (**monocultivos**) y el desvío de los hábitats naturales para usos agrícolas o la cría de ganado representan una amenaza para la **conservación** de las plantas y, sobre todo en los ecosistemas frágiles, para la seguridad alimentaria de una región?

- ¿En qué sentido la biodiversidad local y la vegetación natural son imprescindibles para los cultivos y la producción alimentaria debido a las funciones que cumplen en el ecosistema?

B. El jardín que cura

1. Entrevistarse con el conocedor de las plantas y sus propiedades

- Los alumnos visitan al curandero tradicional o herborista que es, en la comunidad, el especialista en árboles y **plantas medicinales**.
- Lo invitan a participar directamente en la realización del segundo panel y a presentar muestras de plantas en el aula; los alumnos también pueden acompañarlo a recoger muestras si él lo permite.

2. Dibujar e inventariar las plantas medicinales en el panel

- Teniendo en cuenta las valiosas indicaciones del especialista, los alumnos clasifican y separan las plantas en función de sus propiedades benéficas o terapéuticas, vuelven a dibujarlas en color en el panel, y cuelgan del techo los especímenes que quieran conservar para secarlos. Para subdividir el panel en varias secciones, las plantas se clasifican según sus propiedades: tónicas, febrífugas, purgativas, diuréticas, etc. El profesor puede evitar el uso de ese vocabulario y limitarse a mencionar simplemente las enfermedades que esas plantas curan.

Ejemplos:

En África, las semillas de anís e hinojo tienen múltiples propiedades. El hinojo gigante es analgésico y purgativo (facilita la evacuación).

La corteza del baobab es febrífuga (reduce la fiebre), sus hojas sirven para todo tipo de tratamientos y poseen varias virtudes: diurética (aumenta la secreción urinaria), tónica, y son recomendadas contra la disentería y el lumbago. También se las utiliza en la alimentación para la preparación de salsas.



65. Robles del desierto en la región de *Kata Tjuta*, Territorio del Norte, Australia
©Olivier Brestin

66. Termitero en la región de *Kata Tjuta*, Territorio del Norte, Australia
©Olivier Brestin

67. *Eucalyptus caesia*, Nueva Gales del Sur, Australia
©Olivier Brestin

68. *Aloe vera* en flor en *La Gomera*, Islas Canarias, España
©Thomas Schaaf

69. Flor de *Eucalyptus annulata* en el estado de Australia occidental, Australia
©Olivier Brestin



65



66

El hibisco de flores rojas o majagua se cultiva, y con sus hojas se hacen infusiones ricas en vitamina C (es un tónico).

3. Unir cuidados curativos con ritos mediante las plantas

► El profesor plantea el tema de la dimensión sagrada de las plantas y promueve el diálogo. ¿Se utilizan algunas plantas como parte de rituales? ¿Se usan en rituales de iniciación, de curación, de protección de los espacios?

El uso de las plantas en las prácticas rituales (ya sean religiosas o de bienestar espiritual) se indica en el panel respecto de cada planta, en su categoría (según la clasificación antes indicada por sus propiedades terapéuticas).

Ejemplos:

En determinadas zonas áridas, la mirra y el incienso se usan en las ceremonias fúnebres, así como en ciertos ritos de purificación o sacrificio.

Otras plantas son esenciales para marcar el territorio: se plantan a la entrada de las casas o se distribuyen en el suelo a su alrededor, para protegerlas.

Los bulbos de esquila marítima (*Urginea maritima*) se utilizan en el altiplano argelino para delimitar las propiedades agrícolas.

► Los alumnos pueden realzar el valor de la información del panel ilustrando el ritual tal como lo imaginan según las anécdotas narradas por el curandero o el herborista. También en este caso, texto e imagen se armonizan visualmente en el panel.

4. Estudiar la relación entre plantas, tradiciones culturales y conservación

► Al final, se estudia el tipo de consumo que se hace de los árboles y las plantas medicinales y sus consecuencias en las tradiciones culturales en materia de cuidados y ritos.

- ¿De qué maneras no destructivas pueden recolectarse plantas valiosas no cultivadas?
- ¿Cómo se puede velar por su conservación?
- ¿Existen casos de desaparición de especies?
- ¿Qué consecuencias entraña esa desaparición para las tradiciones culturales?

69



67



68



- ¿En qué sentido los conocimientos profundos del herborista o del curandero tradicional constituyen la memoria viva de las interacciones entre las diversas plantas locales y la cultura local?
- El nuevo impulso dado al saber local y autóctono en este caso preciso, ¿no contribuye acaso a conservar el ecosistema?
- ¿Sería posible que el herborista o el curandero transmitieran sus conocimientos en la escuela, favoreciendo así la difusión del saber entre las generaciones?
- ¿El valor que se atribuye a ciertas plantas ha llevado naturalmente a que se protejan algunas áreas?
- ¿Se trata de **sitios naturales sagrados**? ¿Sería posible inspirarse en esos sitios para garantizar la conservación del medio ambiente?

C. El jardín que brinda protección y seguridad

Además de suministrar alimento, medicamentos y elementos rituales, las plantas también proveen el techo que “brinda protección y seguridad”. El uso de las plantas como materiales para la fabricación y la construcción de los hábitats es el tema del tercer panel. Localmente, fibras y cortezas sirven también para fabricar prendas, que son otra forma de protección, y en tal calidad pueden figurar en el panel.

1. Hacer croquis de sus propias casas

► El profesor invita a los alumnos a observar sus propias casas en detalle y a representarlas individualmente mediante dibujos y esbozos en papel.

¿Pueden distinguirse diferentes tipos de hábitats en las aldeas situadas en zonas áridas? ¿Se advierte en la población alguna evolución de un modo de vida nómada a una sedentarización a más largo plazo, o la alternancia entre los dos modos de vida?

2. Dibujar el hábitat típico en el panel

► Después de comparar los diferentes dibujos, la clase elige un ejemplo representativo de cada tipo de hábitat local.

Luego se dibuja en el panel – ampliado – el ejemplo elegido.

► Con ayuda de flechas y palabras, otros alumnos identifican e indican claramente las plantas con las que se ha construido la casa (para cada ejemplo de hábitat dibujado en el panel).

Entre los hábitats nómadas:

- ¿De qué está hecha la tienda o carpa? ¿Está cubierta únicamente por telas de origen animal, pieles de cabra, cueros de vacunos, cabras o camellos? ¿De qué está hecha la yurta o ger, frecuente en Asia central y muy usada aún por los nómadas en Mongolia?
- ¿El hábitat nómada es una construcción desmontable, una choza trenzada o en paneles entrecruzados o colocados en capas? ¿De qué plantas provienen?

Entre los hábitats sedentarios:

- Si la vivienda es de piedra o de tierra arcillosa (a menudo adobe), ¿se conservan elementos vegetales en la construcción?
- ¿De qué está hecho el techado?

Ejemplo:

Los techos de paja, en ocasiones fabricados con palmas de la palmera datilera, o más comúnmente, de gramíneas, por ejemplo de totora o espadaña (*Typha australis*), como en el Senegal, Argelia o Mauritania.

- ¿De qué madera se hacen las vigas maestras?

¿Qué árboles se utilizan más comúnmente a esos efectos?

Ejemplo:

Normalmente, lo que se utiliza es la palmera datilera; pero, en caso de no poder usarla, ¿qué especies se utilizan en su lugar? ¿La *Acacia tortilis*? ¿La *Acacia raddiana*? Si esas especies son raras, ¿se usa otra especie?

70. y 71. Vivienda y aldea,
país dogón, Mali
© UNESCO / Alfred Wolf



70



71

- ¿Existen hábitats sedentarios contruidos sólo con materiales vegetales?

Ejemplos:

Ciertos tipos de chozas circulares hechas de gramíneas son típicas de algunas regiones de África.

La *zériba* es una construcción liviana, hecha de diferentes plantas, paja y follaje trenzado o colocado en capas de diferente altura.

3. Representar los detalles de la vivienda

► A continuación, otro grupo se concentra en la representación del hábitat y hace croquis de detalles del dibujo principal: los alumnos destacan los detalles de construcción, presentan primeros planos de los trenzados, los puntos de fijación o varios croquis en serie de las etapas de construcción.

► Indican por escrito las plantas que se han utilizado para unir o juntar los elementos entre sí gracias a la confección de sogas y cuerdas.

Ejemplos:

El sisal (*Agave sisalana*) es una fibra que se obtiene de las hojas de agave, planta usual en América del Sur.

El esparto (*Stipa tenacissima*) es común en la cuenca del Mediterráneo y en África del Norte. El pasto llanero (*Andropogon gayanus*) se encuentra en África sahariana.

4. Relacionar la vivienda adaptada al medio ambiente con los recursos naturales

► Los alumnos describen las propiedades de las plantas que atestiguan su adaptación en el tiempo al medio ambiente y a las condiciones climáticas.

La población ha sabido aprovechar esas propiedades desarrollando a lo largo del tiempo usos específicos, particulares, de las plantas y sus propiedades, por ejemplo, para la construcción de las viviendas. ¿Qué plantas son más resistentes al viento? ¿Cuáles resisten mejor el ataque de los insectos? ¿Cuáles protegen del calor extremo y la sequía?

Ejemplo:

Los raquis de las palmas, una vez yuxtapuestos, dejan circular el aire libremente y mantienen frescas las viviendas. Las indicaciones, escritas o ilustradas mediante un dibujo, se añaden al panel.

5. Recapitular los usos de las plantas para la construcción de viviendas

► En esta etapa, toda la clase repasa la importancia de las plantas para mejorar el nivel de vida de los habitantes de las zonas áridas.

La madera (de Acacia albida o Gao en África) sirve para fabricar la armazón de viviendas y para la construcción.



72



74

72. Chozas y árboles aislados, Guinea
© Michel Le Berre

**73. Refugio tuareg
en el *Tassili N'Ajjer*, Argelia**
© Olivier Brestin

**74. Carpa tuareg en *Djanet*,
Tassili N'Ajjer, Argelia**
© Olivier Brestin

También sirve para la artesanía y la fabricación de muebles. Estos diferentes usos, junto con la recolección de **leña**, ¿no se convierten en una de las causas de la **deforestación**, responsable en buena medida del enrarecimiento o la desaparición de la cubierta vegetal?

► El docente invita a los alumnos a plantearse las preguntas siguientes:

Aunque las necesidades estén en constante aumento, ¿no puede promoverse la adopción de ciertas medidas y recomendarse ciertas conductas que permitan frenar y limitar esos fenómenos?

¿De qué forma no destructiva pueden cortarse los árboles para cuidar los bosques?

- Aplicando técnicas tradicionales de corte:

Ejemplo:

Desrame controlado, poda selectiva.

- Promoviendo la conservación de los recursos naturales gracias a la selección y el uso racional de las especies en función de las necesidades:

El docente puede mostrar que es tal la diversidad de las especies y son tantas las funciones que cumple, que satisface muy concretamente las necesidades de la población.

- Protegiendo la regeneración natural:

Gracias a la resiembra, a las plantaciones, al cuidado de los bosques; evitando cortar los árboles verdes, los brotes; controlando las zonas de pastoreo por medio de la delimitación de perímetros de protección; favoreciendo las fuentes de energía alternativas y renovables, como la energía solar.

► Al final, el docente puede reseñar las ventajas y los inconvenientes de los materiales de construcción que se utilizan actualmente en las ciudades.

Ejemplos:

El cemento y el acero son sólidos y se los produce industrialmente, pero tienen un costo elevado y consumen mucha agua y energía.

Indicación para un nivel más avanzado:

En diferentes etapas de realización de la actividad o una vez que ésta se ha cumplido, puede resultar interesante comparar el inventario propuesto, ante todo visual y gráfico, con los inventarios científicos elaborados, en el marco de programas de acción nacionales o regionales, por los países que han ratificado la **Convención de las Naciones Unidas de lucha contra la desertificación (CLD)**.

En cuanto a la vigilancia y la evaluación de la biodiversidad, se invita a los profesores a consultar la información que figura en distintas bases de datos científicos, como la base de datos **SPOT-TEMS**, que evalúa los indicadores de la calidad ambiental en diferentes sitios del mundo. También se puede citar el BRIM (*Biosphere Reserves Integrated Monitoring*), en español: “Programa de Vigilancia Integrada de las Reservas de Biosfera” (**MAB**) de la **UNESCO**, así como la “lista roja de las especies amenazadas” de la **UICN** (*2000 IUCN Red List of Threatened Species*), que es el inventario mundial más completo del estado de conservación general de las especies animales y vegetales.



75. Plantación de arganis en la región de Sidi-Bel-Abbès, Argelia
© Olivier Brestin

06 La planta mascota

Nivel
intermedio ★ ★ ★

Lugar
en el aula
y en el exterior



Duración
6 sesiones



Objetivos

1. Conocer y comprender

Después del “Inventario de plantas útiles” (véase la actividad 5 del capítulo 2, pág. 96), los alumnos se concentran en una planta particular, a la que asignan el papel de mascota, mediante la exposición y valorización de los servicios que presta a la población en la vida cotidiana.

El estudio se centra en parte en la utilización tradicional de especies vegetales silvestres para la fabricación de productos representativos del patrimonio cultural local.

2. Aptitudes

Gracias a un trabajo de reflexión llevado a cabo en el aula, los alumnos adquieren suficiente información sobre la gestión de los recursos naturales de la región para plantear un debate sobre ese tema con los profesionales del medio ambiente y otras personas calificadas, en el marco de un encuentro organizado a tal efecto.

Observaciones y sugerencias:

Esta actividad puede realizarse en dos niveles. El profesor separa la clase en dos grupos.

Un primer grupo, de nivel intermedio, elige como mascota una planta común, a menudo cultivada, fuente indiscutible de ingresos para la población. Puede tratarse de una planta vinculada con la identidad de una región o país.

Ejemplos:

En África y en los países árabes, la palmera datilera (*Phoenix dactylifera*) u otras palmeras “cultivadas”, como la palmera doum (*Hyphaene thebaica*) o la palmera rhun (*Borassus aethiopum*).

En América Central, la tuna o nopal (*Opuntia ficus-indica*), originaria de las regiones áridas y semiáridas de México y a menudo cultivada.

Un segundo grupo, de nivel avanzado, opta por una planta menos accesible, que deberá ser descubierta en el entorno, y cuyo uso e interés haya sido destacado por los ancianos: una planta silvestre, que forme parte de la vegetación natural.

Esta elección permite a los alumnos evaluar sumariamente el estado de degradación de la vegetación natural y hacer hincapié en la función de los conocimientos tradicionales en la conservación de los recursos vegetales o forestales.

Ejemplos:

Puede tratarse de una planta relativamente común, como la *Balanites aegyptiaca*, que se puede encontrar en todo el Sahel, en los países árabes y hasta en el Pakistán; de una planta de densidad variable según las regiones secas, como el azufaifo (*Ziziphus mauritiana* o *Ziziphus spina-christi*) o el tamarindo (*Tamarindus indica*), o también de una planta sumamente reconocida y respetada a la que, en estado natural, se le planteen dificultades para regenerar su población (*Adansonia digitata*, *Combretum micranthum*, *Commiphora africana*).





Desarrollo

1. Documentarse sobre la planta, observarla y dibujarla

► Una vez que han elegido su planta mascota, los alumnos, orientados por el profesor, buscan el origen de esa planta, su distribución geográfica y el simbolismo que se le atribuye, tanto en su cultura como en otras.

Ejemplo:

Durante miles de años, el ser humano ha cultivado la palmera datilera (familia de las Arecáceas). Su origen es impreciso, entre la región del Golfo Pérsico y el oeste de la India. Se ha extendido en África del Norte y en Oriente Medio. Es el árbol que se vincula con los ecosistemas de los oasis del Sahara, algunos de los cuales siguen siendo aún hoy espacios tradicionales de producción agrícola, respetados como patrimonio cultural y ecológico.

En la cultura del Mediterráneo, impregnada por el patrimonio grecorromano, las palmas simbolizan la victoria. Cuando una familia de especies se encuentra en varios continentes, representada por **especies autóctonas** pertenecientes a la misma familia, es interesante que los alumnos las comparen y las observen en paralelo.

Ejemplo:

En la familia de las Arecáceas también se encuentra la palma de abanico o palmera mexicana, del género *Washingtonia*, que agrupa dos especies: *Washingtonia robusta* y *Washingtonia filifera*. Ambas se desarrollan en colonias en las gargantas y los cañones húmedos de las regiones áridas del noroeste de México.

Esas observaciones paralelas pueden además dar lugar a verdaderos intercambios de ideas entre escuelas de diferentes regiones áridas del mundo, gracias al envío del cuaderno de la clase a otras escuelas asociadas a la **Red del Plan de Escuelas Asociadas de la UNESCO** (RedPEA).

► A continuación, los alumnos hacen bosquejos a lápiz de la planta e identifican claramente sus características distintivas:

- En el caso de la palmera datilera, una corona de hojas pinnadas y finamente divididas, un estípite algo delgado en relación con el tamaño del árbol, un largo pecíolo en la base de cada hoja, inflorescencias hembra muy largas, con pesadas cargas de frutos (esta especie es **dioica**, cada pie sostiene únicamente flores macho o flores hembra).



77. De izquierda a derecha:
Cultivo de tunas
(*Opuntia ficus-indica*), frutos
en paletas de tuna, paletas

(nopalitos) y plato elaborado,
lechuguilla y plato
con paletas y lechuguilla, México
©UNESCO/Olivier Brestin

Todos estos elementos son identificables y fáciles de representar a lápiz.

- Lo mismo se aplica a los **cladodios**, comúnmente llamados “paletas” de la tuna o nopal (*Opuntia ficus-indica*): son elementos fácilmente distinguibles y bien definidos, al igual que las flores o frutos que producen. Un cladodio fértil puede producir alrededor de treinta frutos según su posición y su exposición en la planta, detalle éste que resulta interesante recoger en el dibujo.

En consecuencia, para cada planta seleccionada será preciso identificar gráfica o plásticamente sus principales características físicas o morfológicas – el aspecto ramoso y espinoso de la *Balanites aegyptiaca*, su particular color verde que puede reproducirse pintando; el grosor del tronco del baobab (*Adansonia digitata*), sus ramas, semejantes a raíces – con el fin de hacer que resalte la mascota, de “totemizar” la planta y multiplicar el número de sus representaciones.

2. Degustar y saborear la planta en todas sus formas

► Teniendo en cuenta el “jardín que alimenta”, el “jardín que cura”, el “jardín que brinda protección y seguridad” del taller anterior, los alumnos distinguen las categorías de usos de la planta mascota en relación con:

- la alimentación humana y animal, las necesidades de forraje;
- la salud humana y animal;
- las necesidades energéticas;
- la construcción y la artesanía.

Es importante que la planta mascota sea un elemento de la alimentación humana, ya que la alimentación se encuentra en el origen de la cultura de los pueblos, como podemos verificarlo en particular en las regiones áridas, en las civilizaciones de pastores-criadores, de cazadores-recolectores y de agricultores.

► Siguiendo los consejos de sus familiares y con la guía del profesor, los alumnos traen al aula una serie de productos y elaboran platos y preparaciones a base de la planta mascota.

- En América Central y América Latina, los alumnos pueden presentar y degustar los frutos frescos y bien maduros de la tuna o nopal; sus higos elaborados como mermelada, fructosa o alguna bebida; las paletas tiernas llamadas “nopalitos”, que se consumen cocidas como legumbres o aderezadas en ensalada; en ciertos casos, la miel que se extrae de las flores, muy apreciadas por las abejas domésticas.

- En África del Norte, pueden presentar los dátiles, frutos de la palmera datilera, en todas sus formas: frescos, fermentados, secos, en dulce, como golosinas, como vinagre (fermentados), la torta de orujo hecha con los carozos molidos para el ganado.

Pueden traer semillas de palmera torradas, que se transformarán en sustituto del café y en vino de palma.

Idéntico ejercicio puede llevarse a cabo con las especies silvestres.

- Así, la *Balanites aegyptiaca* se presentará en sus diferentes formas: fruto agridulce, que se chupa como sustituto de los dátiles; hojas tiernas que se consumen como legumbres o en salsa con el maicillo; mantequilla elaborada con las semillas de los frutos y, muchas veces, mezclada con nueces de karité; pasta para buñuelos, también derivada de las hojas.

- ▶ Los alumnos calibran la variedad de usos culinarios y experiencias gustativas que pueden obtenerse a partir de una sola planta.

El ejercicio es una continuación del “Inventario de plantas útiles”, ya que establece una relación entre una planta particular y la gama de productos y gustos derivados de la misma.

- ▶ Las diferentes muestras comestibles, con excepción del alimento para el ganado, se reúnen en una mesa, a modo de exposición.

- ▶ Los alumnos redactan los textos de presentación en los cuales indican las preparaciones y recetas, y describen sus experiencias gustativas de los diferentes platillos. ¡Son textos que pueden hacer agua la boca!



78. Baobab (*Adansonia digitata*)

© UNESCO-MAB

79. *Balanites aegyptiaca* (detalle)
en la región de Air, Níger

© Michel Le Berre

80. *Balanites aegyptiaca*
en la región de Air, Níger

© Michel Le Berre



80



79

3. Conocer las cualidades nutritivas de la planta mascota

► Al llegar a este punto, el profesor transmite algunos datos esenciales:

El ingenio demostrado por los pueblos para ampliar los usos de algunas especies notables del patrimonio ecológico (de número proporcionalmente limitado en las zonas secas) es el eco de la riqueza cualitativa de esas especies.

► De ahí que se invite a los alumnos a tomar nota de las cualidades nutritivas de su planta mascota que, en muchos casos, son excepcionales.

► Es en este sentido que el profesor busca establecer contacto y realizar intercambios con un conocedor de las plantas locales y la dietética.

- El contenido de vitamina C de la naranja es de 57 mg/100 g, mientras que el del fruto del baobab es de 360 mg/100 g y el del azufaifo (*Ziziphus mauritiana*, también llamado *Ziziphus jujuba*) es de 1 000 mg/100g.

- Las hojas de la *Balanites aegyptiaca* son ricas en calcio, en un promedio de 3 700 mg/ 100 g, y algunas hojas secas de baobab (*Adansonia digitata*) – 33 g aproximadamente – bastan para satisfacer las necesidades diarias de calcio de una persona.

- Las hojas de baobab también son ricas en proteínas y muchas veces se consumen crudas, en estado de yemas tiernas. Por su gran valor nutritivo, se ponen a secar para permitir su conservación por más tiempo y su utilización como condimentos en varias salsas. ¡Un uso perspicaz del condimento!

- La pulpa de los frutos de baobab produce bebidas ricas en vitamina B1 y la harina de sus semillas contiene hasta un 48% de proteínas, por lo cual es un alimento altamente recomendable para los niños.

Se puede comparar esta pulpa, en sesiones de observación paralela, con la harina de la palmera *Washingtonia filifera* de México, cuyos frutos de excelentes propiedades nutritivas también se muelen.



► Así es como los alumnos estudian la función nutricional de su planta mascota y lo indican en pequeñas etiquetas que acompañan las muestras expuestas.

- ¿Cuál es la mejor época para consumirla?
- ¿Con qué alimentos conviene acompañarla?
- ¿Su uso alimentario podría ampliarse aún más, o interpretarse con mayor precisión?
- ¿Puede ayudar a superar la malnutrición infantil?
- ¿Es un complemento nutritivo interesante, como la goma arábiga de la *Acacia senegalensis* o de la *Acacia nilotica*, alimento básico de los recolectores de la sabana, que podría servir de alimento complementario generalizado, por aumentar la síntesis de las vitaminas?
- ¿Puede utilizarse la planta mascota como alimento sustitutivo en períodos de hambruna? ¿Puede ser envasada y conservada? ¿Es suficientemente resistente a la sequía?

► Siguiendo el consejo del experto en plantas, el profesor aprovecha para actualizar los conocimientos sobre los alimentos sustitutivos.

Por lo general, estos alimentos son poco apetitosos, en comparación con las hojas y los frutos que se recogen habitualmente, ya que requieren preparaciones complicadas de remojo y cocción. No obstante, conviene recordar su existencia y la evolución de los usos y conocimientos sobre este particular.

► Para poner broche final a este estudio, si la clase posee una cámara fotográfica, se fotografía la exposición tomando primeros planos de los recipientes que contienen las muestras, y vistas generales de la presentación, con sus cuidadosas etiquetas y leyendas.

4. Destacar el valor de otros usos de la planta en la artesanía

► Orientados por el profesor, los alumnos continúan determinando y presentando los servicios que las plantas prestan a los seres humanos. Definen en cada caso la mejor manera de mostrar el uso que se hace de la planta en cuestión mediante los procedimientos adoptados, los conocimientos necesarios y los resultados.

► Los alumnos evalúan hasta qué punto es complejo el uso tradicional que se hace de los recursos vegetales para la construcción y la artesanía.

Las distintas poblaciones seleccionan una determinada planta en función de sus cualidades específicas. Cuando el estado de las poblaciones vegetales lo permite, las personas eligen entre varias especies una planta particular, por la densidad o la dureza de su madera, por la calidad de su **exudado** o de su resina, por su riqueza de **taninos**.

Los alumnos asocian su planta mascota con los objetos y productos que se extraen de la planta, así como con la especificidad de los elementos obtenidos.

- La *Balanites aegyptiaca*, un árbol de madera dura, sólida, imputrescible, se utiliza para fabricar vigas de almacén y utensilios de uso cotidiano, como mazas, mangos de hachas o cuchillos, o aperos similares al azadón.
- La *Commiphora africana*, una planta de la familia de las burseráceas, sirve para objetos de gran volumen, como las sillas de dromedarios o caballos, o los baldes de ordeñar, pues produce una madera liviana, fácil de manejar y transportar, apreciada para la fabricación de muebles u objetos de gran tamaño.
- El *kinkeliba* o combreto (*Combretum micranthum*), de madera blanda y fácil de trabajar, se usa para la fabricación de objetos menos bastos y más perfeccionados, como sillas o travesaños y accesorios para camas.

A cada objeto corresponde una planta o una calidad de madera particular, ampliamente reconocida por la población.

► La planta elegida por los alumnos tiene valor especial como “mascota” por permitir la fabricación de múltiples objetos.

- Por ejemplo, la *Balanites aegyptiaca* sirve también para fabricar jabón, que se obtiene por frotamiento después de remojar el carozo de los frutos y fragmentos de corteza en agua.
- Asimismo, puede obtenerse jabón del aceite de oliva que se extrae del olivo *Olea europaea*. En el marco del proyecto científico internacional **SUMAMAD (Sustainable Management of Marginal Drylands)**, la unidad de investigación de la reserva de biosfera *Dana* en Jordania, uno de los nueve sitios del proyecto, retomó y desarrolló la técnica y el procedimiento de fabricación de ese jabón.
- La cola se extrae de la resina de la *Commiphora africana* ya citada, y el incienso deriva también de la resina de ese gomero.

La *Commiphora africana* se encuentra ligada al origen de ciertas prácticas socioculturales plurales, desde la artesanía y la fabricación de objetos a la práctica de ritos como quemar incienso para favorecer de ese modo el despertar del sentimiento religioso.

► Los alumnos traen de sus hogares objetos, utensilios, artículos de limpieza, cosméticos, productos de farmacopea y de culto, provenientes todos de su planta mascota y los exponen, aunque sea poco tiempo, junto con las ilustraciones de la planta (croquis, pinturas, fotos) y los dibujos explicativos de los procedimientos de fabricación.

► El profesor hace hincapié en la yuxtaposición del objeto terminado, el producto derivado y la materia prima que es la planta, sacada de la naturaleza.

El objeto genera un ciclo, una relación triangular entre:

- la naturaleza;
- el ser humano, cuyas manos y espíritu han moldeado y finamente acabado el objeto para usarlo y manipularlo diariamente, y
- el propio objeto, que por medio de su fabricación, reúne al hombre con la naturaleza.

► El profesor plantea las siguientes interrogantes:

¿Se prefieren, en ciertos casos, los objetos o productos fabricados a partir de los conocimientos y recursos locales antes que los obtenidos de manera industrial?

• En la medida en que el machacado no represente una pesada tarea cotidiana asignada a las mujeres, que les quite tiempo para concurrir a la escuela o adquirir una formación, ¿no es cierto que la harina de cereal machacada con mortero tiene mejor gusto que la que se elabora por procedimientos industriales?

• ¿La leche no tiene acaso mejor gusto cuando se conserva en un recipiente de madera o en una calabaza, que cuando se guarda en uno de plástico o metal?

Para numerosos pueblos pastorales africanos, las tareas relacionadas con la leche se realizan en recipientes vegetales, respetando medidas de higiene estrictas. La calabaza es originariamente una cucurbitácea: se trata a menudo del porongo o calabaza de peregrino (*Lagenaria siceraria*).

5. Examinar el tipo de explotación que se hace localmente de la planta mascota

► El profesor resume las conclusiones que pueden formularse hasta este momento:

• Los conocimientos tradicionales pueden contribuir a preservar la diversidad biológica, ya que permiten hacer un uso coherente, circunstanciado y adaptado de los recursos vegetales locales, en función de las necesidades de la población. Entonces, ¿cómo habría que organizar la explotación de los recursos a fin de garantizar y mejorar el bienestar de la población?

• Cuando se rompe el equilibrio entre las necesidades de la población y la capacidad de regeneración de los recursos naturales, los conocimientos tradicionales, que desempeñan el papel de garantes de la biodiversidad, se dejan a un lado.

► El docente prosigue su análisis:

En numerosas zonas áridas, el equilibrio se quiebra como consecuencia de varios factores:

- la presión demográfica no deja de crecer, lo que hace aumentar las necesidades;
- el cambio climático se manifiesta por una sequía cada vez mayor desde hace varios años;
- la explotación abusiva de los árboles para producir leña y satisfacer las necesidades de forraje es un factor **antrópico** (generado por el hombre) particularmente perjudicial.



83

82. Plantación de olivos (*Olea europaea*) en el valle Khanasser, Siria
©Thomas Schaaf

83. Grupo de niños en el valle Khanasser, Siria
©Hélène Gille

84. Barras de jabón fabricadas con aceite de oliva, Reserva de biosfera de Dana, Jordania
©RSCN, Jordania

85. Olivo plantado en un alcorque cavado en la tierra, Siria
©Thomas Schaaf

84





86

86. Cultivos intercalares de cebada y *Atriplex halimus*, valle Khanasser, Siria
©Hélène Gille

87. Agricultor con un plantón de *Atriplex halimus* en un saquito de plástico, Siria
©Hélène Gille



88

88. Planta trasplantada de *Atriplex halimus* en el valle Khanasser, Siria
©Hélène Gille



87

► Motivados por el profesor, los alumnos se preguntan:

¿La planta mascota se usa para producir leña o es una fuente de alimentación para el ganado? La mayoría de las plantas mascotas elegidas para esta actividad cumplen estas funciones.

Ejemplos:

El estípite de la palmera datilera, que produce una madera de gran calidad para la construcción de cabrios o montantes de puertas, es asimismo un combustible muy apreciado en las regiones donde no abundan los árboles.

En algunas regiones de América Central, los agricultores recurren a la tuna durante todo el año para completar la ración alimentaria del ganado, ya que las paletas son ricas en proteínas.

► Los alumnos extraen la misma conclusión en relación con las plantas mascota de origen silvestre: las especies leñosas son un complemento alimenticio esencial para el ganado cuando las herbáceas escasean y son poco nutritivas.

Ejemplos:

En África sahariana, las vainas de *Acacia albida* (*Faidherbia albida*) representan del 30 % al 45 % de la ración de forraje y se venden en los mercados regionales como reconstituyentes para los animales debilitados.

Las hojas de la *Balanites aegyptiaca* son muy apreciadas por el ganado y muchas veces se poda el árbol para usarlo como forraje.

► El profesor conduce progresivamente a los alumnos a examinar el tipo de explotación que hace la población local de la planta mascota.

¿Cuál es la situación en el terreno? A menudo, la explotación que se hace de las plantas supera la capacidad de regeneración de las mismas.

6. Definir las formas de explotación, producción y propagación de la planta que son perjudiciales para el ecosistema

► El profesor vuelve a referirse a los ejemplos de especies que acaba de mencionar y cita casos de especies (como la *Balanites aegyptiaca*) podadas varias veces en una misma estación, y de árboles de los que se extrae la casi totalidad del follaje.

- Ese tipo de explotación es muy perjudicial para la conservación de la especie, que debe enfrentar varias extracciones y está expuesta a una presión excesiva. Esto representa una amenaza para la regeneración de poblaciones enteras. Tal es el caso de la *Balanites aegyptiaca*, cuyo follaje se usa para el consumo humano y animal y para la producción de leña y carbón.

► El docente confirma esta situación:

Los especímenes de *Balanites aegyptiaca* con bases de gran diámetro se han vuelto raros.

► Los alumnos establecen la distinción siguiente:

- Otras formas de explotación son directamente perjudiciales para los individuos que integran la especie:

El descortezado de la totalidad del tronco de árboles como la *Adansonia digitata* o la *Acacia seyal*, para obtener fibras destinadas a la fabricación de cuerdas deja la planta expuesta a la aridez del clima, a los insectos y a la dificultad de absorber agua (su xilema está dañado y la planta termina secándose).

- Por último, ciertos tipos de explotación son directamente perjudiciales para los ecosistemas: Por ejemplo, para la producción de carbón de leña, se hace una explotación desmesurada, que hace correr peligro de desaparición a la mayoría de las especies inicialmente presentes. Cuando las extracciones son intensas y generalizadas, no sólo disminuye la biomasa, sino también el número de especies inventariadas y la diversidad genética.

Algunas especies tales como la *Adansonia digitata* también tienen dificultades para regenerarse, porque ya no cuentan con el beneficio de la cubierta vegetal del estrato inferior, constituido por plantas bajas y arbustos espinosos.

► Si la planta mascota es una especie cultivada, el profesor pregunta:

- ¿Ha sido incorporada de manera sostenible?
- ¿Se ha decidido extender algunas superficies para el cultivo de la planta mascota?
- ¿Se han destruido recursos forestales e incluso a veces un ecosistema entero para su plantación?

Ejemplo:

En algunas regiones del Sahel, el matorral atigrado está retrocediendo frente al avance de diversos cultivos de huerta, diseminados por todas partes en el paisaje.

- Si se trata de un cereal cultivado intensamente, ¿se tomó la precaución de combinarlo con una especie vivaz, privilegiando el papel de los **cultivos intercalares**?

Ejemplo:

El sitio sirio del proyecto SUMAMAD, situado en el valle *Khanasser* y administrado conjuntamente con el **ICARDA**, realiza una investigación dinámica sobre el cultivo intercalar de la cebada asociada con una **planta salina** vivaz: *Atriplex halimus*. Esta última permite proteger el cultivo de cereales contra los vientos desecantes y mantiene los suelos arraigados. La asociación de las dos especies permite aumentar la cantidad de forraje disponible y, sobre todo, reforzar la diversidad de las especies allí presentes.

► Finalmente, el docente plantea una última serie de preguntas:

¿El cultivo de la planta mascota se ha extendido de manera sostenible en el ecosistema?

- ¿Se trata de una especie proveniente de un **cultivar**, es decir, de una variedad producida por medio de técnicas hortícolas, que no está presente en las poblaciones silvestres?
- ¿Se trata de una especie extraña, en el sentido de haber sido introducida en ese lugar, fuera de su zona de distribución original?
- Si éste es el caso, ¿su propagación en el ecosistema está bien controlada?

Una especie extraña invasora es una especie introducida, que crece y se propaga rápidamente, al

punto de competir con las **especies autóctonas**, y que puede resultar difícil de controlar, especialmente si en el nuevo ecosistema no existen predadores o agentes patógenos propios de su área de distribución original.

Ejemplo:

La tuna o nopal, un cactus vivaz de gran tamaño, puede propagarse rápidamente en el paisaje y, en el pasado pudo, en carácter de especie introducida, “infestar” verdaderamente los ecosistemas de ciertas regiones de Australia, África occidental o África del Sur. Sólo la lucha biológica, mediante la introducción de parásitos, pudo reducir su proliferación.

► Para cerrar la fase de preguntas críticas, la clase se plantea esta interrogante: ¿puede la planta ser una mascota si no es explotada, producida y propagada de manera sostenible en el ecosistema?

7. Entrevistarse con expertos en el medio ambiente y sentar las bases de un proyecto común de gestión sostenible de los recursos naturales

► Tras haber llegado a esta reflexión y motivados por el profesor, los alumnos crean las condiciones para celebrar un encuentro con las personas calificadas, interesados y responsables de las decisiones en la población, ya se trate de agricultores, criadores de ganado, silvicultores, artesanos u investigadores de la comunidad científica, ingenieros forestales o agrónomos.

► Los alumnos muestran y comentan su exposición a los expertos en el medio ambiente, y los hacen visitar los diferentes trabajos que realizaron en relación con la planta mascota.

► El grupo de trabajo compuesto por alumnos, profesores y personas calificadas reflexiona en conjunto sobre los factores y los comportamientos que generan irresponsabilidad en la gestión de los recursos naturales, en particular en la gestión de la planta mascota.

► Cada uno de los protagonistas expone su punto de vista:

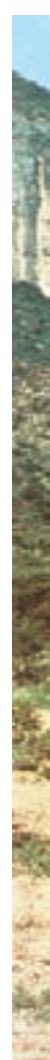
- Los criadores nómadas, muchos de ellos carboneros en África, buscan cantidades importantes de leña con el fin de obtener ingresos monetarios paralelos e inmediatos.
- Los criadores de grandes rebaños están buscando en forma constante biomasa herbácea. Al terminar la temporada de lluvias, encuentran pocas pasturas y “atacan” el follaje de los árboles para alimentar a sus animales. Además, dejan que su ganado pascie en campos cultivados, lo que perjudica a los agricultores y provoca conflictos en breve plazo.
- Los silvicultores desean optimizar la regeneración de las especies leñosas.
- Los agricultores viven de la explotación de los suelos y sufren directamente las consecuencias de la degradación de las tierras y las variaciones climáticas. Muchas veces padecen el pisoteo de sus campos por los rebaños, el empobrecimiento de los suelos debido a la desaparición de las especies y la desertificación por el cultivo o el uso de las tierras de manera inapropiada (extensión de las superficies cultivadas, disminución de los terrenos en barbecho, monocultivo, etc.)
- También cuenta el punto de vista de los aldeanos sedentarizados que buscan leña, la extraen masivamente del mismo lugar, demasiado cerca de las aldeas, diezmando muchas veces los recursos en aras de su beneficio inmediato.

► Frente a la clase, quienes protagonizan el debate asumen la responsabilidad de elaborar un proyecto común que cree las bases para una situación más justa y sostenible para todos (Véase la actividad siguiente: “El jardín experimental”, pág. 120).

Los investigadores, secundados por el profesor y los alumnos, son los moderadores del debate.

► En forma conjunta, el grupo de trabajo intenta elaborar algunas respuestas y proponer soluciones a interrogantes muchas veces “candentes”, algunas de las cuales podrían formularse del siguiente modo:

- ¿El mantenimiento de las poblaciones de la planta mascota requiere nuevas plantaciones?
- ¿Debe limitarse el número de animales de cría en el ecosistema ambiental a fin de evitar el sobrepastoreo?
- ¿Qué otras soluciones pueden plantearse?



- ¿La gestión ecológica presupone la gestión territorial?
- ¿Es menester diferenciar una zona de cría (donde se priorizaría el pastoreo y la regeneración de la cubierta herbácea) de una zona de desarrollo de los recursos forestales y de producción de madera, así como de una zona de cultivos? ¿Es preciso crear corredores de pasaje para los pastores y sus rebaños?
- ¿Deben preverse varias zonas reservadas para una explotación racional de la población (recolección, necesidad de leña, de madera para la construcción, de fibras)?
- ¿Debe conservarse una cierta cantidad de árboles en los campos cultivados?
- ¿Debe evitarse ante todo el monocultivo e introducir una rotación adecuada de los cultivos a la sombra de los árboles?
- ¿Es preciso limitar la extensión de los cultivos?
- ¿Deben limitarse las plantaciones de especies leñosas cultivadas?
- ¿Deben limitarse y controlarse, en el tiempo, las plantaciones de especies introducidas?
- ¿Deben reintroducirse **plantas vivaces**?
- ¿Debe mantenerse la **vegetación espontánea**, mediante la creación de zonas de conservación integral en el ámbito de los ecosistemas?

89. Pastor con su rebaño de cabras, Sahel
© UNESCO-MAB



07 El jardín experimental

Nivel ★ ★ ★
avanzado

Lugar 
en el aula
y en el exterior

Duración ● ● ●
en varias estaciones, al ritmo
de crecimiento de las plantas,
paciencia, paciencia...

Objetivos

1. Conocer y comprender

Elaborar en el curso de varios años, y en el marco del **Decenio de la Educación para el Desarrollo Sostenible**, un jardín experimental que sea para toda la escuela un lugar de experimentación de diversas iniciativas encaminadas a proteger el medio ambiente.

Reconocer las cualidades de las especies vegetales vivaces y saber aprovecharlas para la conservación de los ecosistemas naturales, seminaturales y agrícolas.

2. Aptitudes

Adquirir una forma de competencia práctica y técnica de jardinería y agrosilvicultura y saber validar la experiencia en contacto con expertos del medio ambiente.

Observaciones y sugerencias:

Para esta actividad se recomienda especialmente la formación de un equipo de varios docentes, provenientes tal vez de escuelas diferentes. Una vez cumplida la etapa de iniciación a las bases generales de la protección del medio ambiente, los profesores elaboran un proyecto educativo concreto basado en el jardín. Deben tener presente la importancia de incorporar el concepto de **desarrollo sostenible** como idea activa y central del proyecto, para lo cual enseñarán a los alumnos a actuar a largo plazo no sólo en su propio beneficio sino también en el de otros alumnos y en el de generaciones futuras.

El jardín experimental se concibe como una etapa complementaria de un programa de gestión territorial, iniciado en el taller anterior. Está, pues, en relación con los diferentes sitios elegidos por los responsables de las decisiones locales para poner en práctica iniciativas piloto en materia de protección ambiental. Las clases de la escuela van a “navegar” entre el lugar de investigación que es el jardín experimental, y los espacios cultivados por los profesionales, a escala real.



90. Cultivo de plantas bajas
en el palmar de Beni-Abbès, Argelia
©Michel Le Berre



91. Agrosilvicultura: alternancia de cultivo de árboles y de especies herbáceas, Sahel
© UNESCO-MAB

Desarrollo

1. Comprender las iniciativas locales de protección ambiental

► Los profesores se reúnen con los profesionales del medio ambiente, ya se trate de los propios interesados o de quienes adoptan las decisiones en la comunidad, agricultores, criadores, silvicultores, personas con autoridad o influencia, ingenieros, estudiantes y educadores. El equipo docente se informa sobre las iniciativas adoptadas con relación a la protección ambiental, que son la continuación del programa de gestión territorial cuyo principio fundamental y bases conceptuales se aprobaron previamente.

Dichas iniciativas pueden proponer diferentes tareas:

- Mejorar el rendimiento de los cultivos anuales asociándolos con el de plantas vivaces comestibles (de origen natural), con múltiples funciones ecológicas.
- Fertilizar una zona de tierra degradada y pedregosa mediante la introducción de la arboricultura, elaborada en **vivero**, y de la horticultura.
- Regenerar los recursos forestales y crear una zona de explotación racional de los productos forestales para la población: leña para producir energía, frutos, semillas y plantas medicinales.
- Regenerar el estrato herbáceo y proveer pasturas a los animales en zonas ganaderas.
- Crear una zona controlada de producción de madera para la construcción y la explotación, evitando agotar los recursos naturales por la roturación y el desmonte.
- Implantar cultivos en medio de los bosques sin cortar árboles, gracias a la **agrosilvicultura**.
- Impedir el enarenamiento de los **oasis** y estabilizar las dunas, mediante un sistema de **rompevientos** y barrera verde, compuesto por plantaciones de diversas hierbas, arbustos y árboles.



92



93

92. Agricultoras secando semillas de *Atriplex halimus* en el valle Khanasser, Siria
©Hélène Gille

93. Expertos científicos del proyecto SUMAMAD en el vivero, valle Khanasser, Siria
©Thomas Schaaf

En todos los casos, se trata de plantar o sembrar especies vegetales, aprender a cuidar, seleccionar y utilizar plantas vivaces, comestibles o no, particularmente adaptadas a los diferentes medios de los ecosistemas áridos.

► Los docentes reciben una formación por parte de los expertos del medio ambiente. Aprenden a enriquecer los suelos, a fabricar **compost**, a seleccionar semillas, a cultivar plantones, a replantarlos, a crear un vivero escolar, a cuidar de un huerto silvestre.

Ejemplo:

En el marco de las medidas adoptadas en el sitio sirio del proyecto SUMAMAD, en el valle *Khanasser*, que promueven una estrecha colaboración entre las autoridades locales, los agricultores o criadores y los investigadores del ICARDA, las partes interesadas de la comunidad podrían transmitir ciertos conocimientos prácticos a un grupo de docentes.

Con la ayuda de “facilitadores”, que ofician de enlace con los agricultores y explican el fundamento del proyecto de jardín experimental, se capacita a los docentes en la técnica de los cultivos intercalares que vinculan un cereal con una planta vivaz como la *Atriplex halimus*. Luego podrán volver a ensayar esta técnica, en el jardín, con los alumnos.

► Después de recibir la capacitación, el grupo de docentes se reúne y formula los grandes ejes de acción del proyecto educativo vinculado con el jardín.

► Seguidamente se reúnen todas las partes que intervienen en el proyecto: alumnos, docentes, educadores, expertos del medio ambiente, investigadores, directores de organizaciones no gubernamentales (ONG) locales, y se informa a los alumnos acerca de las iniciativas tomadas por la población a fin de salvaguardar el medio ambiente y preservar los ecosistemas.

► Todo el grupo decide conjuntamente dónde instalar el jardín experimental:

Se elige su perímetro en donde haya poblaciones de plantas vivaces con importantes funciones ecológicas (que permitan preservar los recursos de agua y de nutrientes) y, de ser posible, plantas para el consumo de seres humanos y animales.

No siempre es fácil encontrar un terreno que reúna varias especies, pero es importante poder contar con la presencia de cuatro o cinco especies, por lo menos, para poder realizar ciertas experimentaciones.

Ejemplos:

En la región saheliana, sería interesante poder contar con una “muestra” de cuatro o cinco plantas entre las siguientes especies:

Balanites aegyptiaca, *Maerua crassifolia*, *Panicum turgidum*, *Adansonia digitata*, *Boscia senegalensis*, *Acacia seyal*, *Acacia tortilis*, *Faidherbia albida*, *Andropogon gayanus*, *Ziziphus mauritiana*, *Ziziphus spina-christi*, *Vitellaria paradoxa*, *Tamarindus indica*.

En América Latina, los matorrales de creosota (*Larrea divaricata*, *Larrea tridentata*), *Opuntia ficus-indica*, los algarrobos por sus frutos (*Prosopis chilensis*, *Prosopis pubescens*), *Washingtonia filifera*, y algunas especies de agaves y yucas.

Convendría también que el sitio del jardín experimental contara con un aguadero.

► Después de una visita detallada del sitio elegido, el equipo docente, respaldado por los protagonistas del proyecto, presenta a los alumnos el tema de las actividades pedagógicas propuestas relacionadas con el jardín:

- Estudio de las principales especies indígenas vivaces en su medio;
- Práctica de los métodos de siembra, plantación y replantación;
- Creación y mantenimiento de un vivero;
- Fertilización de los suelos;
- Asociación de las especies leñosas indígenas con el cultivo de especies herbáceas, la horticultura y los cultivos anuales;
- Mantenimiento de un ecosistema forestal natural y aprovechamiento de sus productos;
- Trabajo de regeneración de una pradera;
- Producción de madera en un ecosistema natural;
- Protección de los cultivos mediante diferentes técnicas: rompevientos, barrera verde, setos, protección contra el sol;
- Introducción de plantas escasas y endémicas en un biotopo apropiado.

2. Inventariar las especies indígenas más importantes en un espacio ampliado, más allá del perímetro del jardín

► Con la ayuda del profesor, los alumnos profundizan el estudio, en su entorno, de las principales especies indígenas, leñosas y herbáceas pertenecientes a la vegetación natural.

► En primer lugar, investigan las características climáticas y **pedológicas** de la región:

- ¿Está situada en una zona árida o muy árida (precipitaciones anuales de menos de 150 mm)?
 - ¿O más bien en una zona semiárida (precipitaciones anuales de 300 a 600 mm o más)?
 - En sus visitas al terreno, alumnos y profesores examinan la naturaleza del **sustrato**, de la **roca madre**, en diferentes lugares.
 - ¿Es una roca calcárea, silícea? ¿Está parcialmente compuesta de arenisca? ¿Es una roca salina?
 - ¿Qué textura tienen los suelos y los productos de degradación de la roca madre? ¿Los suelos son sobre todo arenosos, limosos, arcillosos?
 - ¿Se distinguen **hamadas** o desiertos rocosos?
 - ¿**Regs** o desiertos pedregosos?
 - ¿**Ergs** o desiertos de arena?
 - ¿Pueden distinguirse lechos de *wadis*, depresiones donde los suelos son más ricos y donde se acumulan las aguas de escurrimiento después de la lluvia?
 - ¿Pueden distinguirse extensiones de suelos arcillosos? ¿Zonas donde el suelo es rico en materia orgánica, en humus (producto de la descomposición de materias orgánicas animales y vegetales)?
- Los alumnos conocen bien el contexto de precipitaciones reducidas y fuerte calor propio de los ecosistemas áridos.



En los sitios que recorren, intentan evaluar el grado de tolerancia de las plantas a la escasez de agua, a la exposición al sol, y establecen con precisión los recursos y condiciones de los medios a los que pertenecen dichas plantas.

Los sitios observados, ¿están fuertemente expuestos al sol o situados más bien a la sombra? ¿Cuál es su temperatura máxima? ¿De qué naturaleza es el suelo? ¿Puede distinguirse un verdadero biotopo, como el de una charca o un sotobosque? ¿Hay algún aguadero visible o existen indicios de la presencia de agua subterránea?

► Los alumnos identifican los diferentes medios y luego efectúan un inventario de las especies correspondientes, que se benefician con los recursos y condiciones de cada uno de los medios identificados.

Ejemplos:

En la zona árida de la región saheliana se pueden distinguir especies como la *Acacia tortilis* en regs pedregosos o puntos muy calurosos.

En las depresiones y los lechos de *wadis* se encuentra una vegetación también adaptada a la sequía, extrema a veces, como la *Acacia laeta*, la *Balanites aegyptiaca*, ciertas gramíneas como la *Panicum turgidum* (que es un cereal silvestre), una vez más la *Acacia tortilis* y algunas especies frutales como el arbusto *Boscia senegalensis* que puede producir una cosecha en sitios muy áridos.

Apenas aumenta el nivel de las precipitaciones, se encuentra la *Balanites aegyptiaca* en las dunas estabilizadas, ya que las capas freáticas están presentes muchas veces bajo las dunas y son accesibles a las plantas de raíces profundas; allí también se encuentran las especies *Panicum turgidum* y *Commiphora africana*.

Si la pluviometría aumenta aún más, al llegar a las zonas semiáridas se encuentran mantos herbáceos formados por *Panicum laetum* en los suelos arcillosos y un estrato arbóreo que incluye las especies *Ziziphus mauritiana*, *Acacia seyal* y *Faidherbia albida*, típico de la vegetación natural de las orillas de charcas y cursos de agua.

En plena sabana arbórea de la zona semiárida predomina una unidad de vegetación que comprende especies como la *Combretum glutinosum*, asociada con la *Acacia senegalensis* y la *Acacia seyal*, asociada con el baobab (*Adansonia digitata*), así como un estrato herbáceo formado por el *Andropogon gayanus*.

3. Distinguir las cualidades ecológicas, alimentarias y generadoras de ingresos de las especies indígenas y proponer su combinación

► Entre las especies identificadas, muchas de las cuales son vivaces o perennes porque florecen y fructifican anualmente, los alumnos distinguen:

- las plantas que cumplen importantes funciones ecológicas en el ecosistema;
- las plantas comestibles que suministran un alimento de calidad, e incluso de buen sabor;
- las plantas productoras de materias primas o que son fuente de ingresos potenciales.

► De un continente a otro, los alumnos descubren ciertas familias, como la de las leguminosas, que cumplen funciones primordiales en el desarrollo de los ecosistemas.

• La *Acacia tortilis*, en África, es una extraordinaria bomba que absorbe agua de las profundidades; esta especie también contribuye a aumentar el contenido de fósforo del suelo bajo su follaje.

• La *Faidherbia albida* es muy conocida como planta fijadora de nitrógeno y fertilizadora de los suelos, al reciclar los nutrientes mediante la descomposición de su capa de humus y traer hasta la superficie ciertos elementos minerales. Es una planta que, por su fenología desfasada, provee sombra y forraje, elementos que se aprecian en la estación seca y que, gracias a su poderoso sistema radicular, se alimenta en las capas freáticas profundas sin competir con los cultivos. La *Faidherbia albida* sirve asimismo como valioso refugio para las aves y contribuye de esa forma a aumentar significativamente la productividad agrícola. Es la especie más apropiada para la agrosilvicultura y para cualquier sistema que combine árboles con cultivos y jardinería.

94. De izquierda a derecha y de arriba hacia abajo:

Especies en su ecosistema: plantación y hojas de *Prosopis tamarugo* (Chile),

gramíneas *Pennisetum sp.* (Argelia) sabana herbácea (Níger), baobab *Adansonia digitata* (Níger), *Ziziphus mauritiana* (Níger),

eucalipto y bloques de granito (Australia), nido de ave terrestre en el *mallee* australiano

©Olivier Brestin y Michel Le Berre

- La *Acacia senegalensis* y la *Balanites aegyptiaca* también refuerzan el flujo de nitrógeno en los terrenos que ocupan; la *Balanites aegyptiaca* posee virtudes que purifican las aguas y los terrenos contaminados, gracias a sus raíces.

- La *Acacia polyacantha*, al retener los elementos minerales de sus hojas en el momento de su caída, permite un buen reciclaje de dichos elementos.

► Los alumnos distinguen otras plantas más, llamadas “ecológicas”.

Por ejemplo, las plantas que permiten preservar el agua también son protectoras del medio ambiente. Lo logran de varias maneras:

- No precisan el costoso complemento del riego, ya que desarrollan un poderoso sistema radicular que les permite alcanzar las **capas freáticas** o la humedad que se conserva en el suelo después de la temporada de lluvias.

Tal es el caso de las leguminosas, como las acacias.

- Les basta el agua de lluvia que almacenan en sus órganos de reserva y ahorran, regulando por sí mismas su **transpiración**.

Es el caso de las cactáceas, como la *Opuntia ficus-indica*.

- Ajustan sus necesidades o conviven interactuando con otras especies para el consumo del agua. Es el caso de las hierbas de la sabana seca arbolada, que absorben mucha agua en la temporada de lluvias, producen biomasa, mantienen a otras plantas bajas y desaparecen, como vestigios vivos, dejando el agua que resta a los árboles cuando el clima es muy seco.

► Los alumnos hacen también un inventario de las plantas de su región que permiten fijar la tierra, como el karité (*Vitellaria paradoxa*), cuyo sistema radicular muy tortuoso previene eficazmente contra la erosión en África occidental, o la tuna (*Opuntia ficus-indica*) que se planta siguiendo las curvas de nivel para fijar los suelos en pendiente en los Andes.

► Después de estudiar las especies llamadas “ecológicas” de su región, los alumnos se dedican a las especies comestibles (podrían ser las mismas), y a las productoras de madera.

► Luego piensan cuáles podrían ser las mejores combinaciones posibles entre especies (también las identifican en la naturaleza).

¿Qué especie fertilizante se combina bien con una especie comestible para crear un huerto silvestre?

Ejemplos:

Acacia seyal y *Adansonia digitata*.

Faidherbia albida y *Ziziphus mauritiana*.

► Una vez terminada esta fase de estudio, la clase habrá de plantearse preguntas concretas:

¿Cómo regenerar una población de plantas con fuertes funciones ecológicas que tienda a enrarecerse y a desaparecer? ¿Mediante la reintroducción de qué plantas bajas al pie de los árboles? ¿Favoreciendo también la toma de qué tipo de iniciativas y precauciones por parte de los seres humanos?

4. Volver a centrar el estudio en el sitio del jardín

► Después de haber distinguido combinaciones fértiles de plantas en la naturaleza, los alumnos hacen una evaluación de conjunto del sitio de su jardín, identifican las plantas existentes e imaginan posibles experimentos.

► En cuanto a las especies comestibles que convendría mantener, regenerar o introducir en el sitio, los alumnos se basan en la dimensión experimental y creativa del proyecto y hacen hincapié en una o más especies que favorecen el nexo entre:

- ecosistema natural;
- salud, nutrición, bienestar físico;
- sabor.

El jardín experimental pone de relieve el sabor, el placer ligado al gusto del fruto y de los alimentos, que se relaciona en forma directa con el ecosistema natural.



95



96



97

95. Dátiles de Biskra, Argelia
© Olivier Brestin

96. Camellos transportando dátiles, Gabès, Túnez
© Michel Le Berre

97. Agricultor recolectando dátiles, oasis de Timimoun, Argelia
© Olivier Brestin



98

100

98. Secado de damascos en la región de Capadocia, Turquía
© Michel Le Berre

100. De arriba hacia abajo: Secado de trigo, de mandioca, de pimientos, Benin
© Michel Le Berre

99. Sandías en un mercado, Uzbekistán
© Michel Le Berre

99



101

**101. De arriba hacia abajo: Naranjos cargados de frutos, España
Limones verdes y naranjos, México**
© Olivier Brestin y Michel Le Berre





102. Producción de plantas en vivero, Sudán
© UNESCO-MAB

► Allí se producirán especies frutales y hortalizas. Con el tiempo, el jardín se convertirá en un lugar de degustación directa y variada de sabores agradables – a veces sorprendentes – de la naturaleza. Es un lugar donde se aprenderá a apreciar gustos abandonados u olvidados, y a calificar los matices de los sabores dulces, azucarados, agridulces, amargos, fuertes, picantes, ácidos...

► De esta forma, en este espacio experimental, los alumnos examinarán las potencialidades nutritivas de las plantas vivaces comestibles e investigarán de qué modo preparar un alimento para apreciar su sabor. Según las regiones del mundo, podrán probarse:

las hojas y los frutos de la *Maerua crassifolia*; los frutos de la *Boscia senegalensis*; las sabrosas azufai-fas (*Ziziphus mauritiana*, *Ziziphus spina-christi*, *Ziziphus nummularia*); los frutos gustosos, las hojas y las semillas de los baobabs; las legumbres sacadas de especies como el neré (*Parkia biglobosa*) en África, el *Prosopis cineraria* o la *Euphorbia caducifolia* en Rajastán, el *Prosopis pubescens* o *Tamarindus indica* en América Central; también los frutos y los palmitos de especies semisilvestres como la palmera enana (*Chamaerops humilis*), la palmera doum (*Hyphaene thebaica*) y la palmera rhun (*Borassus aethiopium*).

5. Crear un vivero y aprender a sembrar y a producir plantones

► Al inicio de la fase práctica, los alumnos pueden resolver enriquecer la población del jardín con plantas fertilizantes y plantar, por ejemplo, nuevos especímenes de acacias.

Observación y sugerencia:

Se recomienda realizar la primera fase de siembra de las semillas en el vivero, mucho antes de poner los plantones directamente en la tierra.

Así, en los países situados en la zona intertropical, los plantones se pondrán directamente en la tierra al principio de la temporada de lluvias, a fin de favorecer el enraizamiento de la planta antes del comienzo de la estación seca.

► Después de cosechar semillas maduras, extraídas de las vainas de acacia machacadas (o de frutos maduros para las demás especies elegidas), los alumnos siembran directamente en las macetas o en saquitos de polietileno.

Las macetas serán recipientes de barro cocido de unos 10 cm de diámetro; los saquitos – de 40 cm de largo aproximadamente –, pese a su menor costo, pueden ser contaminantes.

► Los alumnos prepararon previamente la mezcla fértil contenida en las macetas, formada de arena y turba, tan blanda como sea posible. La turba se compone de partículas de rocas erosionadas: arcilla, **limo**, arena, mezcladas con humus (materia orgánica descompuesta).

Los alumnos pueden enriquecer por sí mismos el contenido de humus de la turba fabricando **compost** (Véanse los párrafos siguientes).

► Colocan las macetas en un terreno plano, protegidas de una exposición excesiva al sol y al viento. Cuando aparecen las primeras yemas, las separan y sólo conservan la más vigorosa de cada maceta, cuidando de retirar las “malas hierbas”.

Para que los plantones alcancen de 30 a 40 cm de altura y desarrollen un sistema radicular abundante, los alumnos, cada uno en su turno, deberán regarlos con regularidad.

► A medida que se van desarrollando las yemas, toda la clase, alumnos y profesores, decide dónde colocar la futura plantación, en función de los recursos y las condiciones adaptadas a la especie en el entorno.

La clase elige entonces reforzar la población de la especie en el jardín o introducir una nueva población (o ambos).

6. Fertilizar la superficie de la tierra elegida y proceder al trasplante

► Al margen de las actividades de mantenimiento del vivero, los alumnos aprenden a fabricar compost, con el fin de enriquecer la tierra donde han de **trasplantarse** los plantones.

► Cavarán un gran pozo, no lejos de la escuela y del sitio del jardín. Allí arrojarán los desechos de los trabajos de jardinería y sobras de comida: montones de hojas muertas, “malas hierbas”, cáscaras de frutas y verduras, a los que agregarán estiércol de cabras, dromedarios, vacunos o equinos. Pueden completar la mezcla añadiendo restos de paja proveniente de la cosecha; luego cubren todo con una capa de tierra y lo dejan reposar durante varias semanas.

► Los profesores indican a los alumnos cómo remover y regar en forma regular esa mezcla, para facilitar su descomposición.

Al cabo de cierto tiempo, se obtiene un excelente compost.

► Tan pronto como se haya resuelto instalar un nuevo árbol o arbusto en un lugar preciso, los alumnos desbrozan el perímetro y cavan un hoyo lo suficientemente grande (hasta 50 cm de profundidad para un arbusto y 80 cm para un árbol). Luego dejan el hoyo al aire libre durante algunos días para airear el suelo en profundidad.

► Más tarde, con ayuda de los profesores, abonan la tierra que se retiró del hoyo. Le quitan guijeros y otros desechos y la mezclan por partes iguales con el compost que prepararon. El día de la plantación, arrojan un poco de esa tierra en el fondo del hoyo para que forme una cúpula.

► Tras extraer el plantón golpeando la maceta por todos sus costados, humedecen el terrón, desenredan las raíces y lo colocan en el medio del hueco, bien derecho, con las raíces extendidas en la tierra a su alrededor.

Los profesores se aseguran de que la parte superior de las raíces del árbol o arbusto se encuentre a unos 10 cm de profundidad.

► A continuación, la clase procede a rellenar el hoyo, empujando con la mano o el pie y evitando compactar excesivamente el suelo. Para terminar, se cava un alcorque al pie del árbol y se riega abundantemente (10 litros aproximadamente).

7. Reforzar las combinaciones entre ciertas especies y regenerar el ecosistema forestal natural

► Después de aumentar o extender la población de plantas leñosas fertilizantes, alumnos y profesores pueden proseguir su tarea combinando determinadas plantas comestibles con plantas fertilizantes.

En esta etapa conviene regenerar una unidad de vegetación donde ya coexistan dos especies (fertilizante y comestible) en el espacio del jardín.

Se preparan en el vivero varios individuos de una especie comestible, que se introducen luego siguiendo el método antes reseñado.

De hecho, de lo que se trata es de reforzar el ecosistema forestal ya existente, parcialmente tapizado (en la temporada de lluvias) de plantas bajas, gramíneas y flores, introduciendo nuevos especímenes frutales, para así ver aparecer, al cabo de cierto tiempo, un huerto silvestre.

► Para no generar perturbaciones, ni en la biomasa ni en la composición florística, los alumnos pueden densificar las poblaciones sin recurrir al trasplante de plantas de vivero.

Pueden probar el método de siembra directa, que permite introducir plantas vivaces directamente en el suelo, prescindiendo de la etapa del vivero y del alto costo del riego.

► El profesor explica:

Las plantas vivaces sembradas directamente tienden a producir con bastante rapidez un sistema radicular extendido, mientras que las raíces de las plantas criadas en vivero se encuentran muy pronto comprimidas en sus continentes (macetas o saquitos de plástico). Esto significa que las plantas que se desarrollan por siembra directa tienen más posibilidades de obtener la humedad que queda en el suelo al final de la temporada de lluvias que las criadas en vivero, gracias a su sistema radicular más extendido. Por tanto, toleran mejor la sequía.

► De ese modo, los alumnos seleccionan sus simientes.

Ejemplo:

Para seleccionar las semillas de baobab (*Adansonia digitata*) viables puede hacerse una prueba de flotación (las que están vacías flotan en la superficie).

Antes de sembrarlas, se las puede sumergir durante cinco minutos en agua hirviendo, lo que las ayuda a salir de su “estado de latencia” (es decir, una mayor lentitud en las funciones fisiológicas cuando las condiciones de crecimiento no son favorables).

► Por ejemplo, la plantación de semillas de baobab se hace en medio de la temporada de lluvias. Las semillas germinan al cabo de tres semanas. Si las yemas nuevas se cuidan bien (asegurándoles una buena provisión de agua durante la fase de desarrollo de su sistema radicular hasta la capa freática), producen plántulas grandes y vigorosas, y árboles que pueden alcanzar dos metros al cabo de dos años.

► Los alumnos pueden aplicar este método para plantar baobabs, respetando una distancia de 20 metros por lo menos entre cada árbol, para no perjudicar su crecimiento.

También plantan otras especies leñosas comestibles, así como algunas gramíneas o plantas bajas en la base de los troncos (véase el párrafo siguiente), lo que permite densificar la vegetación de la huerta.

Empero, será menester esperar varios años antes de cosechar los frutos del baobab, por ejemplo. En cambio, la producción de hojas puede explotarse en más breve plazo, cuidando de respetar los límites que los alumnos aprenden a reconocer:

- No perturbar la cubierta forestal y su entorno umbrío, indispensable para la reproducción sexual durante los períodos de floración y fructificación.
- Recoger frutos y extraer en forma racional los productos forestales que sean equitativos para cada “jardinero”, limitando las extracciones en los plantones.
- Verificar la madurez de la planta, su capacidad de producir alimentos de calidad, gustosos y que puedan cosecharse sin dañar las partes de la planta que son vitales para su crecimiento futuro.





103

103. Huerta y plantaciones de trigo en Iferouane, Níger
© Michel Le Berre

104. Platanal y palmeras, orillas del Nilo, Egipto
© Michel Le Berre

104

- Respetar los períodos de cese de toda extracción y de conservación integral de la huerta, y ofrecer tiempos de reposo para su crecimiento natural.

8. Regenerar cultivos y praderas en el jardín y combinarlos con plantas leñosas

- Fuera del espacio protegido de la huerta, la clase prueba combinar el cultivo de plantas leñosas con el de especies herbáceas.
- Los alumnos aprenden primero a densificar un estrato muy discontinuo de gramíneas como las *Panicum turgidum*, *Andropogon gayanus*, *Aristida pungens* o el cram-cram (*Cenchrus biflorus*) en África.
- El equipo docente informa a los alumnos sobre las herbáceas vivaces que “se desplazan” en el espacio en cierto sentido, cambiando cada año su punto de fijación en el territorio.

La clase observa en el lugar cómo se multiplican las plantas herbáceas, por **injerto** de proximidad, emitiendo **estolones**. El estolón es una forma de multiplicación que resulta de la caída de los tallos y de su enraizamiento en el suelo tan pronto como lo tocan.

Las gramíneas son capaces, pues, de reproducirse no sólo por sus semillas, sino también mediante lo que se llama **multiplicación vegetativa**.



105. Campo de flores y árboles frutales en la meseta de *Lella Setti, Tlemcen*, Argelia
©Olivier Brestin

Una planta madre emite estolones rastreros que echan a su vez nuevos brotes que, con el tiempo, se transformarán en plantas autónomas.

Los alumnos pueden inclinarse y desnudar la base de una planta para verificarlo.

► También ensayan la técnica del injerto con diversas plantas.

En América Central y América Latina, aprenden a crear nuevas plantas a partir de las “paletas” de diversas cactáceas o de grandes injertos de tallos compuestos por cuatro a cinco cladodios que se desprenden fácilmente. Las recogen, las dejan secar durante unos días (para evitar que se pudran), antes de plantarlas directamente en el suelo.

► Mediante el sembrado, los alumnos regenerarán realmente un estrato discontinuo de gramíneas o una pradera.

► Primero, buscan semillas de frutos maduros que extraen de un estrato herbáceo de alfalfa, de fabáceas o gramíneas. Lo mejor es que se reúnan para recogerlas directamente a mano.

► Después de golpearlas, las clasifican (con ayuda de un tamiz), las airean y ventilan para secarlas y darles firmeza. Luego las siembran al voleo.

► No debe olvidarse sembrarlas en contacto con plantas leñosas fertilizantes, para que los brotes aprovechen los abonos orgánicos.

► En la combinación siempre buscada entre la vegetación natural arbórea y el cultivo de plantas bajas, los alumnos africanos pueden introducir cultivos anuales de mijo (*Pennisetum glaucum*), sorgo o, menos frecuentes y que habrá que redescubrir, cereales silvestres como el *afezou* en lengua tuareg (*Panicum turgidum*) y la *tullult* (*Stipagrostis pungens*).

Esos cereales silvestres se utilizan, al igual que el mijo, en preparaciones crudas, y de sus semillas puede obtenerse una harina silvestre que deberán probar y aprender a degustar.

► Los alumnos realizan también almácigos de legumbres de vainas, como los frijoles, y plantan bulbillos de bulbos comestibles como la cebolla.

Las **geófitas**, o plantas de bulbos, son interesantes en las zonas secas porque, según la región de que se trate, existe cierta variedad de especies silvestres de estas plantas, como las iridáceas del Sahara o lirio pequeño.

Crecen de bulbos subterráneos que reproducen a su vez otros más pequeños, que pueden separarse y volver a plantarse.

► Por último, para sus pruebas de horticultura, los alumnos siembran también semillas de flores silvestres que extraen de cápsulas o espigas, cuando éstas están bien maduras; de esas semillas nacerán a su vez hermosas plantas que florecerán en la estación siguiente.

► De este modo, los alumnos crean pequeños cuadros floridos, tapices de inflorescencias silvestres y leves, como las fabáceas (*Lupinus tassilicus*) que serán, aunque brevemente (la floración puede ser breve), un placer para los ojos.

9. Unir la dimensión científica con la dimensión estética en el jardín

En el sitio de las plantaciones, en la elección de las especies introducidas, en su tamaño, forma y color durante la floración, en las combinaciones de plantas propuestas, en la variedad de colores y tamaños, en el escalonamiento en estratos, los alumnos integran e interpretan el embellecimiento de su entorno.

► Mediante croquis previos, prevén y proyectan la combinación de colores, formas y tamaños, y luego, a medida que pasa el tiempo, los comparan con lo existente.

► Mediante sus plantaciones, en el marco científico y experimental del jardín, los alumnos impulsan combinaciones plásticas y cromáticas, si bien dejan que la naturaleza tenga la última palabra. Desde el punto de vista ecológico, se sitúan en la prolongación de la acción de la naturaleza, a la que acompañan en su evolución temporal.



106. Cultivos de tunas (*Opuntia ficus-indica*),
desierto de Atacama, Chile
© UNESCO / Olivier Brestin



107. Campos cultivados,
región de Sidi-Bel-Abbès, Argelia
© UNESCO / Olivier Brestin

El jardín une así la dimensión estética con la dimensión educativa y científica.

Es un espacio de experimentación en agrosilvicultura, que combina el cultivo de árboles con el de especies herbáceas, con el propósito de aumentar así la biodiversidad de los ecosistemas agrícolas, preservar los ecosistemas seminaturales y naturales y mejorar su fertilidad, al tiempo que mantiene y enriquece las tierras.

► Con la experiencia regular del jardín, los alumnos pueden visitar los diferentes sitios donde trabajan los expertos del medio ambiente.

Es entonces cuando podrán sacar provecho de su experiencia, al comparar las diferentes prácticas y descubrir las técnicas a otra escala.

De esa forma pueden validar su propia experiencia, seguir informándose y participar en el debate, al tiempo que aguzan su sentido crítico.

Los profesores comprometidos con el proyecto del jardín, pedagogía en acción, facilitan los intercambios entre el espacio experimental y el espacio profesional, promoviendo las visitas, las comparaciones y los intercambios entre los dos sitios.

108. Diferentes especies provenientes de la vegetación natural, Tenerife, Islas Canarias
© Michel Le Berre





Capítulo 3

Preservar los recursos hídricos



01

Poema del agua, fuente de vida

Nivel 
inicial

Lugar 
en el aula
y en el exterior

Duración 
2 sesiones

Objetivos

1. Conocer y comprender

Mediante una investigación documental y personal, realizada por escrito, los alumnos comprueban hasta qué punto el agua es fuente de vida en su cultura y su entorno cotidiano. Para darle mayor relieve a su investigación, elaboran un texto o un poema sobre los diferentes aspectos del agua en tanto que recurso vital.

2. Conocer y comprender

Como resultado de esta investigación inicial, la clase comprende mejor las principales funciones del agua en el ecosistema y establece un nexo concreto entre el uso de los recursos hídricos y la necesidad de disponer de un agua segura.

Desarrollo

1. Abordar el agua como fuente de vida en la naturaleza y en la imaginación

► Los alumnos reflexionan sobre lo que el término “agua” evoca para ellos.

¿Qué imágenes les vienen a la mente?

¿Beber para refrescarse? ¿El manantial, la charca, el pozo? ¿La penosa tarea de ir a buscar agua? ¿El transporte fluvial? ¿El agua de las crecidas, el *wadi* rebosante de agua, el *wadi* desecado?

Cada uno cuenta su experiencia cotidiana con el agua, sobre todo las dificultades que plantea la falta de agua, el abastecimiento de agua y la gestión del agua (racionamiento y racionalización del consumo entre las diferentes necesidades).

► El profesor pide a continuación a los alumnos que recuerden un momento vivido en el que el agua haya sido, verdaderamente, fuente de vida, gracias a sus virtudes refrescantes o fecundantes.

Ejemplos:

- Probar el agua fresca de un manantial;
- Descubrir un aguadero poco profundo, disimulado debajo de la tierra, cuando el ganado está sediento;
- Contemplar una cosecha, después de que la tierra fue fecundada por las lluvias;
- Encontrar el hilo de agua que se esconde bajo una capa de hojas muertas;
- Pescar en una charca productiva o descubrir un pantano rico en biodiversidad.

► El profesor recuerda la importancia del agua como recurso vital para todos los organismos:

- El agua es un elemento, un fluido, presente en todos los seres vivos.
- Es una sustancia esencial para su crecimiento y la regulación de su metabolismo (la actividad celular y los procesos fisiológicos y bioquímicos del organismo).

Ejemplos:

El crecimiento de las plantas depende del agua; un tomate está constituido por un 95 % de agua. El ser humano, por su parte, está constituido por un 70 % de agua, como nuestra piel. Esta proporción alcanza entre un 75 % y un 80 % en nuestro cerebro.



1. Wadi Ihérir,
Tassili N'Ajjer, Argelia
©Olivier Brestin

- Algunos días, en caso de calor intenso, la pérdida de agua debido a la respiración, la sudoración y la excreción, puede alcanzar hasta 10 litros.
- Esta pérdida debe ser compensada: los seres humanos no podemos sobrevivir un mes sin comer, ni una semana sin beber agua.
- También los animales necesitan agua para regular sus organismos, al igual que las plantas, que respiran y transpiran.

► Guiada por el docente, la clase amplía la reflexión y comprueba que el agua es fuente de vida en todos sus aspectos, ya sea que se la considere:

- elemento físico y objeto de investigaciones científicas;
- recurso natural con importantes funciones ecológicas en el ecosistema;
- elemento imaginario, componente central de numerosos mitos y símbolos.

► Los alumnos comienzan la búsqueda de documentación priorizando esos tres aspectos del agua como fuente de vida. Cada uno reúne una cantidad de apuntes que organiza en un cuaderno individual previsto para la actividad.

► Para el agua considerada elemento físico y objeto de investigaciones científicas, los alumnos, ayudados por el profesor, ponen de relieve la función del agua en el origen de la vida en la Tierra. Por medio de apuntes y dibujos sencillos, realizados inspirándose en imágenes científicas seleccionadas por el docente (observaciones con microscopio), los alumnos pueden resumir la evolución partiendo de los protozoarios, bacterias y algas que aparecieron en el agua hace varios miles de millones de años. Fue a partir de esos microorganismos unicelulares (que sólo tienen una célula), invisibles a simple vista, que se desarrollaron los organismos pluricelulares como el ser humano.



2



4



3

2. Patos bebiendo en el *Río Vilama*, Chile

©UNESCO/Olivier Brestin

3. Gaviotas posadas en una canalización de alimentación de agua en la región de *Huasco*, Chile

©UNESCO/Olivier Brestin

4. Cascada, *Wadi Ihérir* en el *Tassili N'Ajjer*, Argelia

©Olivier Brestin

5. Caballo en el Parque Nacional de *El-Kala*, Argelia

©Olivier Brestin

6. Niña *Tarahumara* bebiendo agua, México

©UNESCO/Olivier Brestin



5



6

Luego de esta primera investigación, la clase puede elegir:

► Un grupo de alumnos trabaja específicamente sobre el agua y la imaginación, refiriéndose a los mitos y relatos vinculados a la creación del mundo y la aparición de la vida.

El agua está presente en numerosos relatos cosmogónicos que los alumnos citan y describen en textos cortos, en su cuaderno.

Ejemplos:

En la Azora *AlBaqara*, aleya 164, del Corán, se establece un nexo entre el agua y la creación del mundo por Alá: “Por cierto que en la creación de los Cielos y la Tierra, en la sucesión de la noche y el día, en los navíos que surcan el mar para beneficio de la gente, el agua que Dios hace descender del cielo y con ella vivifica la tierra después de su muerte, esparciendo en ella toda (clase de) bestia, y en la variación de los vientos y las nubes subordinadas entre el Cielo y la Tierra; hay signos para la gente que razona.”

En la cosmogonía hindú, el ciclo creador a menudo hace referencia al agua cuando menciona las plantas acuáticas que surgen de las aguas lodosas: estando Vishnu durmiendo sobre el agua, brotó una flor de loto de su ombligo de la que apareció Brahma.

► Otro grupo de alumnos establece la relación entre el agua original y el agua recurso natural y espacio de vida, algo que no tiene equivalente en los ecosistemas áridos y semiáridos. Puede proponerse el ejemplo de un pantano herboso:

El pantano es un espacio rebosante de vida: biotopo de microorganismos animales o vegetales, espacio cubierto de plantas acuáticas herbáceas como los juncos y las espadañas o totoras, reserva genética, lugar de reproducción de aves, peces e insectos.

Los alumnos se informan acerca de este valioso biotopo tomando notas detalladas y haciendo dibujos.

► Un tercer grupo trabaja con la imagen del agua relacionada con el origen de la vida humana, el líquido amniótico, el agua de la matriz y, por extensión, la leche, el líquido lácteo, el agua nutricia.

► Los alumnos representan mediante croquis o describen brevemente los ritos que, en su cultura o en otra diferente, consagran el líquido amniótico y lo asocian con un ritual de bienvenida a los niños.

Ejemplo:

Los Bambara de Guinea tienen una costumbre que consiste en hacer tomar al bebé el agua de su primer baño, previo a cualquier otro alimento. Cubierto aún por los residuos líquidos del nacimiento, el niño prueba el agua de ese primer baño y toma así conciencia de su individualidad, “probándose a sí mismo”.

► Otros alumnos se interesan por la relación en la que se asimila el agua a la leche:

Numerosos himnos védicos hablan de aguas maternas que nos distribuyen su leche.

Agua y leche constituyen la alimentación básica de los pastores nómades, apareciendo ambas con frecuencia en sus proverbios.

Los alumnos se ocupan de escribir y recordar estos adagios.

Ejemplo:

“Si el agua de tu cantimplora es ácida, es porque la llenaste de leche cuajada”.

► En este caso, lo interesante es que alumnos de diferentes lugares del mundo “extraigan” de su cultura respectiva una referencia al agua nutricia.

A menudo, las aguas de las charcas o de los mares se describen como fecundas, repletas de peces y reserva de microorganismos: charca vital, mar “mucus”, mar nutricional.

► Entre varias regiones, comparan e intercambian el fruto de sus investigaciones, principalmente gracias al cuaderno de la clase que pueden fotocopiar (cuando se disponga de los medios para ello) y enviar a otra escuela asociada de la **Red del Plan de Escuelas Asociadas de la UNESCO** (RedPEA). Entre una y otra región árida descubren de esta forma las similitudes aparentes.



7. Valle cultivado, Marruecos
© Michel Le Berre

2. Recordar algunos aspectos esenciales del agua como recurso vital

- El profesor resume las principales funciones del agua:
 - Es un “biotopo”, un espacio de vida y una reserva de biodiversidad.
 - Cumple funciones directamente utilitarias al constituir un elemento esencial, punto de partida de la producción de alimentos y de energía.
 - Tiene una función reguladora en el medio ambiente en varios niveles:
 - Regula el clima (Véase la actividad 3 del capítulo 3, pág. 154);
 - Regula la formación de los suelos: en efecto, la película de agua que une los fragmentos de roca disgregada y erosionada del suelo es, del mismo modo que el aire que “llena los vacíos”, un componente esencial de todos los suelos de la Tierra.
 - Regula las prácticas agrícolas: al humedecer la tierra, la lluvia es fuente de cosechas, pues es el elemento indispensable de la germinación y, junto con los nutrientes, del crecimiento de las plantas. El agua regula las actividades agrícolas manteniendo los cultivos (en caso necesario, con agua de riego, cuando escasean las lluvias) y lavando los suelos (el agua es el principal agente de limpieza), lo que facilita la rotación de los cultivos.

3. Valorizar el agua fecundante o nutricia en la experiencia cotidiana

- Los alumnos prosiguen con el tema del agua fecundante o nutricia. Desarrollan esta temática relacionándola con las superficies de agua que conocen y frecuentan regularmente en su medio ambiente.

- ¿En qué medida estos aguaderos, que son puntos de acceso a las reservas de agua dulce, superficiales o subterráneas, constituyen fuentes de vida para los miembros de la comunidad?
 - ¿Acaso no han sido elementos fundamentales en el origen de la aldea y el nacimiento de la comunidad?
 - ¿De qué forma son productivos para la actividad humana?
 - ¿Se usa esa agua para regar los cultivos?
 - ¿Existe un sistema, incluso natural, de saneamiento o de depuración de esta agua para conservarla limpia y fecunda?
 - Al finalizar la temporada de lluvias, una vez desecado, ¿acaso el terreno del *wadi* no es rico en limos fértiles?
 - ¿Existe un sistema tradicional, o incluso ancestral, de extracción de aguas subterráneas, como las foggaras de Argelia, también llamadas *khattara* en Marruecos y *qanat* en Siria o la República Islámica del Irán?
 - ¿Tal sistema ha sido reconocido y perpetuado por la comunidad actual por adaptarse especialmente bien a las propiedades del agua en las zonas áridas?
 - ¿Permite aún en la actualidad hacer un uso equilibrado, sostenible y de calidad (limpio) del agua en la aldea?
- Los alumnos reúnen en su cuaderno documentación concreta, basada en los conocimientos y testimonios de las personas directamente afectadas por el problema del agua (agricultores, criadores de ganado, productores de hortalizas, madres de familia, mayores del agua).
- Recogen las palabras, los términos locales, el vocabulario técnico, algunos hechos precisos, los ambientes y los colores que traducen la vida de los aguaderos. Hacen una lista con los diferentes nombres que los designan en su idioma.

8 y 9. Pozo de bimbalette
en Beni-Abbes, Argelia
© Michel Le Berre



8



9

Ejemplo:

En el Sahara, la clase define los *wadis*, esos cursos de agua temporales cuya escorrentía depende de las precipitaciones y que pueden permanecer secos durante largos períodos; las **gueltas**, cuerpos de agua relativamente permanentes, generalmente sin flujo visible (como las cisternas naturales en las rocas); las **sebkhas**, que forman salinas temporales; todas las charcas de agua dulce, ya sea que estén llenas, desecándose o llenándose. También puede tratarse de las orillas de un río, de lagos, de pantanos.

Además, hacen el inventario de las diferentes denominaciones de los pozos, según sus características, en el vocabulario árabe y tuareg:

el *shaduf*: pozo de bimbalete;

el *gherghaz*: pozo de tracción animal;

el *hatata*: pozo temporal en la arena de donde mana el agua al excavar con la mano;

el *anu*: pozo permanente y profundo que se transforma en “tanut”, término femenino, cuando se le instala una polea.

- En relación con cada término, los alumnos dan un ejemplo de aguadero preciso de su entorno.
- En ciertos casos, dan el nombre exacto de la localidad o del lugar donde se encuentra el aguadero. A veces, el nombre evoca el agua.

Describen el contexto, dónde se ubica, las sensaciones auditivas y visuales que el lugar inspira, las especies vegetales y animales, así como los objetos que guardan relación con él.

- En cada caso, los alumnos sitúan al ser humano en el paisaje y lo describen explicando los movimientos que acompañan sus actividades. Los textos dan cuenta del interés y la importancia de los aguaderos en la vida de la población.

10. Garceta común
(*Egretta garzetta*) en el lago Tonga,
Argelia
©Olivier Brestin





11. Pesca con red en el lago Nokoué,
Ganvié, Benin
©UNESCO/Georges Malempré

Ejemplo:

El río: embarcarse en la pinaza o la piragua; el esfuerzo que exige remar y dirigir la barca con una sola vara; el aumento de la velocidad y la sensación de separar las aguas; la silueta de las palmas rhun en la orilla; el vuelo ligero y regular del martín pescador, las picarazas africanas que, repentinamente, se lanzan en picada desde el cielo; los movimientos propios de la pesca con redes; los de la cosecha de mijo en la orilla.

► El profesor explica el sentido del agua fecundante, inseparable del agua segura:

- Las principales actividades de las poblaciones en las regiones áridas, a saber, la agricultura de regadío y la cría de ganado, utilizan gran parte del agua disponible para la producción de alimentos: frutos, cereales, cultivos hortícolas, hortalizas para consumo humano y animal, carne.
- Ahora bien, para la producción de alimentos de origen vegetal es preciso usar agua segura, limpia, desde la fase del riego hasta la del lavado de los productos, ya que la utilización de agua de regadío de mala calidad provoca la salinización de los suelos ya saturados de pesticidas y fertilizantes, y contamina los alimentos producidos con sustancias nocivas (**metales pesados, nitratos**) y organismos patógenos. Estos alimentos pueden, a su vez, contaminar el organismo humano.
- Además, el agua de regadío de mala calidad, junto con la alta concentración de pesticidas y fertilizantes en el suelo, también provoca la contaminación de las **capas freáticas** por infiltración. Y así se pone en marcha el círculo vicioso de la contaminación...

► El docente insiste:

La calidad del agua, fuente de vida, está estrechamente ligada a la de un agua limpia, a la vez límpida y segura.

Para poder ser usada, el agua recogida en la naturaleza debe ser, a su vez, “lavada” y luego limpiada antes de ser devuelta a la naturaleza.

4. Terminar la investigación documental con la noción de agua purificadora

Una de las funciones principales del agua es eliminar la suciedad.

Relacionada con la idea de purificación en la mayoría de las culturas, esta función de limpieza implica que debe eliminar no sólo la suciedad exterior, sino también la interior.

A menudo, aparece descrita y vivida como una metamorfosis, un renacimiento.

Los alumnos dan ejemplos generales de prácticas culturales fundadas en la idea de purificación por el agua.

Ejemplos:

- El bautismo con agua bendita para los cristianos.
- Las abluciones previas al rezo para los musulmanes.
- Todos los ritos iniciáticos en los que el agua está presente y que tienen por finalidad purificar y proteger a los iniciados en las sociedades africanas:
 - Por ejemplo, a los neófitos Bambaras, al término de su iniciación, el jefe de la sociedad de iniciados los rocía de agua con su boca. Acto seguido, se los lava dos veces: un anciano iniciado los lava primero con agua procedente de la charca sagrada de la aldea; luego se los lava otra vez con agua del pozo sagrado de la aldea.
 - En África, efectivamente, el rociado con agua es un rito extendido, destinado a alejar las fuerzas maléficas y a purificar las personas.

► La clase reflexiona sobre las imágenes del agua que simbolizan la pureza en sus respectivas culturas:

- ¿El afloramiento de un manantial evoca en ellos la imagen de la pureza?
- ¿El agua sagrada de la charca?
- ¿Algunas gotas rociadas con un ramo de olivo, una brizna de hisopo o una planta sagrada?
- ¿El rocío de la mañana?
- ¿El agua extraída de las profundidades gracias a la *foggara*, circulando a lo largo de galerías ancestrales, cuidadosamente tapizadas de arcilla y paja mezcladas?

► Los alumnos completan su investigación con citas de los principales adagios sobre el tema del agua pura.

Ejemplo:

“Un cántaro de agua pura no resiste un cucharada de agua sucia”

Proverbio africano.

5. Componer el poema del agua, fuente de vida

► De estos últimos ejercicios sumamente sugestivos en materia de vocabulario, expresiones e imágenes, cada alumno elige los elementos que prefiere y compone un poema o un texto poético sobre el tema del agua como fuente de vida.

► A continuación, las producciones literarias se ilustran y se reúnen en una cartelera colectiva.



02

Pintura, liquidez y transparencia: el agua y los sentidos

Nivel
inicial



Lugar

en el aula
y en el exterior



Duración

3 sesiones



Objetivos

1. Conocer y comprender

Mediante la utilización y manipulación de pintura al agua se realizarán pruebas y se destacarán las cualidades físicas del agua, como la liquidez y la transparencia, con la finalidad de interpretar mejor su aspecto, su color y su acción – en particular la de la erosión – en el medio ambiente.

2. Conocer y comprender

Al estudiar el agua en el paisaje, los alumnos abordan los recursos naturales – las capas superficiales o subterráneas – en el contexto del ciclo del agua desde una perspectiva espacial y temporal.

Desarrollo

1. Destacar las cualidades físicas del agua utilizando pintura

El agua es el elemento que aguza o “despierta” todos nuestros sentidos.

► En clase, los alumnos relatan oralmente su experiencia en relación con las cualidades sensoriales del agua. Escogen algunos instantes privilegiados de contacto con el agua y describen sus sensaciones.

Ejemplos:

- Quitarse la sed bebiendo agua fresca de un manantial;
- Zambullirse en una *guelta* límpida;
- Escuchar los “sonidos” de un agua subterránea que aflora o que mana;
- Si el mar no está lejos, escuchar la resaca en caso de marejada;
- Flotar en la superficie del agua;
- Observar las nubes;
- Contemplar el movimiento del río;
- Oler los productos de la pesca extraídos de una laguna con peces;
- Sentir la humedad del pantano al caer la tarde;
- Probar la esencia, el jugo y el agua escondida en la mayoría de los alimentos.

La percepción del agua – o la que tenemos cuando nos falta – acompaña el conocimiento que cada uno desarrolla de su medio ambiente, con más razón en las zonas secas, donde la necesidad de beber y refrescarse se siente con mayor frecuencia y donde el agua es un producto valiosísimo, incluso sagrado.

“Aman, Iman” (“el agua es vida”), dice un proverbio que los tuaregs emplean cuando apagan su sed bebiendo de su cantimplora o tomando té, tres veces en tres vasos pequeños.

► El docente invita a los alumnos a utilizar pintura al agua para revelar las cualidades físicas, táctiles y visuales del agua, como la liquidez y la transparencia.



13. Niño observando la salida de una embarcación de papiro, Etiopía
© UNESCO / Dominique Roger

- ▶ Pintan con útiles diferentes: un pincel o un objeto similar, una esponja, un palito, el dedo, la mano. Utilizan diversas bases, como papel acartonado, papel fino o reciclado, tela extendida en un bastidor.
- ▶ Trabajando con el escurrimiento, el arrastre, la aspersión, el goteo, y estudiando la manera en que éstos afectan a sus utensilios y a la pintura más o menos diluida, los alumnos recrean y visualizan los procesos dinámicos del agua y las huellas que deja en la naturaleza.
- ▶ Comprueban de cerca la liquidez y la fluidez de su material y revelan, simultáneamente, los efectos de absorción, recubrimiento, escurrimiento y aspersión propios del agua, de su acción y de su uso en el ecosistema (por ejemplo, mediante el riego).
- ▶ Inicialmente, en grupos, los alumnos crean colores lisos, superficies recubiertas, monocromáticas, superponiendo varias capas de pintura. Repiten la operación incorporando cada vez más agua: pintando con los mismos colores cada vez más diluidos.
- ▶ Sobre una superficie de material espeso y uniforme pueden dejar una estela con un pincel embebido de agua, o trazar curvas y espirales con movimientos continuos. Observan los resultados: el agua que fluidifica, aclara y arrastra la materia, su aspecto escurridizo y dinámico, e incluso la soltura, la belleza del movimiento.

► Siempre guiados por el profesor, incorporan varios colores, primero colores lisos yuxtapuestos sin tiempo de secado y, a continuación, diferentes colores mediante trazos con un pincel y con varios pinceles simultáneamente. Observan los escurrimientos y los efectos obtenidos cuando desbordan. A continuación trabajan las aspersiones, las proyecciones y el efecto del goteo más controlado.

► El docente continúa proponiendo un ejercicio complementario:

Un alumno deja caer una gota de agua coloreada sobre una hoja de papel y la mueve en todos los sentidos, de manera que realice un dibujo orientado únicamente por el movimiento de la hoja, hasta su absorción.

Los demás alumnos observan los efectos de absorción y de fusión de gotas de colores diferentes y hacen dibujos con el mismo modelo.

Una vez secos, es posible retocar los dibujos obtenidos con una pluma o con un pincel, y agregar elementos figurativos o contrastes de materia.

► Por último, la clase estudia la relación entre el agua y un cuerpo graso haciendo aparecer, gracias a un “baño revelador”, los motivos formados por un depósito de pintura al aceite en la superficie del agua.

- Se utiliza un gran recipiente, una palangana o una tina que se llenan de agua.

- Un grupo de alumnos deja caer algunas gotas de pintura al aceite de varios colores en la superficie del agua. Esta pintura se utiliza en pequeñas cantidades para evitar contaminar luego el medio ambiente.

- Por medio de un palito o de un trozo de madera, otros alumnos revuelven esta mezcla flotante. Se observa que se organizan diferentes formas.

- Cuando las formas parecen interesantes, los alumnos las recuperan, las “capturan” poniendo una hoja de papel sobre la superficie del agua.

- Con sumo cuidado, retiran la hoja en la cual las formas y los colores que flotan se impregnan y se imprimen.

El ejercicio puede variarse cubriendo una parte de la hoja y aislándola (con adhesivo por ejemplo). Esta parte tapada protege un motivo dibujado que se guarda en reserva. Una vez “capturadas”, las formas se usarán como un fondo en torno al motivo descubierto. Podrán, por ejemplo, ilustrar el océano, el arroyo, el mar.

También se puede utilizar un peine para modificar las formas en la superficie del agua.

► Una vez comprendidas las técnicas de expresión derivadas de la pintura y de su dimensión líquida y acuosa, los alumnos reúnen sus creaciones pictóricas en la pared. Éstas manifiestan un enfoque a la vez sensorial y sensible del agua: su aspecto líquido, imposible de asir, su capacidad para escurrirse, infiltrarse, desbordar, recubrir.

2. Interpretar las huellas de la erosión hídrica en el paisaje

► El docente lleva a los alumnos al terreno donde distinguen y comprenden mejor – gracias al ejercicio realizado – las huellas dejadas por el agua y su acción en el paisaje y en el medio ambiente.

- Distinguen las huellas del **escurrimiento**, marcas del desplazamiento de las aguas en las vertientes y los terrenos inclinados.

Ejemplos:

Se distinguen los cauces que forman las aguas de los escurrimientos; arroyuelos y escorrentías semejantes a líneas serpenteantes que contornean los islotes de vegetación y transforman el paisaje en un tablero.

- Los alumnos también distinguen las huellas de **infiltración** a través de las fisuras naturales de los suelos y las rocas.

14. De izquierda a derecha y de arriba hacia abajo: Erosión fluvial (Níger), escorrentía sobre arena granítica (Zimbabue), wadi de *Ihérir* desecado (Argelia), palmeras rhun a orillas del río Níger,

charca temporal (Argelia), wadi *Gheris* desecado en la región de *Errachidia* (Marruecos), torrente desecándose y fuerte erosión hídrica (México)
© Michel Le Berre, Alexander Otte, Olivier Brestin





15



16

15. Pozo artesiano
en la región de Errachidia,
Marruecos
©Alexander Otte

16. Corriente fluvial
con sedimentos
©András Szöllösi-Nagy

- Distinguen los lechos donde fluyen los *wadis*, que pueden ser anchos en los terrenos planos.
- Si están cerca de un río, observan las huellas de la **erosión fluvial** y distinguen, cuando es posible, las entalladuras en las vertientes que limitan el valle del río y las orillas del lecho menor, también muy erosionadas.

En todas partes, el agua forma barrancos, horada, fluye y puede desbordar.

- El docente estimula la imaginación de los alumnos citando textos que, de todos los elementos, evocan el agua y su fuerza.

Ejemplo:

Nada en el mundo
Es más untuoso y suave
Que el agua,
Pero sin embargo, nada sólido ni firme
Puede resistirse a ella.
Ya que es inmutable.

El agua vence la roca;
Su suavidad termina ganándole
a la dureza.
Ello, nadie en el mundo
Puede ignorarlo ni
Controlarlo.

Lao-Tseu, filósofo chino, 570 a.c.

3. Concentrarse en el color de las aguas superficiales

- Otra característica del agua que la utilización de la pintura pone de relieve es la transparencia, que en el ejercicio se relaciona con la dilución de la materia.
- ¿Acaso el agua es transparente en la naturaleza?
- No todas las aguas son tan límpidas como las que afloran de un manantial.

► Comparando muestras de agua recogidas en diversos aguaderos, el profesor explica que un agua aparentemente coloreada o cargada de partículas puede ser más transparente de lo que parece.

► Da algunas precisiones:

- En un contexto natural y no contaminado, un agua segura no es necesariamente incolora a simple vista.

- Sin embargo, una vez extraída, debe ser límpida o, en caso contrario, depurada, filtrada, saneada, antes de ser consumida o utilizada en la fabricación de papel, de textiles o en la producción de alimentos.

► La clase se interesa entonces por el color del agua.

El profesor invita a los alumnos a ir al terreno y a reflexionar sobre cómo se percibe el agua cerca de los aguaderos y de las superficies donde está presente.

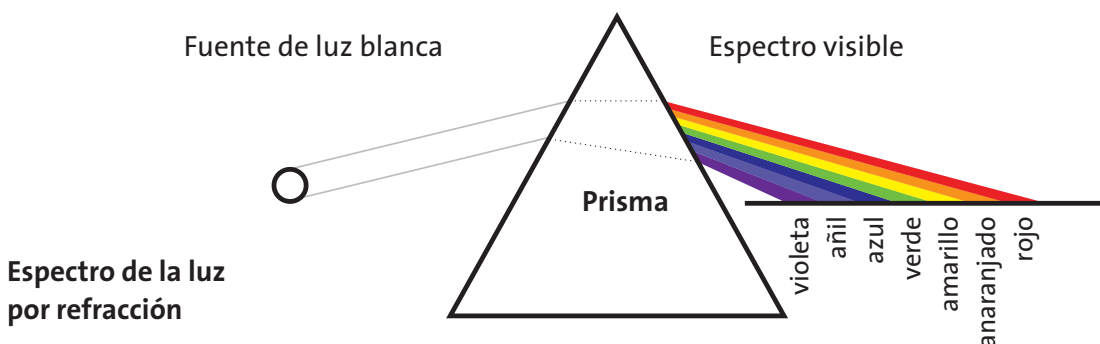
► En una primera instancia, establece la relación entre la luz solar y el color del agua:

- Cuando la luz del sol atraviesa gotas de agua muy finas, los colores del arco iris aparecen a simple vista.

► El profesor explica:

- Si tenemos en cuenta la luz visible, sabemos que el agua, el medio acuoso (como el vidrio transparente), tiene un **índice de refracción** diferente al del aire.

- Como este índice varía, cada longitud de onda (normalmente invisible) que compone la luz blanca visible, es difractada de manera distinta cuando entra en contacto con el agua, y es por ello que nuestros ojos la distinguen. Así aparece el arco iris.



► Mediante apuntes y croquis, los alumnos distinguen a continuación los colores del agua según los lugares visitados.

► El profesor continúa:

- El color del agua se debe a que contiene materias orgánicas y minerales.

- Estos diferentes compuestos absorben diferentes frecuencias de la luz. Por lo tanto, el color general de una superficie de agua es producto de la percepción que tenemos de un conjunto de compuestos de diferentes colores disueltos o presentes en el fondo.

Ejemplos:

El color rojo del agua puede provenir de sustancias minerales descompuestas, como el hierro.

El color verde se debe a sustancias orgánicas, como las algas; sin embargo, la presencia de elementos provenientes de la descomposición vegetal, como las sustancias que componen el humus y los taninos, puede hacer que el color se torne amarillo o marrón.

► Los alumnos reflexionan sobre la transparencia del agua en sus propias regiones áridas, donde con frecuencia los manantiales se agotan y la escorrentía superficial es efímera.

En diferentes lugares, a saber, charcas, *gueltas*, charcos de agua salobre, marismas creadas por los ríos, los alumnos observan diferentes aguas con color y recogen una muestra de cada una de ellas.

► Comprenden que estas aguas “transportan” con ellas los colores de los medios por donde pasaron y de los medios que, a su vez, condicionan cuando quedan estancadas.



17. Personas bañándose cerca del dique de Tifounassine, Goulmina, Errachidia, Marruecos
© Alexander Otte

El color del agua está determinado por la composición de las rocas con las que estuvo en contacto (agua de resurgencia de las *gueltas*), de los sedimentos que arrastró (agua de escorrentía de las charcas o de los *wadis*), de la vegetación que trajo consigo o descompuso (agua de las marismas, de los ríos, de las lagunas, de las albuferas). También refleja las características de su entorno inmediato (algas y plantas acuáticas, naturaleza de los sedimentos del fondo).

El color del agua tiene por lo tanto una historia, presente y pasada.

► Los alumnos realizan croquis de los aguaderos sometidos a condiciones atmosféricas diversas y en diferentes momentos del día.

En un mismo lugar, los cambios de intensidad luminosa modifican el color del agua.

► También realizan croquis desde diferentes ángulos: observándola desde arriba, de cerca, de lejos. Así comprueban también que el color del agua varía.

► De cerca, notan el detalle de la capa de agua, que no es de color uniforme, e intentan reproducir, con lápices de colores, el juego de reflejos y sombras coloreadas de la superficie.

4. Probar el agua potable y comprender su origen

► Para terminar la actividad y hacer hincapié en la idea de historia y de tiempo en el camino recorrido por el agua, la clase se desplaza cerca de los diferentes puntos de acceso al agua potable: el pozo de la aldea, una fuente, un manantial natural que aflora de la tierra.

► Los alumnos realizan varias degustaciones del agua potable.

Aunque con frecuencia es inodora, tiene sin embargo un sabor que refleja también las características de los medios por los que pasó.

► Como no siempre resulta fácil calificar este sabor, el profesor recurre al zahorí de la aldea.

Éste, luego de examinar las formas del relieve, por lo general puede descubrir la presencia de una capa **acuífera** poco profunda en el suelo.

► Indica el camino recorrido por el agua, desde el escurrimiento por las pendientes de los relieves y la infiltración a través de las fisuras naturales de las rocas hasta su lenta migración por los suelos.

► El zahorí, quien con frecuencia es un “catador” de agua, puede ayudar a los alumnos a calificar el sabor de las aguas que recogen. Según que éstas hayan atravesado ciertos tipos de suelos, rocas o cubiertas vegetales, tendrán sabor a azufre, hierro, yodo, e incluso un resabio vegetal. Para poder reconocer las variaciones más sutiles es preciso estar entrenado, pero los catadores de agua se refieren al alcanfor, al pepino, a la cebolla, etc.

► Retomando el análisis del camino recorrido por el agua potable, el profesor establece la relación entre el agua que bebemos y el agua subterránea extraída del pozo o de la fuente: en el mejor de los casos, consumimos un agua filtrada naturalmente tras su pasaje por el suelo y la roca, ya sea extraída de la capa freática o alimentada por un manantial que aflora de la tierra.

► Establece una segunda relación entre el agua potable extraída bajo la tierra y el agua superficial que se infiltra y se vuelve subterránea. Se trata de la misma agua: primero superficial y proveniente de las precipitaciones, pasa a ser subterránea por infiltración, para volver a subir parcialmente a la superficie de diferentes formas:

- Mediante afloramiento de la capa acuífera en la superficie del suelo, lo que provoca en diversos lugares la resurgencia y el nacimiento de manantiales.
- Mediante perforaciones realizadas directamente en las capas freáticas por las poblaciones con la finalidad de satisfacer sus necesidades permanentes de agua para el consumo y el riego.
- Por medio de los organismos vegetales: el agua es absorbida por las raíces y transpirada por las hojas.

Este último punto permite evocar el ciclo del agua, que constituye el tema del siguiente taller.

18. Niño lavándose las manos
en la aldea de *Tienfala*, Malí
© UNESCO / Dominique Roger

19. Tuareg sirviendo té
en el *Tassili N'Ajjer*, Argelia
© Olivier Brestin



03 El ciclo del agua

Nivel
inicial ★

Lugar
en el aula 

Duración
2 sesiones 

Objetivos

1. Descubrir el medio ambiente

La clase centrará su atención en los diferentes estados de la materia agua y, orientada por el docente, procurará situar esos estados transitorios en las distintas etapas del ciclo del agua.

2. Conocer y comprender

Por medio de una serie de “cuadros sonoros” que aprenden a representar con mímica y sonidos, los alumnos asimilan el proceso del ciclo del agua y toman conciencia de su impacto en el medio ambiente.

Desarrollo

1. Interesarse en los estados de la materia “agua” y el origen de los recursos

► El profesor invita a la clase a distinguir los tres estados del agua: líquido, sólido y gaseoso. Puede realizar algunas experiencias sencillas sobre este tema.

► Los alumnos calientan agua y observan la **evaporación**; de esta forma visualizan el vapor de agua y su pasaje del estado líquido al estado gaseoso.

Para observar la transformación del agua líquida en sólida, hay que poder utilizar un refrigerador, lo que no siempre es posible en las regiones rurales áridas. En caso de que se disponga de uno, la clase hace hielo y luego deja derretir un pedazo grande en el suelo.

Por otro lado, colocando un vidrio frío encima de un recipiente con agua hirviendo se observa el pasaje del estado gaseoso al estado líquido, debido a la condensación inmediata del vapor de agua.

► El profesor también puede proponer a los alumnos hacer una lista de sustantivos que puedan asociarse a los adjetivos “líquido”, “sólido” y “gaseoso”.

Ejemplos:

Para el estado líquido: manantial, lluvia, *guelta*, marisma, arroyo, laguna, ciénaga, mar, océano.

Para el estado gaseoso: vapor, niebla, bruma (lo cual no es totalmente correcto, ya que el vaho o la niebla constituyen de por sí formas líquidas del agua, obtenidas por condensación del vapor de agua, siendo este último totalmente invisible a simple vista).

Para el estado sólido: témpano, hielo, nieve, copos de nieve, glaciar, iceberg, banquisa, iglú.

► Los alumnos resumen individualmente, en una línea, lo que cada estado del agua, en sus diversas formas, evoca para él.

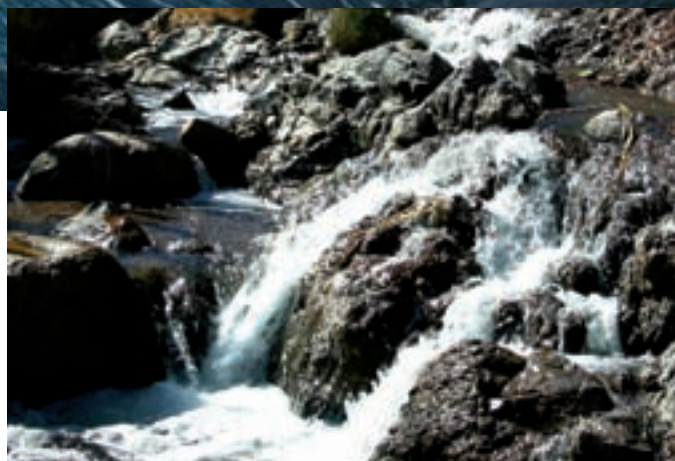
¿Qué puede evocar el mar, el hielo o un iceberg para un niño del Sahel o de las estepas de Mongolia?

► A partir de la documentación disponible, o reunida previamente, el docente da ejemplos, por medio de imágenes, de los estados del agua que describe y comenta.

► Brinda algunas precisiones previas para que comprendan el ciclo del agua, es decir la sucesión de estados transitorios del agua:



20. Glaciar de Aletsch, Suiza
© András Szöllösi-Nagy



21. Torrente, Chile
© UNESCO/Olivier Brestin

- El agua dulce es un producto escaso; el 70% de la superficie terrestre está cubierta de agua, del cual un 97,5% es salada: son los mares y los océanos.
- El agua dulce, inferior al 3%, es inaccesible en la mayoría de los casos por estar congelada en los casquetes glaciares o confinada en las capas freáticas. En total, sólo se accede fácilmente al 1% del agua dulce que se extrae de los arroyos, lagos, lagunas y capas subterráneas que explotamos perforando pozos.
- Estos recursos son limitados incluso si se renuevan, lo que ocurre con frecuencia pues el agua está en movimiento, circulando entre el océano, el aire y la tierra en un ciclo complejo activado por el sol. No obstante, el profesor recuerda la importancia de las aguas subterráneas no renovables de las regiones áridas: son capas fósiles no renovables porque están contenidas en una cavidad geológica o porque no se recargan, pues las realimentaciones son demasiado breves o espaciadas.

2. Descomponer para comprender mejor las etapas del ciclo del agua

► Para esta parte del trabajo, el profesor realiza un esquema del ciclo del agua que dibuja libremente o copia en el pizarrón. A continuación, comenta las principales etapas del ciclo:

- Debido a la acción de la energía solar, el agua de los mares y de los océanos se evapora en la atmósfera en forma de vapor de agua.

El mismo proceso se produce en la superficie de los lagos, de los glaciares, de la tierra (evaporación) y de las hojas de las plantas o de la piel de los animales (transpiración). Se habla de **evapotranspiración** para calificar este fenómeno en su conjunto.

- En el aire, este vapor invisible se condensa en gotas de agua minúsculas que forman las nubes. Éstas son empujadas por los vientos desde el mar hacia el interior de las tierras.

- Al elevarse a la altura de las cimas y enfriarse, las minúsculas gotas de agua chocan entre sí, fusionándose y formando gotas más grandes lo suficientemente pesadas para caer en forma de lluvia.

- Por consiguiente, el vapor de agua de las nubes vuelve a la superficie de la Tierra en forma de lluvia u otro tipo de precipitaciones. Del agua de lluvia que cae, las 7/9 partes lo hace sobre los océanos y las 2/9 partes restantes sobre las tierras. Acto seguido, vuelve a evaporarse prosiguiendo de esta forma su ciclo sin fin.

- Una parte del agua que cae sobre las tierras se infiltra en el suelo y llega hasta las capas freáticas. Otra parte es utilizada por los seres vivos de varias maneras: ya sea que el agua infiltrada sea absorbida por las raíces de las plantas o que el agua atmosférica sea absorbida directamente por contacto con las hojas, los tallos y la epidermis. Este último fenómeno ocurre en todos los seres vivos.

- El resto del agua de lluvia que cae sobre las tierras y que no es ni infiltrada, ni absorbida, es drenada hacia los lagos, los arroyos y los ríos para alcanzar nuevamente los mares. Puede ocurrir que estas aguas superficiales se escurran hasta líneas de drenaje que no llegan al mar y alimenten las corrientes de los *wadis* temporales o se acumulen en las depresiones, formando lagos o charcas temporales.

- En resumen, durante el ciclo del agua, la mayor parte del agua de evaporación original vuelve rápidamente al mar, y una pequeña parte “transita” por las especies vivas, incluidos los seres humanos, contribuyendo al funcionamiento de las células, de los organismos y de los ecosistemas. A este respecto, el profesor recuerda que el agua constituye más del 80% del volumen corporal de los individuos vegetales y animales.

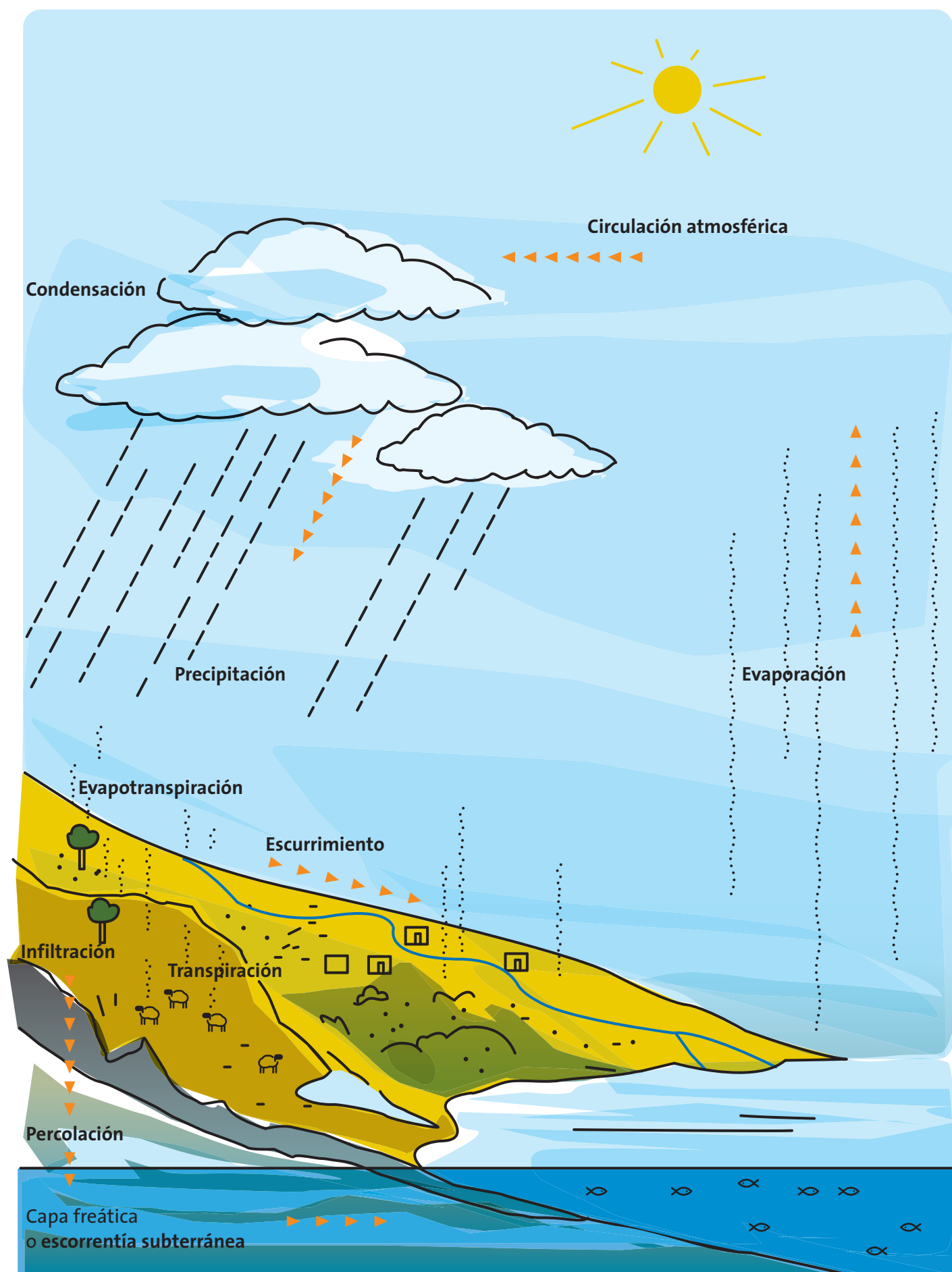
► Tras haber ilustrado las etapas del ciclo del agua, el profesor hace notar varios puntos a los alumnos:

- Debe tenerse en cuenta la influencia de las especies vegetales en el ciclo del agua:
 - El agua que se deposita en las plantas, en forma de lluvia o de rocío, se evapora.
 - El agua absorbida por las raíces y transpirada por las hojas se evapora.
 - Las raíces de las plantas favorecen una mejor infiltración y una mejor retención del agua en el suelo, que ayudan a estabilizar.
 - Las plantas también retienen una parte del agua.

Por consiguiente, cuando se produce una deforestación intensa en una región, el ciclo del agua y los procesos de escurrimiento y de infiltración sufren severas modificaciones. Además, suele ocurrir que en cuanto caen los primeros chaparrones fuertes, se producen inundaciones como consecuencia de la erosión.

- Cuánto más lento sea el proceso de circulación del agua, mayor será la interacción química de las aguas con el medio. Cuanto más rápido sea el proceso, con precipitaciones muy fuertes en las regiones áridas, más marcados serán los fenómenos de erosión. El escurrimiento es intenso ya que el agua no se encuentra en su camino con una cubierta vegetal que la intercepte, o bien ésta es demasiado escasa. Por otra parte, se trata de un proceso breve, ya que las temperaturas elevadas y el aire muy seco producen una evaporación inmediata.

El ciclo del agua





22. Nubes sobre Ayers Rock (Uluru) en el Territorio del Norte, Australia
©Olivier Brestin



23. Automóvil atravesando Shirnside Creek después de la lluvia en el Territorio del Norte, Australia
©Olivier Brestin

3. Asimilar e interpretar el ciclo del agua mediante una sucesión de cuadros sonoros

► En esta parte de la presentación del ciclo del agua, el docente introduce el juego de roles y la relación posible entre las etapas del ciclo del agua y los sonidos que ésta emite en sus diferentes estados transitorios, que serán imitados. Esta sucesión de cuadros sonoros permite a los alumnos identificar e integrar claramente las etapas del proceso cumplido por el agua.

► En una primera instancia, el docente propone a la clase reunirse, reflexionar y, por escrito, proponer una interpretación de los sonidos emitidos por el agua en sus diferentes estados o según diversas condiciones climáticas y atmosféricas.

Ejemplos:

- El tumulto de la tormenta.
- El estrépito de los truenos.
- El “martilleo” de la lluvia sobre el techo de la casa.
- El “redoble” de la lluvia que “tamborilea” sobre la tienda o carpa.
- El sonido regular de las gotas que caen del techo después de la tormenta.
- El estruendo del flujo concentrado del escurrimiento; su eco cuando uno se aleja.
- El estallido de un torrente.
- El fuerte oleaje del río.
- El murmullo del manantial al caer sobre las piedras.
- El “glú glú” del agua cuando se vierte de una jarra.

► La clase también puede imaginar sonidos que en principio no conoce, como el del hielo al romperse en la superficie de una laguna helada, el ruido sordo que producen los pasos sobre la nieve.

► A continuación, por medio de la mímica y de la expresión corporal, los alumnos intentan reproducir los sonidos, las expresiones y los comportamientos de los seres vivos sometidos a condiciones climáticas y meteorológicas vinculadas con el agua.

Ejemplo:

La atmósfera previa a la tormenta: la torpeza que caracteriza a la población; el zumbido de los insectos; la evaporación en su máxima expresión; los chillidos de las aves que, en bandadas, emprenden un vuelo agitado y rasante y baten las alas de manera intempestiva. Luego, tras el estrépito de los truenos y la caída de la lluvia,



24. Grupo de aldeanos y expertos frente a las cataratas del Nilo, Etiopía
© UNESCO / Dominique Roger



25. Mujeres jóvenes con cántaros de agua, Guatemala
© UNESCO / André Abbe

el comportamiento de numerosos mamíferos que se quedan inmóviles bajo el agua, o se bañan, se refrescan, se salpican, beben.

► Después de haber concebido y materializado varias ideas, los alumnos presentan una interpretación colectiva de las etapas del ciclo del agua.

► Emiten sonidos, miman expresiones con movimientos del cuerpo y también desplazándose en el espacio, utilizando “accesorios” y efectos sonoros de todo tipo.

► Para ello utilizan diversos instrumentos de música; objetos de madera que crujan o chirríen; objetos de hierro que se puedan golpear o hacer resonar; piedras o guijarros que se agiten en diversos recipientes y, por supuesto, el agua, en pequeñas cantidades, que se pueda manipular, rociar, verter lentamente o hacer caer gota a gota.

► El profesor propone dividir las etapas del ciclo en varios cuadros sonoros y distribuye los diferentes cuadros entre varios grupos. Puede mencionarse, en orden: la presión atmosférica antes de la tormenta, la lluvia propiamente dicha, el escurrimiento y la esorrentía, la infiltración y la absorción, la **percolación**, el retorno al mar.

► Para la puesta en escena de cada cuadro, los grupos combinarán efectos sonoros con actuaciones.

Ejemplos:

El comportamiento de los insectos antes de la tormenta puede representarse, a la vez, emitiendo sonidos con la garganta y desplazándose de manera furtiva en el espacio.

Una lluvia fuerte y prolongada puede reproducirse dejando caer rápidamente gotas de agua dentro de varios baldes, cubos o palanganas, manteniendo un ritmo constante sobre la piel tensada de un *djembe*, o removiendo primero arena y después guijarros en diferentes recipientes. Un alumno puede mimar a un elefante que se rocía copiosamente con su trompa.

La percolación, por su parte, puede imitarse dejando caer el agua gota a gota, muy lentamente en un balde, emitiendo así un sonido muy tenue.

► Una vez que los grupos dominan la interpretación y el enlace entre los cuadros (que se pueden intercambiar), es posible e incluso muy recomendable, presentar el “espectáculo” a toda la comunidad.

También se le puede dar un título, por ejemplo: “Escuchemos el ciclo del agua”.

04

El diario de bolsillo de los aguaderos

Nivel 
intermedio

Lugar  
en el aula
y en el exterior

Duración
4 sesiones



Objetivos

1. Descubrir el medio ambiente

Mediante un diario de bolsillo que enriquecerán con cada nuevo elemento encontrado, los alumnos estudian los principales aspectos de esos lugares fascinantes y rebosantes de vida que son los aguaderos superficiales, por lo general cuerpos de agua, en las regiones áridas.

2. Conocer y comprender

Cuanto más bocetos, croquis, apuntes y reproducciones contenga el diario de bolsillo, cuyo volumen debería ir en aumento, mayor será la comprensión por parte de los alumnos de que el cuerpo de agua constituye una unidad indivisa que cumple funciones fundamentales de carácter ecológico, cultural, e incluso utilitario, para la comunidad de seres humanos en el ecosistema.

Desarrollo

1. Escoger un aguadero en el paisaje e iniciar un diario sobre este tema

► El profesor propone a la clase que concentre su atención en un aguadero en particular de su entorno.

Es preferible escoger un aguadero superficial, de origen natural, como una charca temporal en África, una *guelta* en los países árabes y en Australia o un torrente de carácter episódico en América Central, de modo que pueda estudiarse el papel ecológico del aguadero en el ecosistema.

Una vez elegido, la clase ubica al aguadero en su contexto.

► Para ello, cada alumno debe poseer una libreta de tamaño mediano que cumplirá la función de diario de bolsillo durante toda la actividad. En ella, el alumno incluirá los apuntes, testimonios, impresiones y dibujos, así como los elementos recolectados, pegados o frotados que añadirán información sobre el aguadero, los hallazgos hechos en él y sus conclusiones.

► Los alumnos distinguen las características principales del aguadero elegido, primero oralmente con el profesor, y luego por escrito en su diario, respondiendo, según el caso, a las siguientes preguntas:

Si se trata de una charca:

- ¿Es una charca temporal o una charca permanente?
- ¿Se deseca durante la estación seca?
- ¿Está formada por la acumulación de agua de lluvia que discurre por las vertientes y se concentra en una depresión?
- ¿Se trata del fondo de un antiguo lago o es el resultado de la afluencia de un curso de agua (extensión prolongada de un *wadi*, brazo muerto de un río **alóctono**, llamado marisma en África)?

Si se trata de una *guelta*:

- ¿Es un cuerpo de agua permanente (como sucede con la mayoría de las *gueltas*)?
- ¿Es el resultado del ascenso de la capa freática que emerge por los intersticios del suelo, abriendo una especie de ventana sobre la capa subterránea?



26. Guelta de Tifnitine
en el Tassili N'Ajjer, Argelia
© Michel Le Berre

- ¿Es alimentada por una escorrentía visible, un manantial que brota en los puntos donde la capa **acuífera** toca la superficie (por lo general una superficie en pendiente)?

Ejemplo:

Muchas *gueltas* son alimentadas por los manantiales de los flancos de las colinas que brotan con fuerza y fluyen en cascada en las zonas montañosas del Sahara.

- ¿Forma una cisterna natural en la roca?
- ¿Está protegida por la barrera que forma el relieve?

Ejemplo:

En Australia, entre los montes constituidos por lateritas y areniscas, como los Montes Olgas, existen *gueltas* antiguas, que se mantuvieron muy protegidas.

Si se trata de un torrente:

- ¿Fluye de manera irregular? ¿Qué agua lo alimenta?
- ¿Su flujo es rápido?
- ¿Su lecho es rocoso y encajonado, fluye por una pendiente donde ya existen barrancos?
- ¿Se observan huellas de escurrimientos concentrados e intensos?

Ejemplo:

En caso de lluvias violentas, los torrentes de América Central conocen crecidas importantes que desprenden la capa superior del suelo. Reciben en esos casos el nombre de **huaycos**; son corrientes destructoras de agua mezclada con lodo y piedras que descienden rápidamente por el flanco de las montañas y discurren por los cauces dejados por el abarrancamiento.

- Según haya sido su elección, los alumnos responden brevemente a estas preguntas en su diario completando una o dos páginas de apuntes.
- A continuación, realizan un primer croquis del aguadero, marcando así el inicio de su investigación.

A intervalos de tiempo regulares, la clase va realizando dibujos que muestren los cambios del aguadero según las estaciones (torrente en crecida/decrecida; charca en vías de desecarse/de llenarse).



27 y 28. *Guelta, Tassili del Hoggar, Argelia*
© Olivier Brestin

2. Analizar las funciones naturales y ecológicas del aguadero

► Luego de formar grupos, el docente orienta el estudio hacia el análisis, en sus diferentes aspectos, del papel ecológico que cumple el aguadero en el ecosistema.

Los alumnos estudian el biotopo acuático desde una perspectiva espacial y temporal, realizando observaciones prolongadas y en el terreno.

► Un primer grupo se interesa por la influencia del contexto, es decir del medio ambiente abiótico sobre el aguadero.

El grupo realiza varias tentativas de cálculo y medición del aguadero solicitando la ayuda del mayoral del agua y – por intermedio del profesor – de la comunidad científica local.

- ¿Qué frecuencia tienen las precipitaciones?
- ¿Cuál es el volumen de agua recibido cuando se forma la charca?
- Este volumen, ¿varía en función del nivel de precipitaciones en el curso del año y entre un año y el siguiente? ¿Se puede calcular?
- ¿Se ha comprobado un aumento del **arreísmo** en los últimos años?
- ¿La infiltración a través del suelo tiene mucha influencia en el nivel de la charca?
- Si se trata de un torrente, ¿es posible calcular su caudal, es decir la cantidad de metros cúbicos de agua que pasa por un lugar preciso y por segundo?
- ¿Puede medirse la variación del caudal entre las estaciones?
- Si se trata de una *guelta*, ¿qué volumen de agua se pierde por evaporación entre la temporada de lluvias y el fin de la estación seca?

► Otro grupo, ayudado por el profesor, se interesa por el color del agua y realiza varias observaciones: El color del agua es, en efecto, un índice de evaluación de las funciones ecológicas del aguadero.

¿Qué indica el agua turbia de la charca, que va del color marrón al gris, o al verdoso?

- Las aguas de escurrimiento que la componen arrastraron sedimentos.
- La charca está expuesta a la acción del viento que arrastra aún más sedimentos.
- El intercambio entre el agua de la charca y los sedimentos es elevado y constante.

► El profesor continúa:

- Con frecuencia, estos sedimentos son fértiles, ya que los nutrientes también son transportados por el viento o contenidos en la arcilla de los sedimentos.



29 y 30. Charcas temporales, bebederos para el ganado, Sahel
© UNESCO-MAB

- Además, la temperatura del depósito natural es semejante a la del aire.

► Los alumnos y el profesor observan:

En resumen, la charca temporal en las zonas áridas es un biotopo fértil, un área de depósito de los sedimentos y de las partículas nutritivas arrastradas desde las vertientes próximas. Varias sucesiones de ciclos de vida van a desarrollarse en ese lugar durante un corto período de tiempo (la temporada de lluvias y el principio de la estación seca); se trata de especies adaptadas a las condiciones de vida específicas de las charcas temporales: plantas, crustáceos, anfibios, peces.

Estas especies no son raras, ya que se las encuentra en la mayoría de las charcas, pero se adaptaron, de modo sorprendente, a la vida intermitente.

► En comparación, el grupo observa el color de una *guelta*.

¿Qué revela el color del agua, con frecuencia más clara que la de la charca, a veces incluso límpida y verde en ciertos lugares?

► El profesor agrega:

- Es un biotopo resguardado, protegido del viento y también, a veces, del sol abrasador; es posible que en la *guelta* la evaporación sea menor; la renovación del agua, por infiltración, es constante.

- En las *gueltsa* pueden vivir especies que normalmente no viven en la charca, ya que el agua cargada de partículas de ésta modifica las condiciones de transmisión de la luz y afecta a la fotosíntesis de algunas plantas acuáticas como las algas.

- Alimentada con agua de manera sostenible, la *guelta* es con frecuencia perenne, e incluso anti-gua, y en ella puede crearse con el tiempo una biocenosis diversificada.

► Los alumnos y el profesor llegan a la siguiente conclusión:

En una *guelta* viven diferentes tipos de plantas sumergidas, algas y plantas emergentes cuyas raíces están en el agua, y los tallos y hojas son aéreos. Estas plantas echan raíces en el fondo, pues allí encuentran bastante luz y agua suficientemente transparente. Debido a su permanencia en el tiempo y a su aislamiento, la *guelta* puede contener especies locales endémicas (que sólo se encuentran en esa región precisa).

Las *gueltsa* son áreas de conservación de una flora y una fauna propias, heredadas del pasado, indispensables para el mantenimiento de la biodiversidad.



31



32



33



34

3. Ilustrar detalladamente el papel ecológico del aguadero en el diario de bolsillo

► El profesor sugiere a los alumnos representar el ecosistema de la *guelta* en el espacio y el ecosistema de la charca temporal en el tiempo.

► Para la *guelta*, los alumnos comienzan dibujando un “primer plano” del aguadero, visto desde arriba, que muestre una parte de la capa de agua y su entorno. También pueden dibujar un corte de este depósito natural.

► Al dibujar, mediante diferentes formas y colores, destacan los cinturones de vegetación desde el contorno de la charca hasta el centro de este depósito natural:

- Los árboles, si existen, crecen en las orillas. Es el caso de algunas palmeras (*Borassus niger*) o de los tamarindos (*Tamarix aphylla*, *Tamarix senegalensis*).

- Las masas vegetales, como las que forma el laurel rosa (*Nerium oleander*), de color verde oscuro, crecen a modo de cinturón de las *gueltas*.

- Las plantas de la orilla más próxima ocupan las partes menos profundas de la capa de agua formando matas de hojas erectas: totoras, entre ellas diversas especies de *Typha* (*T. latifolia*, *T. elephantina*, *T. angustifolia*), juncos y carrizos, incluido el carrizo común (*Phragmites communis*).

- Los herbarios acuáticos sumergidos se encuentran en medio del cuerpo de agua.

Están compuestos por algas filamentosas como las caráceas, si la transparencia del agua lo permite, y de plantas acuáticas de hojas muy finas y apretadas cuya participación en el mantenimiento del ecosistema, oxigenando y purificando el agua, es muy importante. Se pueden citar especies de milhojas tales como la *Myriophyllum spicatum* o el pasto o lila de agua (*Potamogeton perfoliatus*) de las aguas calcáreas o salobres.

► Paralelamente a los dibujos, los alumnos confeccionan herbarios: recogen un espécimen o un fragmento de cada planta, desde la orilla alejada hasta el centro del depósito natural.

Aírean las plantas, las ponen a secar entre las páginas de periódicos superpuestos y las pegan más tarde en su cuaderno, siguiendo el orden que indiquen los dibujos anteriores.

► Los alumnos identifican a continuación las especies animales asociadas a cada comunidad vegetal. Una vez más, la *guelta* se considera desde una perspectiva espacial, en función del microambiente que crea como hábitat.

Los alumnos describen los microambientes, los dibujan uno por uno, los colorean y colocan a las especies en una situación lo más próxima posible a la real.

► Pueden distinguir:

- Una zona sumergida, más o menos luminosa, donde vivan varias especies, a veces locales, de peces.

Ejemplo:

Se identificaron cinco especies de peces locales en las *gueltas* del Ahaggar en el extremo sur de Argelia.

- Una zona de fondo limoso más o menos salado donde vivan batracios, larvas de anfibios, invertebrados (camarones de agua dulce).

Páginas anteriores:

31. Mujeres en sus piraguas,
Ganvié, Benin

© UNESCO / Georges Malempré

32. Hombre en su piragua
de totora, lago Titicaca, Perú

© UNESCO / Georges Malempré

33. Actividades a orillas

del río Níger, Malí

© UNESCO / Dominique Roger

34. Mujer transportando canastos
de mimbre apilados sobre

la cabeza en el mercado

de Cotonú, Benin

© UNESCO / Georges Malempré



35



36



37



38

35. Charca de agua salobre con palmeras, totoras y juncos, región de Aharhar, Argelia
©Michel Le Berre

36. Charca con *Nerium oleander*, *Juncus sp.* y palmeras en *Ihérir*, Argelia
©Michel Le Berre

37. Milhojas en la *guelta* In Houllila, Tassili, Argelia
©Michel Le Berre

38. Reflejo de palmera en una charca y carrizos en la orilla en *Ihérir*, Argelia
©Michel Le Berre

- Una zona aérea superficial donde aniden las aves sedentarias y las aves migratorias, en las plantas de la orilla de la laguna, como los tejedores, particularmente granívoros, en las espadañas. Ese espacio también está surcado por numerosos insectos voladores de la *guelta*: moscas, mosquitos y libélulas tales como la *Hemianax ephippiger* de la que se alimentan las aves.
 - Una zona superficial en contacto con el agua con algunas pocas **plantas flotantes** en las zonas secas, y también **plantas emergentes** que favorecen la puesta de larvas de los insectos, particularmente de las libélulas, alimento muypreciado por los peces.
 - Una zona que comprenda el borde periférico, donde muchos mamíferos (ganado, dromedarios, antílopes) vayan a beber y refrescarse.
- Una *guelta* constituye un punto de encuentro ineludible para los hombres nómadas y su ganado, pero también para la fauna salvaje del desierto que localiza rápidamente esos puntos de acceso al agua más previsibles.
- Los mamíferos, durante el tiempo que permanecen en el lugar, participan con sus deyecciones en el enriquecimiento de los medios próximos a la *guelta*, fertilizando la tierra y manteniendo una fauna de insectos a veces endémicos (escarabajos, coleópteros **halófilos**).

► Los alumnos representan el ecosistema de la charca temporal en el tiempo, para luego hacer comparaciones.



39. Charca durante la estación húmeda en la Región "W", Níger
© Michel Le Berre



40. Llenado de una charca en la Región "W", Níger
© Michel Le Berre

- Muestran los momentos en que la fauna aparece y desaparece en función del nivel de llenado o de desecamiento de la charca.

Con ese objetivo, cotejan los croquis realizados previamente, evaluando – con el paso del tiempo – el nivel de agua de la charca con respecto a los croquis de las especies correspondientes a las etapas evolutivas de la sucesión ecológica.

- Paralelamente, los alumnos ilustran las cualidades o estrategias de adaptación de las especies a un modo de vida cíclico y a la escasez de agua. Efectivamente, se adaptan a las difíciles condiciones de vida en las charcas temporales.

- Por ejemplo, cuando la charca se deseca, algunas ranas sobreviven cavando madrigueras profundas en el fondo arcilloso, una forma de adaptación de carácter comportamental.

En cuanto aparecen las primeras lluvias, salen inmediatamente de sus madrigueras.

- Los alumnos primero las “representan” protegidas (en su madriguera) y luego libres, en cuanto vuelve el agua.

- En los países árabes, cuando el fondo de las charcas se evapora durante la estación seca, el crustáceo *Triops granarius*, por ejemplo, un tipo de camarón gris, muere en su forma adulta. Pero antes de que la charca se deseeque completamente, el animal pone sus huevos. De este modo, la especie logra sobrevivir en una forma resistente al desecamiento, ya que los huevos de *Triops granarius* pueden soportar una temperatura de 90° y eclosionar en menos de quince días después de que vuelve el agua.

- En este caso también los alumnos las dibujan en sus dos formas, muy fácilmente identificables, en función del nivel de agua.

- En su diario, los alumnos representan las especies a medida que van apareciendo, en círculos concéntricos que indican la profundidad del agua.

En cuanto caen las primeras precipitaciones de la temporada de lluvias, una delgada capa de vegetación palustre se instala en el fondo de la charca y en su contorno aparecen nuevos brotes. Ésta es la primera etapa de la sucesión de los ciclos de vida.

- Después de haber representado esta capa de vegetación por medio de un croquis, los alumnos agregan en el siguiente los crustáceos y anfibios que aparecen en los fondos limosos, ya cargados de materia orgánica.



41. Charca de marabúes en la Región "W", Níger
© Michel Le Berre



42. Cobo Defassa cerca de una charca en la Región "W", Níger
© Michel Le Berre

Luego, en caso de que la charca sea alimentada por el flujo de un *wadi* en crecida varias veces durante la temporada de lluvias, el agua en ascenso puede contener peces, generalmente barbos como el *Barbus biscarensis* o el *Barbus deserti*.

► La clase puede también representar al pez gato, de origen tropical, presente en numerosas charcas de los países árabes y en África sahariana.

Muchas especies de esta familia de carnívoros de gran tamaño se alimentan de otros peces. Cuando la charca se deseca, pueden arrastrarse sobre el lodo en busca de otra charca, como el pez gato del *wadi Imirhou* (*Clarias gariepinus*). De esta forma responde al aislamiento y al carácter intermitente de un modo de vida que recuerda épocas anteriores, cuando el Sahara era mucho más húmedo.

► Al culminar esta parte del ejercicio, la clase pondera la importancia ecológica de los espacios acuáticos para el ecosistema y la conservación de los medios áridos.

Estos biotopos, lugares de vida o de concentración de numerosas especies animales, sean éstas comunes, locales, raras o amenazadas, son un ejemplo de la biodiversidad del medio ambiente.

Por otra parte, incluso si son temporales, los aguaderos desempeñan un papel decisivo en la alimentación de las capas subterráneas y de las escorrentías subsuperficiales o **corrientes subfluviales** por percolación de las aguas.

4. Valorizar el papel directamente utilitario del aguadero en el diario

► En el diario, los alumnos mencionan la utilidad directa de los aguaderos como áreas potenciales de pesca y áreas de producción de una vegetación que, con frecuencia, no crece en otro lugar, como las plantas forrajeras naturales, muy valiosas en años secos.

Estos aguaderos constituyen además bebederos naturales, indispensables para la cría de ganado.

► La clase dibuja el conjunto de especies animales comestibles, extraídas del cuerpo de agua o del torrente, gracias a la pesca.

► Dibujan las artes necesarias para llevarlo a cabo: barca, salabre o sacadera, redes, cañas de pescar improvisadas, anzuelos. Como por lo general es algo que conocen, pueden describir una escena de pesca integrando actitudes aprendidas y su experiencia.

► Luego detallan las recetas que conocen para preparar los productos de la pesca, como los pescados.

► Paralelamente, confeccionan un herbario con plantas para diferentes usos comunitarios, que recogen en el cuerpo de agua o cerca de él: plantas comestibles que se ingieren crudas en ensalada, algas comestibles, plantas medicinales y plantas forrajeras.



43. Charca Bolé de la aldea de Baro, Guinea: Vista parcial de la charca (a la izquierda), cultivos de estación en la parte desecada de la charca tras la temporada de lluvias (abajo a la izquierda) y reunión entre sabios de la aldea ©Michel Le Berre



5. Ahondar en el diario acerca de las funciones culturales del aguadero

Por último, ¿qué lugar ocupa el aguadero en el imaginario, en las prácticas religiosas, en lo sagrado, tal como lo expresa la población?

► Para realizar su investigación sobre el papel cultural del cuerpo de agua superficial, los alumnos exploran en primer lugar el carácter sagrado de las aguas de lluvia para los pueblos del desierto. Como las aguas superficiales son raras e irregulares y la propia reserva de agua subterránea puede agotarse – dado que la alimentación de algunas capas se produce con las crecidas, y otras no pueden recargarse, como las capas fósiles –, el agua es una sustancia tan valiosa y codiciada que ocupa un lugar aparte, privilegiado, en el imaginario colectivo y la creación cultural.

► En numerosos países donde predominan las religiones monoteístas – continente sudamericano, países árabes – la clase investiga las expresiones y los relatos que asimilan el agua de lluvia a un don de Dios.

- En muchos otros países donde predominan las religiones politeístas y donde el animismo está muy presente, los alumnos intentan calificar o describir al héroe, al genio, ese personaje particular que representa el agua de lluvia.

Al tratarse de una contingencia material, con frecuencia se asimila el agua de lluvia a un genio.

Ejemplo:

En África, los alumnos malienses dibujan o describen a “Nommo”, el genio del agua, un espíritu con poderes extraordinarios que se presenta bajo múltiples formas, buenas o temibles, capaz de hacer llover y traer prosperidad o de provocar sequías y pobreza si los miembros de la comunidad descuidan su culto.

- La clase intenta representarlo en sus múltiples aspectos y en el marco del culto que la aldea organiza en su honor.

- De este modo, partiendo de este contexto, los alumnos determinan, en segundo lugar, la relación que existe entre la charca, la *guelta* o el manantial y la veneración del genio del agua.

Recomendación:

En caso de que no sea posible describir o representar “ritos” donde aparezca la charca, que suelen estar prohibidos, como los ritos iniciáticos durante los cuales los no iniciados son lavados con agua extraída de la charca, los alumnos optarán por hacer continuo hincapié en el aspecto patrimonial y mítico de los aguaderos para la comunidad.

Para ello aprovecharán las imágenes que reciben por medio de los relatos de los narradores de cuentos o, en África, de los *griots*.

- En su diario, ilustran el papel del aguadero en el mito fundacional de la aldea y en la narración de su historia cotidiana por parte de los ancianos. ¿Cuáles son los vínculos entre la charca y la mistificación de la historia comunitaria? ¿Qué significa que sea una puerta, una vía de comunicación y de intercambio con los genios? ¿Por qué es mágica y bienhechora para la aldea en los relatos que se transmiten?

- Cuando haya fiestas colectivas, los alumnos pueden dibujar en su diario las máscaras, los tótems y las esculturas utilizadas para la celebración de ritos públicos vinculados al agua de la charca.

Ejemplo:

La charca es con frecuencia el lugar de grandes encuentros populares festivos, que convocan a la población de una región entera y que integran ritos, a menudo danzas de celebración y de consagración del agua, como durante las fiestas de la charca *Bolé* en Guinea.

- A continuación consultan al mayoral del agua quien, de manera concertada, administra el acceso de los aldeanos a los recursos y se encarga de racionalizar el consumo de agua o de racionarla, en caso de escasez. Los alumnos describen detalladamente en su diario las reglas que condicionan el acceso al aguadero (por ejemplo, para la pesca) y la distribución de los recursos entre los habitantes.

- También se reúnen con el consejo del agua, integrado por los ancianos, quienes a menudo son los responsables locales del culto del agua. Si obtienen la autorización para hacerlo, los alumnos les hacen preguntas acerca de las ofrendas o los ritos que deben cumplirse para asegurarse la venida de lluvias, la fertilidad de las tierras o la fecundidad del agua.

05

Agua limpia para la aldea: mapa e historieta

Nivel

avanzado



Lugar

 en el aula
y en el exterior


Duración

4 sesiones



Objetivos

1. Conocer y comprender

Gracias a la elaboración de un mapa local del agua, ilustrado con varios pictogramas, los alumnos evalúan la cantidad y calidad de los recursos hídricos superficiales y subterráneos de su medio ambiente.

2. Aptitudes

Probando varios métodos y tecnologías previstos para el saneamiento, la reutilización y la desalinización del agua, los alumnos exploran, a su nivel, formas interesantes de abordar los problemas de contaminación y de agotamiento de los recursos que, a continuación, transmiten a la población mediante la difusión de una historieta.

Desarrollo

1. Realizar el mapa local del agua

► Con ayuda del profesor, los alumnos realizan un inventario de los puntos de acceso de la población a los recursos hídricos.

¿Cuáles son los diferentes lugares donde las familias recogen el agua de consumo y disponen de agua para regar los cultivos, darle de beber al ganado, lavar la ropa y la vajilla, realizar otro tipo de lavados y para su higiene personal?

► En un papel de grandes dimensiones que colocan en la pared, los alumnos dibujan un mapa de la aldea y sus alrededores. Indican los puntos de acceso a las aguas superficiales o subterráneas, según proceda.

También es posible utilizar un mapa existente.

► Según los casos (el número de puntos de acceso puede ser reducido), los alumnos indican en el mapa los pozos, las fuentes, las bombas, los puntos de extracción en el manantial o a orillas de un cuerpo de agua: charca, lago, arroyo, río.

En lugar de dibujar los espacios y los sistemas de acceso, los alumnos inventan una serie de íconos o de pictogramas con los que indican si se trata, en caso de extracción de aguas subterráneas, por ejemplo, de un pozo de bimbaleta, de un pozo de tracción animal, de un pozo temporal en la arena cavado a mano, de un pozo profundo con paredes revestidas, de una bomba, de un pozo con polea o de una red de canales subterráneos que captan el agua hasta la superficie (*foggara, qanat, khettara*).

► A continuación, para señalar los puntos de acceso, ubican los pictogramas en el mapa.

► En cada caso, indican el uso al que se destina el agua extraída con una marca de color.

Ejemplos:

- Una marca azul para el agua de consumo (para beber o cocinar).
- Una verde para el riego de los jardines y los campos.
- Una violeta para el agua destinada a la higiene personal.
- Una amarilla para el agua que se reserva a los animales...



44. Mujer recogiendo agua del río, Bolivia
© UNESCO / M. Zevaco

► En esta etapa, la clase procede a evaluar la cantidad y calidad de recursos hídricos superficiales y subterráneos examinando los puntos de abastecimiento.

El docente prosigue con una serie de preguntas a las cuales los alumnos intentan responder recurriendo a la valiosa ayuda de los ancianos y los responsables locales de la gestión del agua.

- ¿Quedan pocos recursos disponibles de agua dulce superficial?
- ¿Han disminuido en términos generales?
- ¿Han desaparecido ciertos pozos por donde afloraba una capa acuífera, manantiales y resurgencias que generalmente encontraban su vía de salida a través de aberturas?
- El *wadi* y el río, ¿están bien alimentados durante la temporada de lluvias?
- La charca temporal, formada cada año por las precipitaciones, ¿se ha vuelto imprevisible?
- El almacenamiento de aguas subterráneas, ¿ayuda a compensar, en el ecosistema, la variabilidad de las aguas de escurrimiento?
- ¿Sucedre que haya escasez de agua potable, lo que indicaría un bombeo excesivo de los recursos de la capa freática?
- ¿Se ha empobrecido el ecosistema?

Sobre este punto, los alumnos consultan a los ancianos de manera precisa: ¿ha desaparecido alguna especie conocida por ellos?

- A nivel local, ¿la biodiversidad disminuyó a partir de una fecha anterior bien definida (disminución de la variabilidad de las especies, de la diversidad genética y de la diversidad de los ecosistemas)?

► Los alumnos inventan un nuevo código de signos para representar el nivel, el caudal o la alimentación del aguadero en función de su naturaleza.

► Luego indican, por medio de este nuevo sistema de pictogramas, si el recurso hídrico ha sido preservado o si, por el contrario, se encuentra en vías de agotamiento por haber sido descuidado. También indican la desecación o el agotamiento de aguaderos que ya no existen.

► El profesor explica que un bombeo excesivo de las aguas subterráneas – a veces la única fuente de agua potable en las regiones áridas – puede deteriorar la cantidad y la calidad del agua. El agua dulce subterránea se vuelve **salobre** debido a la incorporación de sal.

► La clase recoge muestras de agua de los diferentes puntos de acceso y las conserva en botellas o recipientes transparentes.

► Los alumnos anotan el origen en cada recipiente e intentan calificar el olor, el color y – cuando se puede probar – el sabor de las diferentes muestras, empleando adjetivos precisos. Pueden incluirse en el mapa breves anotaciones sobre la calidad del agua.

Ejemplo:

Color: oscuro.

Olor: acre.

Sabor: no probado.

► Con ayuda del mayoral del agua y de especialistas de la salud, los alumnos definen, cuando corresponde, las fuentes de contaminación que pueden afectar al sabor, olor y color del agua o que la vuelven salobre y corrosiva.

► También en este caso inventan un sistema de pictogramas para calificar cada una de las fuentes de contaminación.

Puede tratarse de:

- contaminación química directa debido al uso de fertilizantes o de pesticidas en la agricultura;
- contaminación del agua debido a la proximidad de una descarga de productos tóxicos;
- contaminación por desechos procedentes de una explotación minera o de canteras;
- contaminación por aguas residuales de la industria química.

Si el agua es salobre, ¿se trata de un proceso iniciado por el hombre como consecuencia de:

- un drenaje deficiente de los sistemas de riego?
- una evaporación del agua debido a un cambio en la utilización de las tierras?
- la entrada de agua de mar debido a un bombeo excesivo?
- una contaminación química directa?

Por último, también puede tratarse de:

- una contaminación de origen bacteriológico (por los agentes de la disentería o del cólera);
- una contaminación de origen zoológico (causada por diversos organismos patógenos, como las larvas de mosquito que transmiten la malaria y distintos parásitos, como el esquistosoma o el áscaris).

► El profesor recuerda que en la mayoría de los países situados en zonas áridas, es principalmente la contaminación microbiana del agua, antes que la química, la responsable del 80% de las enfermedades.

Antes de colocar en el mapa el pictograma correspondiente a una fuente precisa de contaminación, los alumnos se aseguran de que el aguadero está contaminado o bien que corre el riesgo de estarlo.

► Para determinarlo, consultan a varios usuarios y consumidores de agua que la emplean para fines diferentes.

Hacen algunas preguntas sencillas a las que ellos mismos no sepan responder:

- Los diferentes pozos artesianos de los alrededores que suministran el agua para beber ¿están revestidos?
- ¿Se mantienen tapados para protegerlos?
- ¿Los pozos están rodeados de barreras que los protegen del ganado?
- ¿Están dotados de un brocal o rodeados por un piso de piedra que aisle al agua del lodo o que impida que el ganado pisotee el lugar?
- Cuando la extracción de agua se efectúa en un torrente o en un manantial, ¿el agua para beber se recoge aguas arriba de los puntos donde el ganado viene a beber o donde las mujeres lavan la ropa?



45. Joven criador dándole de beber a su ganado agua que extrae de un pozo con polea de la aldea, *Abidi*, Senegal
© UNESCO / Dominique Roger



46. Asnos de criadero bebiendo en *Abidi*, Senegal
© UNESCO / Dominique Roger

- En la casa, los recipientes que contienen el agua para beber, ¿están protegidos, cubiertos? Los aguaderos previstos para lavarse y bañarse, ¿también son utilizados por los animales o por otros usuarios, como los agricultores o los industriales?

► Comparando esta información con la suministrada por el mayoral del agua y el doctor o curandero que participan en su gestión, los alumnos determinan, por medio de un pictograma, la contaminación o el riesgo inminente y permanente de contaminación de cada aguadero.

2. Interpretar el mapa del agua

Una vez realizado el mapa, los alumnos cuentan con una síntesis del estado de los aguaderos del medio ambiente en cuestión.

► Partiendo de una lectura de los íconos, evalúan con el profesor el estado exacto de los recursos hídricos superficiales y subterráneos y comprenden sus interacciones.

► Visualizan de manera concisa las deficiencias que plantea el abastecimiento de agua, la presión ejercida por la comunidad en las reservas de agua subterránea no renovables y las dificultades que tienen estas reservas para recargarse, principalmente por percolación desde los lechos de los cursos de agua. Evalúan el peligro real que acecha a la comunidad de ver desaparecer esas capas de agua poco profundas que forman las escorrentías subsuperficiales o **corrientes subfluviales**, únicos recursos hídricos permanentes de las regiones áridas.

► A este respecto, el docente explica que la infiltración y el almacenamiento del agua tienen lugar siguiendo los lechos de los cursos de agua, pero también debajo de los cuerpos de agua, sean éstos lagos permanentes o charcas temporales.

► La clase puede comprobar el nivel de agotamiento de la capa freática examinando en el terreno la “salud” de las plantas, normalmente bien arraigadas y resistentes a la sequía, pero que pueden secarse o marchitarse porque ya no logran absorber el agua por las raíces.

► El docente evoca la destrucción de los ecosistemas de los alrededores, cuyo valor económico, social y ecológico es vital para la población.

► Al leer e interpretar el mapa del agua, los alumnos establecen también la relación entre las deficiencias de abastecimiento de agua y las relacionadas con su saneamiento e higiene.

El uso de pictogramas permite comprender mejor la relación entre la sobreexplotación de los recursos naturales y el deterioro de la calidad del agua.

Mediante los íconos, los alumnos llaman atención sobre los comportamientos poco adecuados, los fallos en cuanto a la responsabilidad colectiva y la falta de idoneidad del modo de gestión del agua.

► A título complementario, el profesor recuerda la dimensión de bien común y universal que caracteriza al agua. En efecto, el agua es vital para la comunidad y para toda la humanidad, y todos la compartimos.

Su rotación a través del ciclo del agua demuestra su carácter único: bebemos la misma agua que, previamente, tuvo un sinfín de usos y cumplió múltiples funciones para un número incalculable de personas.

Por consiguiente, es necesario cuidar y respetar tanto como sea posible su pureza, utilizarla con moderación y administrarla de manera sostenible y justa.

► El docente propone seguidamente pautas de reflexión orientadas a favorecer la conservación y el uso sostenible de los recursos locales de agua.

Dentro de los métodos o tecnologías citados y presentados a los alumnos, el saneamiento y la reutilización de las aguas residuales, así como la aplicación de tecnologías basadas en las energías renovables, como la energía solar para la desalinización, constituyen opciones interesantes.

Por ejemplo, en el marco del proyecto SUMAMAD ya citado, el equipo de investigación de la reserva de biosfera *El Omayed*, sitio egipcio elegido para el proyecto, propone un sistema de desalinización y purificación de las aguas salinas extraídas de los pozos de la región según el principio de evaporación y condensación que se explica más adelante (pág. 177). El agua discurre por gravedad desde un depósito hasta cuatro unidades de destilación que separan la sal del agua gracias a la energía solar.

3. Realizar algunas experiencias de descontaminación en clase

Guiada por el profesor, la clase realiza varias tentativas concretas de saneamiento o de tratamiento de aguas residuales o salobres en el espacio de la escuela.

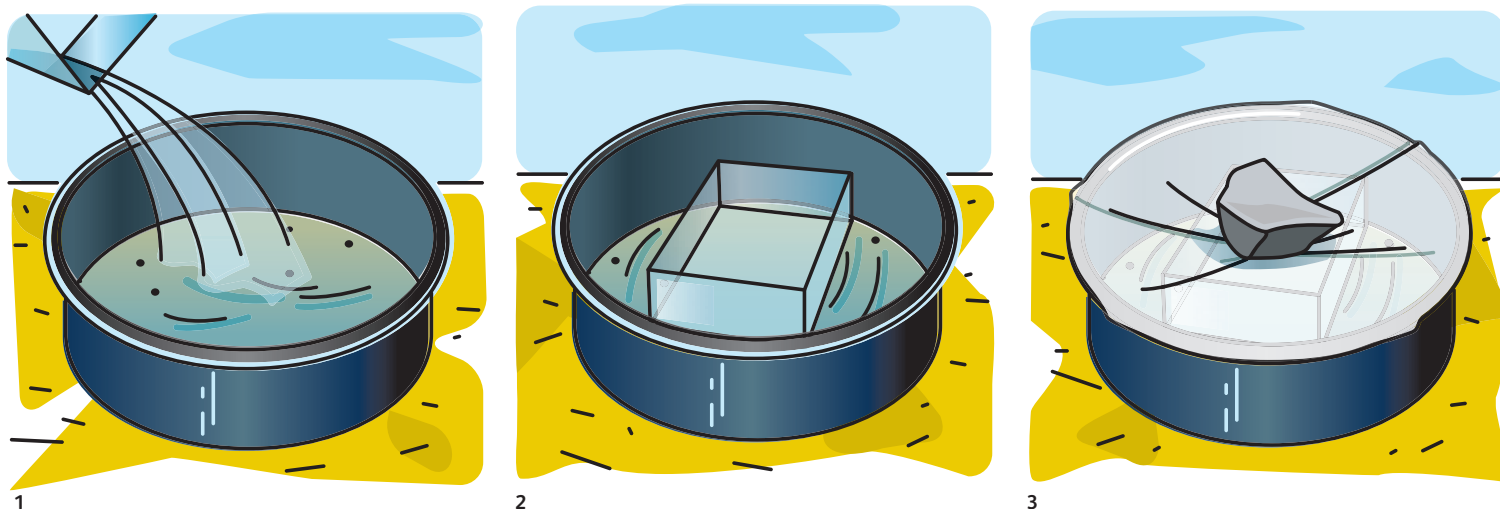
En primer lugar, ¿cómo limpiar un agua salada, cargada de partículas?

► El profesor sugiere la técnica de filtración del agua con arena, que se adapta perfectamente para eliminar la **turbiedad** y la materia orgánica en suspensión.

► La clase consigue un tamiz dotado de un filtro fino.

► Se deposita una capa relativamente espesa de grava (unos centímetros) sobre el filtro y luego una capa más espesa de arena, sobre la cual se vuelve a poner una capa más fina de grava. Las capas de grava permiten mantener la arena en su lugar.

Diferentes etapas de una experiencia de depuración de agua por destilación solar



► A continuación se vierte sobre el conjunto una buena cantidad de agua residual que contenga grasas, partículas de materia orgánica y demás materias contaminantes y se observa...

Las capas de grava y de arena captan y extraen las partículas presentes en el agua, en función de su grosor: en primer lugar las acumulaciones de materia orgánica y los residuos, a continuación los insectos y los organismos pequeños, las algas, el zooplancton, el polvo en suspensión.

► Los alumnos pueden observar debajo de la grava, en la superficie de la arena, una película constituida por el polvo, las partículas y los microorganismos filtrados durante el proceso y que forma una especie de “piel”, una película biológica.

► Al finalizar la demostración, el profesor explica que existen instalaciones de filtración de agua con arena previstas por las comunidades y que se trata de un método de purificación económico. Describe una instalación que, en general, está compuesta por un estanque que contiene una capa de agua bruta, un lecho de material filtrante constituido por arena y con drenes integrados y, por último, un sistema de regulación y de mandos del filtro.

► A continuación, la clase realiza una experiencia de depuración de agua por **destilación** solar. La destilación también se emplea para desalinizar el agua en numerosas regiones del mundo y obtener agua dulce a partir de agua salobre o de agua de mar.

► Los alumnos utilizan una palangana de plástico, en lo posible de gran tamaño, redonda y de color oscuro. El negro o los colores oscuros siempre absorben más el calor (1).

► Vierten en ella el agua salobre proveniente de la charca o del pozo (2).

► A continuación, colocan el recipiente vacío, cuidadosamente enjuagado, en el centro de la palangana, y luego cubren esta última con una hoja de plástico limpia, de preferencia transparente (3).

► La hoja de plástico se sujeta con una cuerda alrededor de la palangana y se mantiene tensada en forma de embudo colocando una piedra en el centro. Con el peso de la piedra, la hoja de plástico adquiere una forma de cono invertido con su vértice dirigido hacia el centro del recipiente colocado en el interior (4).

► Los alumnos colocan el destilador al sol (5).

Debido a las temperaturas elevadas, el agua vertida en la palangana se calentará y evaporará rápidamente.

► El vapor de agua se condensa en la superficie interior de la hoja de plástico y se escurre, siguiendo las líneas del cono invertido, para finalmente caer en gotas en el recipiente (5).

Tras uno o dos días de exposición, el recipiente se llena.

► Los alumnos retiran la hoja de plástico y observan.

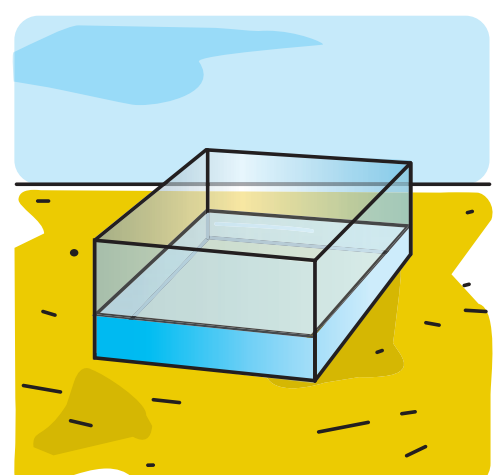
Las trazas de sal o los depósitos que estaban en suspensión en el agua salobre están en el fondo de la palangana.



4



5



6

Diferentes etapas de realización de una estación de depuración de agua por lagunaje



El agua contenida en el recipiente ha sido realmente depurada, tanto desde el punto de vista químico como bacteriológico (6).

► Los alumnos prueban el agua. ¿Se puede apreciar el sabor?

Cabe destacar que, no obstante, esta agua no cumple con todos los criterios de potabilidad, ya que un agua perfectamente biocompatible para el ser humano debe ser, en la medida de lo posible, algo mineralizada y “viva”, en el sentido de que puede contener algunos organismos vivos (bacterias) que no son nocivos para la salud.

Por el contrario, el agua destilada no contiene minerales y está totalmente depurada.

► Los alumnos pueden informarse sobre los métodos para volverla a mineralizar (añadiendo, por ejemplo, arcilla limpia).

El agua obtenida por destilación solar tiene, sin embargo, la ventaja de evitar la contaminación bacteriológica de las poblaciones. Por este motivo, su uso está muy generalizado en muchos países de las zonas áridas. Además, su consumo determina una disminución notable de las diarreas en los niños.

► La clase procurará memorizar las etapas de cada experiencia por escrito de modo que se puedan recomponer en una historieta (véase la sección 5 a continuación, pág. 180).

4. Construir una mini estación de depuración por lagunaje

Como última experiencia podrá hacerse un proceso de saneamiento a escala más amplia, como la **depuración** de agua destinada al riego del jardín.

Observaciones y sugerencias:

El proyecto es más ambicioso que las experiencias anteriores y requiere un compromiso de la clase a largo plazo, no para la realización del sistema, que es rápida, sino para su observación regular. El interés del proceso de depuración biológica se manifiesta con el tiempo, después de meses de uso.

El lugar se determina en función de la impermeabilidad de los suelos, que debe asegurar una buena retención de las aguas superficiales.

Por otra parte, se recomienda escoger un lugar ligeramente en pendiente.

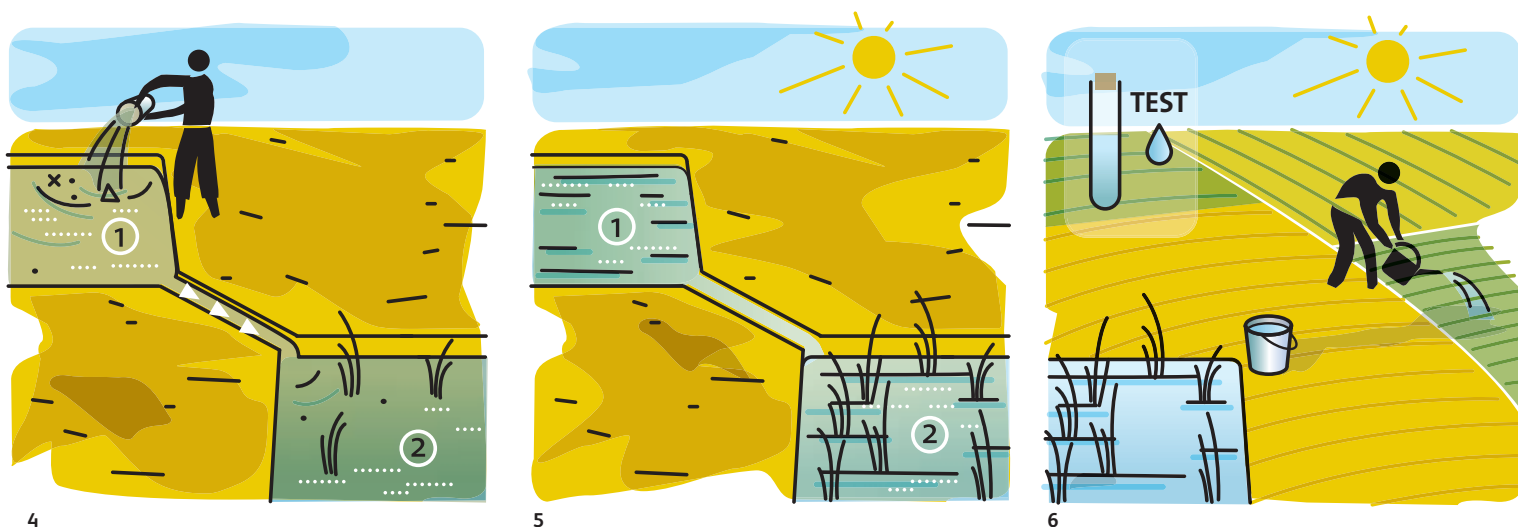
Por último, la clase debe poder sacar provecho de los consejos pertinentes y del apoyo permanente de adultos competentes.

► Al finalizar la temporada de lluvias, cuando las precipitaciones son menos fuertes y más espaciadas, toda la clase, ayudada por varios voluntarios de la población, excava dos estanques en el lugar elegido.

El primer estanque, de aproximadamente tres metros por cuatro, se ubica en un nivel más alto.

El segundo estanque, situado más abajo, puede ser más pequeño.

La profundidad de los dos estanques será de 50 centímetros y el agua circulará del estanque superior al inferior, en función del llenado y del escurrimiento por gravedad (1) y (2).



► El primer estanque, donde los alumnos no introducen plantas, se llena parcialmente con el agua de las últimas lluvias.(2)

► A continuación, los alumnos avisan a la población y le aconsejan que vaya a verter en ese estanque todas sus aguas residuales: agua usada para el aseo o para lavar la vajilla, la ropa u otros objetos. Incluso se puede prever una llegada directa de aguas residuales al estanque provenientes de la agricultura (4).

► Para la depuración de las aguas en este primer estanque, la clase apunta al impacto de la luz solar y al rápido desarrollo de algas que, por medio de la fotosíntesis, proliferan y suministran oxígeno a las bacterias llamadas “aerobias” (que necesitan oxígeno para vivir).

Son estas colonias de **bacterias aerobias** las que van a degradar las materias orgánicas en suspensión en el agua, liberando los nitratos y los fosfatos de los que, a su vez, van a alimentarse las algas. (5) De esta forma se asimilan las sales minerales más contaminantes y se decanta en el fondo del estanque gran parte de las materias en suspensión.

► Siempre ayudados por algunos adultos voluntarios, siguiendo el borde del estanque situado en la pendiente, los alumnos construyen un murete impermeable destinado a controlar mejor el escurrimiento del agua.

En el centro del murete, prevén una parte rebajada por donde el agua desbordará hacia un estanque inferior.

► A continuación introducen plantas “macrófitas” (plantas grandes), en el segundo estanque (3).

► Con este fin, recogen algunas plantas pantanosas, de preferencia especímenes de carrizo común (*Phragmites communis*) o de tatora de hojas anchas (*Typha latifolia*), en la orilla de alguna charca o cuerpo de agua existente.

Escogen buenos especímenes que trasplantan a los bordes del estanque manteniendo un nivel de agua reducido.

► Por turnos, los alumnos vigilan que el estanque no se deseeque y se mantenga alimentado por la llegada de agua de lluvia o una reserva de agua. De esta forma, las plantas echan raíces rápidamente. A medida que las aguas del primer estanque llegan hasta ellas, las plantas asimilan el resto de los elementos minerales presentes en el agua y fijan, en particular, los compuestos fosforados y nitrogenados. En algunos casos también fijan los metales pesados y los detergentes (5).

► Los alumnos pueden introducir plantas flotantes, como los lentejones de agua, eficaces para la depuración de los metales pesados.

► Para asegurar la circulación del agua deben realizar un mantenimiento regular del estanque cortando las plantas pues, de lo contrario, proliferarían y lo obstruirían rápidamente.

Las últimas partículas de materia orgánica aún en suspensión serán consumidas por el **zooplanc-ton** vinculado a las plantas (dafnias, larvas de insectos y de moluscos).

► Una vez transcurridos dos meses de estancamiento del agua residual, los alumnos pueden volver a utilizarla, realizando previamente una prueba de calidad. Si está suficientemente limpia y descontaminada, podrán recogerla y utilizarla para regar pequeños cultivos o su jardín (véase la actividad 7 del capítulo 3, pág. 120) (6).

5. Hacer una historieta a partir de las experiencias previas y difundirla

► En esta última parte, la clase crea una historieta que va a permitir representar, mediante varias secuencias de imágenes, las distintas opciones para resolver los problemas de contaminación y de agotamiento de los recursos, a saber, las basadas en la filtración, la destilación y la depuración del agua por **lagunaje**.

► Para no multiplicar los dibujos, el profesor y la clase inventan un héroe, un personaje colectivo que represente simultáneamente a todos los alumnos. Sin embargo, para variar la composición, los alumnos pueden dibujarlo en compañía de otros personajes, niños o adultos, representados de manera anónima.

Este personaje central es el que impulsa y guía la acción de filtración, de destilación o de depuración. Debe poder ser identificado por todos y fácil de reproducir.

► El docente divide la clase en varios grupos en función del número de guiones previstos. Los grupos se dividen a su vez en varios subgrupos, cada uno de los cuales va a dibujar una secuencia del guión. Conviene proponer una división de los guiones en secuencias y, en cada una, poner énfasis en uno o dos mensajes.

Ejemplos:

Guión de la filtración con arena:

1. Secuencia que muestra la fabricación del filtro.
2. Secuencia que muestra la experiencia de filtración propiamente dicha.

Guión de la depuración por lagunaje:

1. Secuencia que muestra la realización del primer estanque.
2. Secuencia que muestra la realización y el acondicionamiento del segundo estanque.
3. Secuencia que muestra el vertido de las aguas residuales en el primer estanque, el proceso de depuración y la circulación de las aguas de un estanque al otro por desbordamiento.
4. Secuencia que muestra el proceso de depuración en el segundo estanque, la extracción del agua depurada, y luego el riego con ella.

► Antes de comenzar a realizar las secuencias, los alumnos se ponen de acuerdo sobre un estilo común:

- Cada grupo practica el dibujo del personaje principal.
- Dentro del grupo, cada ilustración es previamente sometida a examen para verificar que sea legible, que los objetos y los personajes se puedan identificar y que el mensaje emitido por cada imagen sea comprensible por todos.

► Los alumnos crean a continuación las secuencias de cada guión; dibujan al héroe en la situación del caso, es decir, aplicando las tres técnicas de filtración, destilación y depuración. También expresan en sus dibujos el placer que supone recuperar el sabor y la imagen de un agua segura, lo más límpida posible, representando sus cualidades plásticas por medio de la luz y el color.

► Una vez terminada la historieta, los alumnos la difunden entre la población.



47

47. Joven científica en el laboratorio de análisis del agua del Mar de Aral, *Aralsk*, Kazajstán
© UNESCO / Zhanat Kulenov

48 y 49. Estudios y pruebas realizados por científicos del Instituto de Geografía, Mar de Aral, Kazajstán
© UNESCO / Zhanat Kulenov



48



49



50

50. Mujer lavando utensilios, aldea de *Koloni-Boundio*, Malí
© UNESCO / Inez Forbes

51. Mujer sacando agua de un pozo con brocal revestido de cemento en la aldea de *Koloni-Boundio*, Malí
© UNESCO / Inez Forbes

52. Pozo, *Hassi Khalifa*, Argelia
© Olivier Brestin

52



51



06

Fresco en paneles de los sistemas hidráulicos de las aldeas

Nivel

avanzado



Lugar

en el aula
y en el exterior



Duración

6 sesiones



Objetivos

1. Descubrir el medio ambiente

Al analizar el impacto de la agricultura de regadío en el agotamiento de los recursos, la clase vuelve a descubrir las técnicas tradicionales de extracción, captación y transporte del agua luego de realizar un recorrido para conocerlas deambulando y también por medio de dibujos que permiten captar la belleza e ingeniosidad de estos sistemas o técnicas.

2. Conocer y comprender

La sucesión de varios dibujos de gran formato en el fresco permite poner de relieve la pertinencia ecológica de los sistemas hidráulicos tradicionales de la aldea, ya sea que se trate de un elaborado sistema de riego desde las aguas subterráneas o de una red organizada de canales y de depósitos al aire libre.

Desarrollo

1. Identificar en el paisaje las construcciones de piedra que permiten captar el agua atmosférica y el agua de escurrimiento

► Siguiendo los consejos del profesor, los alumnos recorren su medio ambiente y salen en busca de diferentes ejemplos de construcciones de piedra diseminados en el paisaje.

Puede tratarse de muretes de piedra, de cúmulos de piedra, de **túmulos** o construcciones similares, de cisternas recubiertas por montículos de piedras calcáreas, de diques de diversos tamaños situados en los barrancos de las pendientes, de cordones de piedra, etc.



53. Paisaje con muretes de piedra en la región de *Honaine*, Argelia
©Olivier Brestin



54. Vivienda tradicional de piedra, wadi de *Ihéir*, Argelia
©Olivier Brestin



55. Kesria en la foggara,
palmar de Tolga, Argelia
© Olivier Brestin

Ejemplos:

Los túmulos o las viviendas de piedras circulares (*specchie*) que se encuentran en algunos países del contorno mediterráneo; los **gaviones**, pequeños diques de piedra fabricados con armazones metálicos, técnica exportada de Europa para luchar contra la erosión y difundida en los países africanos; los aljibes de jarra, construcción ancestral que sirve de depósito y consiste en una enorme jarra enterrada en el suelo recubierta por un montículo de piedras calcáreas que captan la humedad atmosférica. Se encuentran muy comúnmente alrededor del Mar Rojo.

► Los alumnos se pasean y recorren el espacio acondicionado por estas construcciones de piedra, a veces muy antiguas y ya integradas al paisaje, que crean aquí y allá rincones, lugares escondidos, microambientes propicios para los hallazgos. En suma, realizan un recorrido accidentado que los lleva constantemente a cambiar de dirección.

► El profesor explica:

Estas construcciones de piedra cumplen una doble función en la gestión del agua: por un lado, permiten contener y recoger las aguas del escurrimiento favoreciendo su esorrentía por el suelo y, por otro lado, en las regiones donde la humedad atmosférica es muy elevada, permiten captar el agua de la atmósfera por concentración y condensación de la humedad.

► Cerca de un alineamiento de piedras, el profesor continúa explicando:

Los muretes son eficaces en las zonas por donde pasan las aguas, ya sea que se trate de un terreno plano como de uno en pendiente.

Disminuyen la fuerza del escurrimiento conteniendo el agua y reducen su velocidad al atravesar el campo: el agua se esparce sobre la tierra y se infiltra más fácilmente en el suelo en lugar de perderse en la superficie.

Cuando no se utiliza este dispositivo mecánico, numerosos *wadis*, debido al arrastre de la corriente, forman barrancos y desaparecen prematuramente en la arena, desecados además por el calor intenso.

- La clase observa con atención el microambiente creado por el murete.

Algunas plantas locales crecen siguiendo la línea de las piedras, ya que es allí donde el humus se concentra.

Durante los períodos más calurosos, el murete conserva la humedad atmosférica que vuelve al suelo y crea una bienvenida sombra al resguardo del viento y del calor.

- Los alumnos descubren y luego dibujan estas plantas a veces raras, tesoros escondidos, que con frecuencia crecen únicamente allí gracias a la ingeniosidad de una técnica ancestral de captación de las aguas.

- Realizan croquis de los detalles, croquis del entorno y dibujos técnicos del murete, y observan la construcción de piedra: ¿se utilizaron plaquetas de esquistos, piedras calcáreas globulares, piedras talladas, piedras de granito bastante burdas o elementos poligonales (guijarros)?

- El profesor añade mayor pertinencia al estudio mediante una observación detenida de las piedras que componen un túmulo o un resguardo (ya sean *specchie* o una cisterna techada), o bien que recubren una cisterna abierta superficial.

- Explica que estas piedras porosas producen agua tanto de día como de noche.

- En el día, en las zonas áridas o semiáridas, sobre todo al finalizar la estación húmeda, el viento transporta menos cantidad de vapor de agua que penetra por los intersticios de las piedras. La condensación se produce como consecuencia del choque térmico que ocurre en el interior de la construcción, ya que allí la temperatura es más baja que en el exterior. El vapor de agua se condensa en gotas de agua que, al caer, son absorbidas por el suelo o se acumulan en una cavidad.

- Por la noche, la condensación se produce en la superficie exterior de las piedras, más frías que la temperatura ambiente; las gotas de rocío que allí se acumulan se deslizan por los intersticios, hacia el interior de la construcción, donde son recogidas.

- Al regresar al aula, los alumnos comienzan a componer el primer panel del fresco “que cuenta” cómo funciona el sistema hidráulico tradicional.

Sobre este primer panel, dibujan en gran formato los elementos de las construcciones de piedra que acaban de ver y representan las diversas técnicas de captación y de gestión de las aguas superficiales.

2. Estudiar cómo se inscriben las terrazas en el paisaje y reconocerlas como un método de gestión de las aguas superficiales

- Si el entorno de la clase brinda la oportunidad de hacerlo, los alumnos se desplazan para observar la disposición de las vertientes en terrazas.

Partiendo de la base, ascienden cada nivel hasta la cima, subiendo por esas escaleras para gigantes, descubriendo los microambientes de cada nivel y los cultivos que se practican en ellos. Van y vienen por los pasajes, pasando de un nivel al siguiente, exploran los rincones y organizan un juego de pistas o una búsqueda del tesoro.

- Situándose de tal manera que puedan dominar el conjunto buscan reproducir, mediante el dibujo y el color, el aspecto gráfico de las terrazas vistas desde arriba, que puede ser muy coloreado.

Realizan los dibujos de la siguiente manera:

- Resaltan las curvas de nivel.
- Dibujan las líneas de cada nivel como serpentinas que pueden prolongarse de una terraza a la siguiente recorriendo largas distancias.
- Dibujan el perímetro de cada parcela con formas diferentes.
- Representan la imbricación de los cultivos en un mosaico de colores o de matices.

- El profesor introduce la noción de **curva de nivel**, es decir la línea que une todos los puntos de una misma altura.

El conjunto de curvas de nivel permite, en particular, representar el relieve en un mapa.

- Explica a los alumnos que la construcción de las terrazas se realiza en función de las curvas de

nivel, donde se erige el murete de piedra que sirve de sostén a la superficie de tierra nivelada.

► Continúa explicando que las terrazas ayudan a hacer una buena gestión de las aguas superficiales, ya que permiten distribuir la humedad en el suelo y, sobre todo, luchar simultáneamente contra la erosión.

► En el terreno, la clase puede verificar que el borde de una terraza, esto es, el murete, se encuentra muy ligeramente inclinado en el sentido de la pendiente, lo que permite al agua escurrirse progresivamente sin provocar erosión.

De este modo, las terrazas reducen los efectos erosivos de las lluvias torrenciales.

► El docente señala, por último, que la creación del sistema hidráulico de algunas terrazas es aún más complejo respecto de la captación de los recursos naturales por estar sobreelevadas.

► Están formadas por varios estratos: la capa superior de tierra fértil se extiende sobre una primera capa de piedras grandes, sobre la cual se extiende una capa de piedras más pequeñas que sirven para drenar las aguas de regadío.

De esta forma se facilita la infiltración y se evita la erosión superficial, dos condiciones indispensables para una buena gestión de las aguas superficiales.

3. Realizar el segundo panel del fresco e incluir en él los elementos de un sistema hidráulico vinculado a las aguas superficiales

► Al regresar al aula, los alumnos comienzan la representación del segundo panel del fresco.

► Dibujan, en gran formato, un paisaje de agricultura en terrazas con los muretes de piedra, los diferentes niveles de las terrazas y las vías de acceso, que en general son pequeñas escaleras transversales integradas en los muretes de piedra.

► En croquis paralelos describen brevemente (en dos croquis comparativos) la elaboración de estos componentes:

- La construcción del murete desde sus cimientos sobre grandes piedras hasta los guijarros que se deslizan por los intersticios.

- La nivelación de la terraza y el resultado ingenioso que constituye la parcela, plana, arable y cultivable, “recuperada” a la pendiente, a priori infértil y, sin embargo, creada con la propia tierra allí existente.

56 y 57. Cultivos en terrazas
en la región de *Socaire*, desierto de *Atacama*, Chile
© UNESCO/Olivier Brestin





58. Mujer aprovisionándose de agua en el aguadero de una aldea aislada de los Andes, Ecuador
© UNESCO/Jean Cassagne

59. Plantaciones experimentales de olivos en alcorques con forma de medialuna que retienen el agua, ICARDA, Siria
© Thomas Schaaf

59



60. Plantaciones con canales de riego, México
© UNESCO/France Bequette

61. Riego con aspersores en línea, Senegal
© UNESCO/Dominique Roger



61

► En un ángulo del panel, la clase compone un texto en el que se narran las etapas de estos paisajes únicos que dan fe de la relación complementaria que existe entre el ser humano y la naturaleza. Los alumnos intentan expresar:

- Cómo el ser humano, con paciencia, diseña nuevamente las vertientes áridas respetando sus ondulaciones naturales.
- Cómo identifica las superficies cóncavas, llena con grava las fallas de las pendientes para evitar los desmoronamientos, construye muros de piedra y eleva capa por capa el nivel de la tierra, obteniendo de esta forma superficies explotables.
- Cómo se transforma en creador de paisajes, en artista del paisaje.

Ejemplo:

Pueden citar los trabajos magníficos que constituyen las terrazas de Etiopía; del norte del Camerún; de los Andes; de los relieves arábigos, especialmente en el Yemen, donde las curvas de nivel están bordeadas por presas de piedra que interceptan el agua de los escurrimientos para volverla a distribuir en las parcelas.

► En el dibujo central del panel, los alumnos representan, con diferentes colores, la alternancia de cultivos y de vegetación según los niveles, así como las combinaciones de especies dentro del mismo nivel.

Ejemplo:

En los Andes, los científicos determinaron la existencia de hasta 15 niveles de ecosistemas donde, según los pisos, los agricultores cultivan diversas combinaciones de especies vegetales, siendo las más corrientes el maíz, las judías, las patatas, la cebada y la quinua.

► Para representar los cultivos, los alumnos pueden completar los dibujos añadiendo o pegando materiales diversos.

► Siempre en el dibujo central, los alumnos muestran los diferentes procesos de gestión del agua originados por las terrazas.

- Indican con flechas cómo los diferentes niveles en escalera recogen el agua de las precipitaciones y la distribuyen naturalmente por la vertiente.
- Del mismo modo, describen el movimiento lento de las aguas de escurrimiento siguiendo la inclinación de la terraza en el sentido del borde de la pendiente.
- Como estas aguas pueden ser interceptadas mediante presas construidas con piedras, los alumnos indican los movimientos marcándolos con flechas.
- Si la terraza está sobreelevada, indican la infiltración de las aguas superficiales y su migración a través de los suelos.

Algunas terrazas están dotadas de una red hidráulica de recuperación y de transporte del agua de lluvia; este tipo de red también existe sin que guarde relación con la agricultura en terrazas.

► La clase procurará representar el sistema hidráulico para aguas superficiales de la aldea, cuando haya uno, ya sea que esté vinculado a las terrazas o no.

► Los alumnos localizan los depósitos de agua pluvial y la red de canales de transporte y de riego.

► Cuando la red está situada en terrazas, los alumnos responden a las siguientes preguntas:

- ¿El agua se almacena en depósitos en lo alto de las pendientes, aguas arriba de los canales de riego?
- ¿El agua proviene del derretimiento de nieve, de arroyos o de torrentes?
- ¿El agua se distribuye mediante canales de piedra de una terraza a la siguiente?
- ¿Se distribuye mediante conductos de diámetros diferentes de modo que pueda controlarse la llegada de agua según el tamaño de las parcelas?
- ¿Los conductos son de bambú, madera o piedra?
- ¿El agua se distribuye mediante canales de riego que comparten, por ejemplo, los habitantes de una misma aldea ubicada precisamente sobre la vertiente?

► Una vez aclarados estos puntos, los alumnos pueden representar muy claramente todo el sistema hidráulico en el fresco.

► Cuando la red no está situada en una terraza, los alumnos localizan los depósitos de recolección de agua en el medio ambiente, generalmente al pie de las colinas o de las zonas de pasaje de las aguas.

- ¿Se trata de depósitos sencillos de tierra, excavados a mano, como los *johads* de la India?
- ¿Forman una o varias presas que retienen las aguas de escorrentía de un *wadi*?
- ¿Existe, a partir de estos depósitos, una red de cisternas móviles transportadas por los hombres o los animales que lleva el agua hasta los puntos de riego de los huertos o de los cultivos?

► También en este caso, una vez aclarados estos puntos, los alumnos representan en el fresco, de manera creativa y vivaz por medio de imágenes, el sistema hidráulico de la aldea para las aguas superficiales.

4. Comprender la sinergia entre la lucha contra la erosión y una buena utilización del agua en el tercer panel

► Los alumnos, acompañados por el profesor, se acercan a las zonas muy erosionadas por el agua de las precipitaciones.

► En el terreno, pueden comprobar la formación de barrancos e identifican las técnicas empleadas en el lugar para frenar los efectos del **abarrancamiento**.

Por lo general, se trata de diques filtrantes contruidos con piedras que reducen la fuerza de la corriente y provocan la infiltración.

En aquellos lugares donde los diques contra la erosión no alcanzan, los alumnos observan la dinámica función de la vegetación naciente o de una superficie arbolada que se acaba de establecer aguas arriba de zonas muy erosionadas.

► De manera general, al recorrer varias de estas zonas, la clase comprueba la importancia de la reforestación en la organización del sistema hidráulico de la aldea.

► El profesor retoma el análisis:

- Cuando no existen terrazas, la reforestación es fundamental para luchar contra la erosión y preservar los recursos hídricos.

- Sin vegetación en las colinas o en las zonas por donde pasan las aguas, la erosión llena de arena los depósitos, lo que impide la percolación del agua hasta las capas freáticas.

► El docente insiste:

La captación de las aguas, la reforestación y la lucha contra la erosión están estrechamente ligadas a cualquier intento de restauración de las tierras degradadas que pretenda ser eficaz.

► Los alumnos se concentran entonces en los métodos de plantación que integran una técnica de riego adaptada.

► En el tercer panel del fresco, representan mediante una serie de dibujos sucesivos, los alcorques en forma de medialuna cavados en la base de los árboles plantados en las colinas.

Ejemplo:

En muchos países, como en Siria o Túnez, en estos depósitos poco profundos realizados en la tierra y con frecuencia reforzados por un contorno de piedras, se recoge el agua necesaria para el crecimiento de los olivos, al tiempo que mejoran la retención de agua en el suelo.

► Siguiendo el mismo principio, los alumnos representan la técnica de las medialunas de piedra situadas delante de un hoyo de plantación y dispuestas en tresbolillo en pendientes muy inclinadas.

Ejemplo:

En África, antes de sembrar varias semillas de mijo, se coloca estiércol en el hoyo. El agua expulsada por las medialunas de piedra tiene una participación relevante en el crecimiento de las plantas y en el buen funcionamiento del proceso.

► Con esa misma óptica, los alumnos ilustran en el panel la técnica del **zai**, por la que se mejora el hoyo de la plantación mediante una cavidad en la tierra que se llena de agua y se enriquece con fertilizante.

Realizan dibujos comparativos representando un hoyo de diámetros y profundidades de mayor tamaño cada vez, que se mantiene irrigado y enriquecido con estiércol durante la estación seca.

Una vez más, la acción conjugada del agua y del fertilizante permite a los cultivos del lugar, mijo o sorgo, resistir a la sequía durante largos períodos de tiempo.



62

63

62. Aldea de *Shallaleh Saghireh* en el valle *Khanasser*, Siria
© Thomas Schaaf

63. Aldeanos, *Shallaleh Saghireh* en el valle *Khanasser*, Siria
© Thomas Schaaf



64

64. Canal exterior del *qanat* en *Shallaleh Saghireh*, Siria
© Hélène Gille

65 y 66. Trampillas de pozos verticales que conducen a las canalizaciones subterráneas del *qanat*, Siria
© Hélène Gille

67. Grupo de aldeanos, *Shallaleh Saghireh*, Siria
© Thomas Schaaf

68. Estanque de almacenamiento del *qanat*, Siria
© Hélène Gille



65



66



67



68



69



70

69. Noria tradicional en *Hama*, Siria
©Thomas Schaaf

70. Rueda hidráulica de la noria,
Hama, Siria
©Thomas Schaaf

5. Destinar el cuarto panel del fresco a los sistemas tradicionales de captación de aguas subterráneas

► En su entorno próximo, los alumnos identifican la o las técnicas tradicionales utilizadas para captar y transportar el agua subterránea a la superficie.

La mayoría de estos sistemas se basa en una explotación sostenible de los recursos, que preserva el equilibrio de las capas acuíferas, pues mantienen, por ejemplo, el intercambio entre la humedad atmosférica y la del suelo – como sucede con el sistema de las **foggaras** (galerías subterráneas de extracción de agua), también llamadas **khettaras** en Marruecos y **qanat** en Asia Central (República Islámica del Irán, Siria).

► Con la ayuda del profesor, los alumnos examinan estos sistemas y aprenden cómo funcionan.

► En un primer momento, los vuelven a colocar en su contexto:

- La **noria** tradicional de madera (rueda hidráulica) alimenta con frecuencia una red de estanques y canales; por lo general se la encuentra cerca de un río que alimenta una corriente subfluvial regular en las zonas áridas o en una zona geográfica donde se puede acceder directamente a la capa freática.
- El sistema de las *foggaras* no puede desligarse del contexto del oasis tradicional, cuya actividad ayudan a regular.

Como el sistema se basa en la fuerza de gravedad para transportar el agua, para poder utilizarlo es necesario que el oasis se encuentre en un valle o al pie de una falla, de modo que su nivel esté por debajo del de la capa freática.

- ▶ En esta etapa del desarrollo de la actividad se invita los alumnos a recorrer por sí solos los espacios de los sistemas hidráulicos (haciéndoles comprender que deben asumir sus responsabilidades); se les deja curiosear y se les alienta a realizar croquis en las libretas durante sus peregrinaciones.
- ▶ Captan la magia de los lugares, el interés visual del mecanismo de una rueda de cangilones, la arquitectura en la cual se integra, la sucesión de estanques conectados entre sí.
- ▶ Dibujan desde diferentes ángulos, y también en sus diversos detalles, ese microcosmos constituido por el **oasis** que, aunque no represente una imagen ideal, como “el jardín de las delicias” o el *Jenna* del Corán, constituye un espacio verde de recreación y de distensión para la población local.
- ▶ “Saborean” el ambiente del palmar y de los cultivos escalonados que alimentan a la población y constituyen una reserva permanente de imágenes y referencias.

- ▶ El profesor continúa explicando la pertinencia ecológica de los sistemas hidráulicos en las regiones áridas.

- ▶ Describe uno o varios sistemas detalladamente:

- Las *foggaras* son galerías subterráneas que captan el agua en profundidad y la elevan a la superficie gracias a su disposición en el suelo, con una ligera inclinación de uno o dos milímetros por metro. El oasis, por su parte, está situado más abajo.
- Estos túneles de drenaje, prácticamente horizontales, recogen el agua contenida en el suelo poroso y la transportan por gravedad hasta el oasis durante todo el año.

- ▶ A continuación, el docente encadena algunos argumentos:

- Este sistema asegura las reservas de agua subterráneas, ya que prioriza una gestión cuidadosa y perenne, contrariamente a algunos métodos de bombeo eléctrico que agotan las capas freáticas de manera generalmente irreversible.
- Como la transferencia pasiva sólo se basa en la fuerza de gravedad, el suelo no se desprende, lo que evita el desgaste de las galerías (y por consiguiente la erosión subterránea).
- El agua se capta en el subsuelo y luego fluye debajo de la tierra, lo que impide las pérdidas por evaporación.
- El riego por aspersión y en grandes cantidades no se adapta al contexto de las regiones áridas debido al alto grado de evaporación, de salinización y de presión ejercida sobre las reservas. Por esta razón, la esorrentía subterránea y el riego por inundación en cantidades definidas, propias de las *foggaras*, resulta ser el método más adecuado.
- Por último, una vez que el agua llega al oasis, su utilización está reglamentada por los mayores del agua; el agua se reparte en volúmenes diferentes y se almacena en estanques, de donde se deduce que todo el sistema está pensado en función de la sostenibilidad.

- ▶ Los alumnos verifican los argumentos del profesor mediante una observación detallada de los sistemas del lugar.

- ▶ Observan de cerca y dividen en secuencias el proceso hidráulico que les interesa.

La extracción mecánica de la noria se basa en el principio del rosario hidráulico, una cadena dotada de una serie de colectores o cangilones que se llenan de agua y la elevan. Este es otro sistema que permite medir y regular la cantidad de agua utilizada en función de los recursos.

- ▶ De regreso al aula e inspirados por sus hallazgos y sus croquis, los alumnos realizan el último panel del fresco.
- Representan el recorrido del agua en la *foggara*, desde el primer pozo en las zonas altas hasta las parcelas de regadío del oasis.



71



72

71. Seguía del oasis de *Taghoucht*,
Tinjdad, Errachidia, Marruecos
©Alexander Otte

72. Estanque distribuidor del oasis
de *Tagoucht, Tinjdad, Errachidia*,
Marruecos
©Alexander Otte

73. Profesor Sayyed Ahang Kowsar
con un grupo de alumnos
descubriendo su medio ambiente,
República Islámica del Irán
©RSCN, Jordania

74. Campos regados con canales
de riego secundarios y terciarios,
oasis de *Taghoucht*, Marruecos
©Alexander Otte

75. Campos regados, oasis
de *Taghucht*, Marruecos
©Alexander Otte

74

73



75



- En primer lugar, representan en el fresco el sistema hidráulico en toda su dimensión. El camino recorrido por el agua en el espacio, a lo largo de las canalizaciones subterráneas, el imponente número de pozos verticales que permiten airear, humedecer y mantener el sistema.
- A continuación, intentan reproducir la plasticidad del sistema de riego del oasis:
 - La forma interesante del estanque colector o *quasri* (en Argelia), en la boca de la galería, en cuanto sale de la tierra.
 - Los contornos evocadores de la *kesria*, partidior en forma de peine, que distribuye el volumen de agua entre los diferentes usuarios.
 - Las múltiples ramificaciones de la red de canales o *seguías* que llevan el agua hacia los *majen* (especie de estanque de almacenamiento) antes de ser utilizada.
 - El agua depositada en los *majen* es luego vertida en las parcelas: dos estados sucesivos que pueden ilustrar “el tiempo” del agua y la organización del sistema en “turnos de agua”.
 - Ya la propia concepción del sistema original, por su color y los materiales empleados (piedras y mezcla de paja y arcilla para las *foggaras*), determina su integración armoniosa en el paisaje, sin “contaminarlo” visualmente pese a su marcada presencia.

6. Integrar al fresco la representación de técnicas hidráulicas más recientes, si bien menos sostenibles

- Para terminar la actividad, la clase incluye en los diferentes paneles los dibujos de algunas técnicas de captación de aguas y de riego que, en los últimos tiempos, han demostrado adaptarse especialmente bien al contexto de las regiones áridas.
- En el primer panel, los alumnos dibujan un condensador atmosférico que se utiliza para captar la humedad del aire por concentración y condensación, como el captador de niebla utilizado en América Latina (Chile, Guatemala).
- Representan la red de polipropileno tendida entre dos postes y el proceso de captación cuando las capas de bruma tenaces atraviesan la red, dispuesta en ángulo recto respecto a los vientos dominantes. Las pequeñas gotas de agua se depositan en las mallas de la red y luego se escurren a lo largo de canalones hasta un depósito.
- Por último, en uno de los paneles donde se muestran las técnicas de riego a partir de aljibes de jarra tradicionales situados cerca de los cultivos o mediante sistemas que elevan el agua desde reservas subterráneas, los alumnos ilustran la técnica del goteo.
- En sus dibujos, se esmeran en describir el interés que reviste este dispositivo en las regiones áridas y representan la alimentación del sistema de riego por goteo y su funcionamiento por medio de tubos perforados instalados por encima de la superficie del suelo. Estos tubos liberan pequeñas cantidades de agua en las raíces de las plantas y permiten reducir las pérdidas por evaporación e infiltración que los alumnos pudieron comprobar con las técnicas de riego por aspersión y por inundación.



Glosario

Los términos subrayados en las definiciones reenvían a otra definición del propio glosario.

A

Abarrancamiento: El abarrancamiento es el proceso de formación de los barrancos, esos cauces profundos o incisiones lineales creados por el escurrimiento concentrado de aguas en una vertiente. En las regiones áridas, el abarrancamiento puede verse favorecido por la desnudez de las vertientes, la falta de vegetación y la impermeabilidad de algunos suelos que reciben precipitaciones por lo general cortas, pero intensas.

Abiótico: No vivo, con referencia a un elemento de un ecosistema. Puede tratarse de un elemento como el agua, de su calidad, cantidad o distribución en el ecosistema, o bien de un elemento como el suelo, de su estructura, de su contenido de humus. En ecología, los “factores abióticos” son aquellos que representan los factores fisicoquímicos de un ecosistema.

Agente polinizador: Alguno de los diferentes factores (fuerzas, organismos) que realizan el transporte de los granos de polen desde los órganos masculinos hasta los órganos femeninos de las plantas de flores, permitiendo de este modo la fecundación y reproducción de dichas plantas. Puede tratarse del viento, del agua, de los insectos, de las aves, de determinados mamíferos, etc.

Agrosilvicultura: Modo de producción que combina el cultivo de árboles y arbustos y el de especies herbáceas. Se preconiza la agrosilvicultura para aumentar la diversidad biológica de los ecosistemas agrícolas, mejorar la productividad y disminuir la degradación de las tierras.

Alóctono: Del griego *allos*: “otro” y *chthon*: “tierra”, literalmente: “tierra de otro”.

Alóctono es lo contrario de autóctono, literalmente: tierra de uno mismo. Se habla de terrenos o ríos alóctonos cuando fueron acarreados o desviados y provienen de un lugar diferente, de otra región.

Amblar: En un animal cuadrúpedo, andar moviendo al mismo tiempo las dos patas del mismo lado, como las jirafas, los osos, los dromedarios o los camellos.

Angiosperma: Del griego *aggeion*: “vaso o cápsula” y *sperma*: “semilla”. Angiosperma significa “semilla en un receptáculo” por oposición a gimnosperma, “semilla no envuelta”. Las angiospermas son las plantas de flores, es decir, las plantas con frutos que contienen semillas. Representan el 80% de las especies vegetales, que en la actualidad ascienden a más de 200 000. Las gimnospermas las preceden en la evolución.

Antrópico: Del griego *anthropos*: “hombre”. En ecología, el término hace referencia a cualquier elemento o factor provocado directa o indirectamente por la acción del hombre, que produce un impacto en el medio ambiente: erosión de los suelos, contaminación por pesticidas, relieve creado por diques, etc.

Arreísmo: En hidrología, se habla de arreísmo cuando en una zona no existe ninguna red hidrográfica organizada.

B

Bacterias aerobias: Seres vivos, en este caso microorganismos, que requieren la presencia de oxígeno para producir la energía necesaria para su metabolismo.

Barniz del desierto (o barniz eólico): Pátina marrón oscura o naranja que colorea la superficie de la arena o de las rocas en los desiertos. Esta coloración de las partículas minerales y de las rocas se debe a la presencia de óxidos metálicos (hierro, manganeso), asociada a la acción del viento y las radiaciones solares.

Biocenosis: Del griego *bios*: “vida” y *koínos*: “comunidad”.

Comunidad de seres vivos (animales, plantas y microorganismos) que coexisten en un espacio definido (el biotopo).

Biodiversidad (o diversidad biológica): Variabilidad de los organismos vivos cualquiera sea su origen: plantas, animales y microorganismos presentes en la Tierra. También se refiere a su variabilidad dentro de una misma especie, así como a la variabilidad de los complejos ecológicos de los que forman parte. Por lo tanto, la biodiversidad comprende la diversidad de las especies, la diversidad genética y la diversidad de los ecosistemas.

Biotopo: Del griego *bios*: “vida” y *topos*: “lugar”.

Espacio natural determinado, caracterizado por condiciones geológicas, pedológicas y climáticas particulares, de tamaño variable (a menudo de superficie reducida), dentro del cual se desarrollan especies animales y vegetales adaptadas a dichas condiciones. Ejemplos: charca, pradera húmeda, bosque de pinos.

Bush: Término anglosajón utilizado en Australia, Nueva Zelanda y África del Sur para referirse a las zonas de sabana y de bosques o de montes y matorrales de tipo mediterráneo poco habitadas (con excepción de los aborígenes en el bush australiano). El bush se caracteriza por una vegetación escasa y una reducida densidad animal.

C

Cadena alimentaria: Una cadena alimentaria constituye una secuencia de seres vivos en la cual cada uno come al que le precede. En un ecosistema, los lazos que unen a las especies son con frecuencia de orden alimentario. Por lo tanto, es posible representar dichas relaciones mediante secuencias donde cada individuo come al que le precede y, a su vez, es comido por el que le sigue. Cada eslabón de la cadena constituye un nivel trófico. Véase red trófica.

Cáliz: Conjunto de sépalos de una flor que forma el envoltorio floral externo. El cáliz protege a la flor cuando aún es un capullo.

Cámbium: Tejido constituido por una fina capa de células que se encuentra en los tallos y las raíces de las plantas. Está situado entre la madera y la corteza de los árboles y permite el desarrollo de las células hacia el interior y hacia el exterior (tejidos internos y externos del árbol).

Camuflaje: En los animales, medio o dispositivo instintivo para hacerse menos visible o dar una apariencia engañosa a otro ser vivo. En biología, el camuflaje se denomina mimetismo.

Capa acuífera: Un acuífero es un estrato de terreno o de roca lo suficientemente poroso (que puede almacenar agua) y permeable (donde el agua circula libremente) para contener una capa de agua subterránea. Se habla de capa acuífera o capa freática para referirse a este depósito natural de agua dulce susceptible de ser explotada y que puede alimentar las estructuras de producción de agua potable, como los pozos artesianos o los sistemas de captación del tipo foggara en las regiones áridas.

Capa de humus: Expresión utilizada en pedología (ciencia de los suelos) por la que se designa a los residuos vegetales (polen, hojas, frutos, semillas, ramas, ramitas) que caen al suelo cuando los árboles o arbustos se desprenden de ellos (al comienzo de la estación seca en las regiones áridas) y cubren su superficie en las zonas arboladas o de matorrales. Poco a poco, esta capa se transforma en humus bajo la acción de la microfauna (ácaros, cardadores, hormigas), de los hongos y de las bacterias.

Capa freática: Capa de agua subterránea, ya sea procedente de la infiltración de las aguas de lluvia (renovable), ya sea “fósil”, así llamada cuando es muy antigua y confinada bajo tierra desde la formación geológica del sitio (no renovable). La profundidad a la que se encuentra en el suelo depende de su origen. La capa freática desempeña un papel

muy importante en las zonas áridas donde representa la mayor parte de los recursos hídricos.

Capítulo: Tipo de inflorescencia compuesta por un conjunto de pequeñas flores sésiles (sin rabillo, sin pecíolo y sin pedúnculo), insertas en un receptáculo aplanado, como en el caso de las asteráceas.

Cardador: Se trata de un miriápodo parecido al milpiés. Los miriápodos forman una clase de animales articulados compuestos por una cabeza seguida de numerosos anillos similares, cada uno de los cuales tiene dos pares de patas.

Cima: Inflorescencia simple en la cual el eje principal termina en una flor y los ejes secundarios ramificados son más largos que el primario. No debe confundirse con la “cima de los árboles”, esto es, su parte superior.

Cladodio: Del griego *kladôdês*: “ramas”. Un cladodio es una rama aplanada con aspecto de hoja. La tuna (también llamada nopal o higo chumbo) está dotada de cladodios, llamados corrientemente “paletas”.

Clase: En biología, la clase se sitúa en el tercer nivel de la clasificación clásica de las especies vivas.

El orden de los carnívoros (*Carnivora*), que cuenta con 8 familias de especies (incluidos los felinos), pertenece a la clase de los mamíferos (*Mammalia*).

Clorofila: La clorofila es el principal pigmento asimilador de las plantas. Interviene en la fotosíntesis para interceptar la energía luminosa, primera etapa de la conversión de esta energía en la energía química indispensable para la fabricación de materia carbonada orgánica durante el proceso de fotosíntesis.

Cochinilla: Pequeño insecto de forma achatada que vive en numerosas especies vegetales, como la tuna (*Opuntia ficus-indica*), de la que succiona la savia. Las cochinillas producen naturalmente un colorante carmín, por lo que se recogen y se secan para luego extraerles el pigmento. Véase tintóreo.

Comensalismo: Del latín *cum*: “con” y *mensa*: “mesa, compañero de mesa”.

El comensalismo es la relación entre dos seres vivos en virtud de la cual el huésped suministra una parte de su alimento al “comensal”, sin obtener una contrapartida de parte de éste. La relación redundante en un beneficio no recíproco, pero el huésped puede continuar viviendo y evolucionando en presencia del otro organismo. Algunos coleópteros cohabitan de esta forma con las hormigas.

Compost: Abono compuesto natural a base de desechos orgánicos de origen vegetal, utilizado para fertilizar los cultivos.

Compuesta: Hoja compuesta de varios limbos denominados foliolos. Ejemplo: la acacia.

Condiciones: Los factores abióticos de un ecosistema se dividen en dos categorías: los recursos y las condiciones. En el ámbito abiótico, las condiciones se refieren, por ejemplo, a la temperatura, a las consecuencias del calentamiento climático y al concepto de “perturbación”, que a su vez guarda relación con los incendios, las grandes tormentas, las avalanchas, las erupciones volcánicas, las corrientes de lodo, etc.

Conservación: Protección de los ecosistemas, de las especies y de los recursos naturales contra la degradación o la destrucción, en beneficio de las generaciones futuras. La conservación de los ecosistemas, de las especies y de los recursos naturales puede promover la gestión planificada de su uso por el hombre.

Consumidor: Dentro de la red trófica, los consumidores aparecen en varios niveles tróficos: los consumidores primarios o animales herbívoros que se alimentan de los productores; los consumidores secundarios o carnívoros primarios y parásitos, que se alimentan de los animales herbívoros, y los consumidores terciarios que se alimentan de los carnívoros primarios. Véase red trófica.

Convención de las Naciones Unidas de lucha contra la desertificación (CLD):

Acuerdo internacional aprobado en París en 1994. Al día de hoy (2007), la Convención ha sido ratificada por 191 países. Su objetivo es luchar contra la desertificación y mitigar los efectos de la sequía en los países gravemente afectados por ésta y/o por la desertificación. Las disposiciones de la Convención tienen por finalidad mejorar la productividad de las tierras, restaurar (o conservar) los suelos, definir el mejor uso posible del agua y establecer un desarrollo sostenible en las regiones afectadas.

Convenio sobre la Diversidad Biológica:

El Convenio sobre la Diversidad Biológica es uno de los dos convenios firmados en la Cumbre para la Tierra, en Río de Janeiro (Brasil) en 1992; el segundo fue la Convención sobre el Cambio Climático. Al día de hoy, 168 países han ratificado este convenio que constituye un compromiso histórico, pues es el primer tratado internacional que considera todos los aspectos de la diversidad biológica, es decir, no sólo la protección de las especies, los ecosistemas y el patrimonio genético, sino también el uso sostenible de los recursos naturales. Por último, se trata asimismo del primer convenio en que se reconoce que la conservación de la diversidad biológica es “interés común de toda la humanidad” y también parte integrante de un desarrollo socioeconómico sostenible.

Convergencia de evolución: Cuando las especies animales o vegetales muy alejadas geográficamente y sin ancestro común (pertenecientes por lo tanto a familias diferentes), evolucionan de manera similar debido a presiones ambientales similares, se habla de convergencia de evolución o de convergencia evolutiva. Atunes, tiburones y delfines, que pueden vivir cerca unos de otros, presentan la misma convergencia hidrodinámica.

Corola: Conjunto de los pétalos de una flor que forma el envoltorio floral interno. Cuando la corola se despliega, se dice que la flor está abierta.

Corriente subfluvial: Escorrentía de agua que se produce debajo de un río, en la masa de sus aluviones permeables.

Crecimiento de la población de una especie:

Aumento del número de individuos pertenecientes a una misma especie en función del tiempo. Por lo general, la evaluación se realiza en un mismo biotopo.

Criadero de hongos: Lugar generalmente subterráneo donde los hongos se cultivan en capas. Ciertas especies de hormigas cultivan, en sus hormigueros, hongos con los que se alimentan. Las hormigas cortan y mastican trozos de hojas para fabricar abono y fertilizar sus criaderos de hongos. A su vez, estos criaderos naturales fertilizan el ecosistema.

Cubierta vegetal: Conjunto de la vegetación que recubre el suelo.

Cultivar: Un cultivar es una variedad de planta obtenida en cultivo, generalmente por selección y mediante técnicas hortícolas, que no está presente en las poblaciones de especies silvestres.

Cultivos intercalares: Se habla de cultivos intercalares para referirse a la alternancia de diferentes cultivos en un mismo espacio. Este sistema consiste en asociar simultáneamente cultivos anuales y cultivos perennes en un mismo terreno, cuidando que sean mutuamente benéficos y no competidores entre sí. De esta forma, es posible obtener un mayor rendimiento global.

Curva de nivel: La curva de nivel representa la línea que une todos los puntos de una misma altura, tantos como sea posible imaginar en un paisaje. El conjunto de curvas de nivel colocadas en un mapa permite representar el relieve. Cuanto más cerca estén las curvas de nivel, más inclinada será la pendiente. En las zonas secas, las terrazas se construyen siguiendo las curvas de nivel, en función de las cuales se levantan los muretes de piedra que sirven de sostén a las parcelas.

Cutícula: La cutícula es una fina capa de cutina, generalmente cerosa y semejante a un barniz impermeable, que recubre las hojas de las plantas o los tallos de las cactáceas en las regiones áridas. La cutina es una sustancia de naturaleza lipídica, presente en la cara externa de las células aéreas de la epidermis de las

plantas y destinada a prevenir las pérdidas de agua.

D

Decenio de la Educación para el Desarrollo Sostenible:

En diciembre de 2002, la Asamblea General de las Naciones Unidas aprobó una resolución mediante la que se proclamaba un Decenio de la Educación para el Desarrollo Sostenible de 2005 a 2014. La UNESCO fue designada para promocionar este decenio y elaborar el contenido conceptual de la Educación con miras al desarrollo sostenible. Concretamente, se trata de reorientar los programas educativos e introducir en ellos los cambios necesarios con la finalidad de integrar mejor el concepto de sostenibilidad, asociando de manera solidaria los objetivos económicos, sociales y ambientales, así como los de respeto de la diversidad cultural y de lucha contra la pobreza. Véase desarrollo sostenible.

Defoliante: Por defoliación se entiende el fenómeno de pérdida de las hojas que sufren los árboles, arbustos, matorrales y plantas herbáceas. Este fenómeno, además de ser natural, se debe a los hongos, virus o bacterias, siendo por lo general provocado por insectos defoliantes que aparecen de manera cíclica, como la langosta. La pululación de estos insectos afecta con mayor facilidad a los ecosistemas frágiles y con poca diversidad de especies (y predadores), como los ecosistemas de las regiones secas.

Deforestación: Conjunto de los procesos mediante los cuales el hombre transforma y hace desaparecer los ecosistemas forestales: sobreexplotación de la madera, incendios forestales, transformación de zonas arboladas en tierras para cultivo.

Depuración: La depuración o saneamiento de las aguas es la actividad que consiste en depurar las aguas residuales procedentes del uso doméstico, de la actividad agrícola o de la industrial, antes de volverlas a arrojar a la naturaleza. Este proceso es cada vez más necesario, a fin de evitar la contaminación del medio

ambiente y la degradación de las tierras. Véase lagunaje.

Desarrollo sostenible: En 1987, la Comisión Mundial sobre el Medio Ambiente y el Desarrollo definió al desarrollo sostenible como un desarrollo que respondía a las necesidades económicas del momento sin poner en peligro la capacidad del planeta para satisfacer las necesidades de las generaciones futuras. La definición fue afinándose con el tiempo, y ahora se habla de una forma de desarrollo que respeta el medio ambiente y que, haciendo un uso prudente –basado en una explotación racional y moderada– de la naturaleza y sus recursos, garantiza un mantenimiento indefinido de la productividad biológica de la biosfera. En el Programa 21, plan de acción mundial aprobado por 173 países durante la Cumbre para la Tierra, celebrada en Río de Janeiro en 1992, se definió un conjunto coherente de principios para ayudar a los gobiernos y autoridades a elaborar políticas orientadas al desarrollo sostenible. Hoy en día, el Programa 21 sigue siendo la referencia para poner en práctica el desarrollo sostenible en los distintos territorios.

Descomponedor: Término empleado para referirse al grupo de organismos vivos compuesto por los hongos y los microorganismos de los suelos y los biotopos acuáticos, que reducen la materia orgánica muerta al estado de compuesto mineral.

Destilación: La destilación es un procedimiento de desmineralización del agua, por lo general el más económico para desalinizar el agua de mar a escala industrial. El principio de base de la destilación es sencillo: como las sales disueltas no se transforman en vapor en las mismas condiciones que el agua, el vapor obtenido mediante calentamiento del agua salada está constituido por agua pura. En las regiones áridas se utiliza la destilación solar para desalinizar y purificar aguas con frecuencia salinas. El agua se separa de la sal según un método de exposición al sol, de evoaporación y de condensación, y se depura desde el punto de vista químico y bacteriológico.

Detritívoro: Organismo vivo, generalmente invertebrado, que se alimenta de materia orgánica muerta de origen animal y vegetal (excrementos, mudas, cadáveres, residuos vegetales). Las hormigas, los cardadores o los necrófagos son detritívoros que fragmentan la materia orgánica digiriéndola o excretándola, tornándola de este modo fácilmente accesible para la microflora bacteriana y fúngica de los suelos. Véase descomponedor.

Dioica: Del griego *dis*: “dos veces” y *oikos* “casa”.

El término se emplea para referirse a una especie vegetal cuyos sexos se encuentran en individuos separados: la planta tiene flores macho (de estambres) en un pie y flores hembra (de pistilo) en otro pie. La fructificación sólo ocurre si los individuos están lo suficientemente próximos uno del otro. La palmera datilera es una especie dioica.

Diseminación de las semillas: Las plantas se dispersan en su entorno gracias a la diseminación de las semillas. Los agentes dispersadores pueden ser el viento, el agua, los animales (aves, insectos, etc.). Este fenómeno es muy útil del punto de vista ecológico porque permite a las semillas llegar a los hábitats propicios para el desarrollo de los futuros brotes. En sentido más amplio permite, a la vez, disminuir la competencia entre los individuos diseminándolos en un territorio más extenso, intercambiar individuos de poblaciones diferentes favoreciendo la mezcla genética, y crear nuevas poblaciones.

E

Ecosistema: Conjunto interactivo compuesto por una comunidad de organismos vivos y el medio físico, químico y geográfico en el cual evolucionan. De esta forma, el aire, la tierra, el agua y los organismos vivos, incluidos los seres humanos, interactúan para formar ecosistemas.

Efemerófito: Planta de las regiones desérticas que se adaptó a la sequía acor-

tando su ciclo de vida. De la germinación a la fructificación, el ciclo de vida sólo dura entre 8 y 15 días, incluso entre 1 y 3 días en el caso de los más breves. Una lluvia de 4 mm permite el desarrollo de la planta.

Endémica: Se dice que una especie es “endémica” cuando se desarrolla en una región geográfica específica de la Tierra; pertenece a un territorio más o menos extenso, y su área de distribución geográfica se limita a un lugar determinado, no encontrándose en otra parte.

Enfeudado: Una especie está enfeudada a un medio en el sentido de que está sometida a las condiciones físicoquímicas particulares de ese medio y a todo un conjunto de otras especies vivas con las que está relacionada. Puede estar muy estrechamente enfeudada a un medio determinado si éste es muy limitado en el espacio y en el tiempo, y presenta condiciones muy específicas.

Erg: Un erg es un desierto de arena, más precisamente, un campo de dunas fijas cuya arena superficial, y solamente ésta, es remodelada constantemente por el viento. Los *ergs* ocupan aproximadamente un 20% de la superficie total del Sahara. La mayoría se forma en cuencas tras la acumulación de los materiales detríticos transportados por los wadis. Otros se deben a la arena arrancada por el viento a las hamadas y a los regs, y que se acumula en las depresiones hasta formar las dunas. Si bien en el lenguaje geográfico internacional se utiliza el término “erg”, los tuaregs emplean la palabra *edeyen*, mientras que en Arabia y Asia central se habla de *nedouf* y de *koum*.

Erosión: Desgaste y transformación que las aguas (de la lluvia, de los ríos, del mar), el hielo y los agentes atmosféricos (viento, calor, precipitaciones) provocan en la superficie terrestre. Se habla por lo tanto de erosión hídrica (agua), de erosión eólica (viento) y de erosión térmica (calor). A menudo el ser humano intensifica este fenómeno (deforestación, agricultura, construcción de carreteras), lo que provoca una transformación del relieve y arrastra los suelos.

Erosión eólica: Desgaste y transformación de la superficie terrestre por acción del viento (se trata de una erosión superficial), y que incluye: la “deflación”, es decir el levantamiento y transporte de los materiales finos de los suelos (granos de arena finos y medios, polvo), y la “corrasión”, es decir la acción mecánica y decapante de los vientos cargados de partículas (granos de arena, de cuarzo, partículas de hielo en las regiones polares) sobre los relieves y los suelos.

Erosión fluvial: La erosión fluvial es el proceso de degradación y transformación del relieve provocado por los cursos de agua. Ello se produce más o menos a largo plazo; cabe distinguir, por ejemplo, la erosión de las orillas, que sufren los efectos de la corriente, en el exterior de los meandros de la erosión hídrica en barrancos o en gargantas, que ocurre luego de largos períodos de erosión fluvial en zonas de rocas sedimentarias, como los cañones en los terrenos calcáreos de las regiones áridas.

Escurrimiento: En hidrología, el escurrimiento es el fenómeno de escorrentía de las aguas sobre la superficie del suelo y se opone al fenómeno de infiltración. El agua de las precipitaciones discurre siguiendo las curvas del relieve y constituye uno de los motores de la erosión, ya que el agua arrastra con ella partículas del suelo más o menos grandes en función de la cantidad de agua en movimiento y de la pendiente, lo que puede provocar la erosión de las tierras sometidas al escurrimiento.

Especie: Conjunto de poblaciones interfecundas (interfértils), aisladas del punto de vista reproductivo de otros conjuntos equivalentes y que puede definirse con referencia a una combinación única de características.

Especie autóctona: Especie que se encuentra naturalmente en un lugar geográfico determinado.

Especie invasora: Una especie invasora es una especie generalmente introducida por los seres humanos que logró migrar a una región donde se reprodujo y propagó tanto que compite con las especies autóctonas. Puede ser difícil de

controlar y destructora para el ecosistema si en éste no existen predadores o agentes patógenos, procedentes de su área de distribución de origen, que puedan contenerla.

Espiga: Tipo de inflorescencia donde las flores o espiguillas (gramíneas) están unidas sin pedúnculo al eje principal.

Estambres: Órganos sexuales masculinos de una flor cuyas partes terminales abultadas (anteras) contienen el polen (sacos polínicos).

Estivación: En los animales, la estivación corresponde a un estado de vida más lento, simétrico de la hibernación, durante el cual caen en estado de letargo. La estivación se produce en los momentos más cálidos de la estación seca y muchos animales regulan este estado ellos mismos en función del calor.

Estolón: Tallo aéreo delgado y rastrero, en la superficie del suelo, que sirve para la multiplicación vegetativa de una planta. El estolón da nacimiento a una nueva planta al desarrollar raíces en su extremidad, a nivel de un nudo y, por lo general, en contacto con el suelo. El estolón muere y luego desaparece cuando la nueva plántula es autónoma.

Estoma: Un estoma es un pequeño orificio en la epidermis de los órganos aéreos de las plantas (por lo general en la cara inferior de las hojas). Permite los intercambios gaseosos entre la planta y el aire ambiental (dióxido de carbono, oxígeno, vapor de agua). En las hojas, los estomas pueden ser muy numerosos, entre 50 y 500 por mm². En las especies xerófilas de las regiones áridas son mucho menos numerosos y por lo general se encuentran en lo más profundo de los surcos de la epidermis. Gracias a los estomas, la planta controla su propio flujo interno de agua y sustancias nutritivas. De esta forma, cuando el calor es demasiado alto o la alimentación de agua insuficiente, los estomas pueden cerrarse y bloquear los procesos de fotosíntesis y de transpiración.

Euforbiácea: Planta herbácea de origen africano, muy presente en el medio tropical, generalmente arborescente, de

aspecto semejante al de los cactus de América Latina. De hecho, las euforbiáceas han desarrollado estrategias de adaptación a la sequía similares a las de las cactáceas. Véase planta suculenta.

Evaporación: La evaporación es el paso progresivo del estado líquido al estado gaseoso. En el contexto del ciclo del agua, se trata del fenómeno por el cual el agua líquida se escapa a la atmósfera en forma de vapor de agua sin haber sido absorbida por seres vivos.

Evapotranspiración: La evapotranspiración representa la acumulación y, más precisamente, la cantidad de agua total transferida del suelo hacia la atmósfera por la evaporación a nivel del suelo y por la transpiración de las plantas.

Extinción: Desaparición total de una especie en el mundo entero.

Exudado: El término hace referencia, tanto en el caso de los seres humanos como de los animales, a un derrame de líquido orgánico que supura de una zona inflamada. En botánica, se trata del líquido que secreta una planta, a través de las grietas provocadas por la sequía y de las heridas (resina, látex, exudados de las raíces), que puede ser valorizado por el hombre (funciones medicinales, uso comercial).

F

Familia: En biología, la familia reúne los géneros (o grupos de especies similares) que presentan más similitudes entre sí. Éste constituye el quinto nivel de la clasificación clásica de las especies vivas según el siguiente orden: reino, tipo, clase, orden, familia, género, especie. El género *Canis*, que cuenta con 8 especies incluido el chacal común, pertenece a la familia de los *Canidae* *Cánidos* que reúne, a su vez, 35 especies.

Fasciculado: Del latín *fasciculus*: “pequeño paquete”. El término define una forma de raíces unidas en ramilletes, como las raíces fasciculadas del trigo.

Fecundación: En botánica, para que haya producción de semillas, tras la polinización debe producirse una fecundación de los óvulos. Durante la polinización, el polen es transportado de la antera (parte abultada del estambre que contiene el polen) al estigma de la misma flor o de una flor de la misma especie. Una vez en el estigma, el grano de polen genera un tubo polínico que desciende al ovario para alcanzar un óvulo. Ese tubo polínico lleva los gametos masculinos hasta el óvulo para fecundarlo.

Filófago: Un organismo filófago es un caso particular de fitófago (todos los organismos que se alimentan con plantas) puesto que, precisamente, se alimenta sólo del tejido de la hoja de las plantas, ya sea extrayendo una parte, o bien succionando los líquidos o la savia. Los bovinos son un ejemplo de filófagos.

Filotaxia: Se denomina filotaxia al orden según el cual están insertas las hojas o las ramas en el tallo de una planta o, por extensión, la disposición de los elementos de un fruto, de una flor, de una yema o de un capítulo. También se denomina filotaxia la ciencia que estudia tales disposiciones, que dependen del número de hojas por nudo y de su ubicación a lo largo del tallo.

Se la llama “alterna” cuando las hojas se disponen de uno y otro lado del tallo de manera alternada; “opuesta” cuando las hojas están dispuestas una frente a la otra en el tallo en cada uno de los niveles, y “verticilada” cuando hay tres hojas o más por nivel.

Floema: En la estructura de un árbol, el floema es el tejido conductor de la savia. En el floema, el movimiento de la savia es bidireccional, mientras que en las células del xilema, la solución nutritiva (agua y células muertas) sube desde el suelo, de manera continua y ascendente.

Foggara: El término argelino “foggara” se refiere a una serie de galerías subterráneas de gran longitud que permiten la derivación de agua hacia ciertos oasis desde las mesetas o los macizos rocosos. Las galerías captan una capa freática, de la que drenan el agua en profundidad, para transportarla hasta la superficie

hacia los terrenos que deben regarse. Ello se logra gracias a una ligera inclinación, ya que todo el sistema se basa en la fuerza de gravedad. Algunos pozos verticales permiten la aireación y la limpieza. Las foggaras son originarias de la República Islámica del Irán, donde se denominan qanat, y también se utilizan en Marruecos donde llevan el nombre de *khettaras*.

Foliolo: Elemento de una hoja compuesta.

Foresia: Del griego *phoros*: “portador”. La foresia es una relación generalmente transitoria entre dos seres vivos en la cual uno efectúa el transporte del otro. Se trata de una asociación libre y no destructora. Un ejemplo son algunas rayas grandes que transportan peces.

Fotosíntesis: Proceso bioenergético que permite a las plantas sintetizar su materia orgánica, es decir, fabricar la materia carbonada orgánica a partir del dióxido de carbono del aire, del agua y de las sales minerales del suelo, aprovechando la energía solar. Las plantas, mediante la absorción de los azúcares fabricados durante la fotosíntesis, producen la materia vegetal que, a su vez, sirve de alimento a otros organismos vivos (herbívoros). Véase clorofila.

Frugívoro: Entre los fitófagos, término con el que se designan los organismos que se alimentan de plantas, se distinguen varios grupos según la parte vegetal que consumen. Por ejemplo, los frugívoros o carpófagos son los organismos que se alimentan de frutos o fructificaciones de las plantas. Es el caso de ciertos monos.

G

Gavión: Del italiano *gabbione*: “jaula grande”.

El término designa una especie de caja fabricada con una sólida malla de alambre, que contiene piedras y se emplea, entre otras cosas, para construir muros de contención. En la actualidad, los gaviões son muy utilizados en África y América Latina para contrarrestar los

efectos de la erosión. Se disponen como espigones o paralelamente a las márgenes de los ríos para luchar contra la erosión fluvial o torrencial. También sirven para estabilizar las pendientes que se desmoronan y para reducir el impacto de los escurrimientos.

Geófito: Una planta geófito es un tipo de planta vivaz que posee órganos que le permiten sobrevivir la estación desfavorable para su desarrollo (como la estación seca en las regiones áridas) enterrada en el suelo. El órgano en cuestión puede ser un bulbo (cebolla, lirio), un rizoma (tupinambo o patata), uno o varios tubérculos (patata o papa).

Germinación: Proceso de desarrollo de una semilla desde que entra en contacto con el agua hasta la etapa de plántula (planta joven con unas pocas hojas). Ello sólo se produce si las condiciones exteriores (humedad, temperatura, oxígeno) y las internas (viabilidad, latencia, madurez, efecto de la luz) son favorables.

Gimnosperma: Del griego *gymnos*: “desnudo” y *sperma*: “semilla”.

Las gimnospermas son las plantas cuyo óvulo está descubierto (no encerrado en un ovario, contrariamente a las angiospermas). La planta porta sus semillas en un fruto abierto, como los conos (piñas). Todas las coníferas son gimnospermas. Existen unas 700 especies de gimnospermas.

Guelta: Cuerpo de agua sin flujo visible, por lo general permanente, característico de las regiones montañosas del Sahara. En la mayoría de los casos, las gueltas se encuentran en cavidades de rocas donde forman una cisterna natural alimentada por una resurgencia (agua que brota de la roca) o por las crecidas durante la temporada de lluvias.

H

Hábitat: Lugar en el que puede vivir una especie vegetal o animal particular. Este lugar le suministra lo necesario para satisfacer sus necesidades.

Halófila: Una planta halófila o halófito es una planta que se adapta a un suelo salado o que, de manera general, tolera la sal.

Hamada: Una hamada es un desierto rocoso tabular con frecuencia limitado por acantilados. Las hamadas ocupan sobre todo las superficies de las grandes mesetas. Son de origen sedimentario, por lo general calcáreo. Cuando están cubiertas de arenisca, se denominan *tassilis* como el *Tassili N'Ajjer* en Argelia. Los campos de bloques de piedra y grandes rocas dejan poco lugar para una vegetación muy escasa y, en general, la superficie muestra la roca desnuda, alisada por la erosión.

Holístico: Del griego *holos*: “entero”. Según el sistema de pensamiento holístico, las características de un ser o de un elemento sólo pueden conocerse cuando se lo considera y aprecia en su totalidad, se estudia en su contexto, en su conjunto, y no cuando se estudia cada una de sus partes por separado. En ecología, este punto de vista puede adoptarse cuando se busca comprender las interacciones entre la biología de los seres vivos y las condiciones del medio, donde el ser humano es considerado parte integral del ecosistema.

Huaycos: En América Latina, los huaycos son corrientes destructoras que se producen después de lluvias violentas, constituidas por agua mezclada con lodo y piedras. Estas corrientes descienden rápidamente el flanco de las montañas y discurren por los cauces dejados por el abarrancamiento.

Humus: Mezcla compleja de materias orgánicas procedentes de la descomposición de residuos vegetales (hojas muertas) y animales por los microorganismos (invertebrados, bacterias, hongos) del suelo. El humus es una materia terrosa de color oscuro presente en la capa superficial del suelo y que participa en su fertilidad liberando nitrógeno y otros elementos nutritivos indispensables para el crecimiento de las plantas. Véase capa de humus.

ICARDA: Fundado en 1977, el Centro Internacional de Investigaciones Agrícolas en Zonas Áridas es uno de los 15 centros estratégicamente distribuidos por el Grupo Consultivo sobre Investigaciones Agrícolas (CGIAR) en el mundo entero, y financiado por éste. La principal estación de investigación y la sede social del ICARDA se encuentran en Alep (Siria). La misión del centro consiste en mejorar el bienestar de las poblaciones y mitigar la pobreza en las zonas áridas de los países en desarrollo gracias a la investigación y la formación. Ello se logra, principalmente, aumentando la producción, el rendimiento y la calidad nutricional de los alimentos, así como preservando y valorizando los recursos naturales.

Índice de refracción: El índice de refracción proviene del cambio de dirección de la luz cuando pasa de un medio a otro, como por ejemplo del aire ambiente al agua o al vidrio. El valor del índice depende de la longitud de onda del rayo lumínico. Ahora bien, este índice varía, ya que la luz blanca visible está constituida por diferentes “colores” cuyas longitudes de onda dependen del ángulo de refracción de cada color.

Infiltración: En hidrología, la infiltración constituye la penetración de las aguas superficiales en el subsuelo a través de las fisuras naturales de los suelos y las rocas. La presencia de plantas y la esco-rrentía que se produce en su base facilita el fenómeno. A través de la infiltración y la percolación en el suelo, el agua superficial alimenta las capas freáticas. Véase escurrimiento.

Inflorescencia: La inflorescencia es la disposición de las flores en el tallo de una planta de flores (angiosperma). Se distinguen varios tipos de inflorescencias según la manera como estén dispuestas las flores: en capítulos, en racimos, en espigas, etc.

Injerto: Método de multiplicación vegetativa de una planta que consiste en separar un esqueje o gajo de la planta (leñosa o herbácea) o una hoja (única para ciertas especies como las cactáceas *Opuntia ficus-indica*) y a ente-

rrarlos para que produzcan raíces y un nuevo individuo (clon perfecto de la planta madre). La reproducción se realiza a partir de ese órgano o fragmento de órgano aislado.

K

Kesria: En el sistema de la foggara, la kesria es un partididor del agua en forma de peine (construido con el mismo material, por lo general arcilla y paja mezcladas), que permite repartirla entre las diferentes parcelas (y sus usuarios) del oasis.

Khettara: Nombre utilizado en Marruecos para referirse al mismo sistema hidráulico que existe en Argelia y se denomina foggara.

L

Lagunaje: Depuración de las aguas servidas o residuales que se obtiene dejándolas permanecer al aire libre en grandes estanques de estabilización durante un largo período de tiempo. La depuración se produce mediante el poder oxidante y descontaminante de los microorganismos, de las algas y de las plantas acuáticas.

Leguminosa: Planta perteneciente a la familia de las Fabáceas, del latín “faba”: haba. Es una familia muy importante de 18 000 especies que reúne a las plantas herbáceas, los arbustos, los árboles o las lianas, entre las cuales figura el cacahuete (o mani), la retama, el frijol (judía o alubia), el altramuz (chocho o lupino), el guisante (arveja o chícharo), la acacia y el algarrobo. Estas plantas tienen en común la facultad de absorber el nitrógeno del aire y de fijarlo en el suelo gracias a las bacterias fijadoras alojadas en los nódulos de sus raíces. En los sectores agrícola y económico, el término designa más específicamente a las especies cultivadas con fines alimenticios para los hombres y los animales. Se distinguen entonces las leguminosas forrajeras (trébol, alfalfa, esparceta o pipirigallo) de

las leguminosas cultivadas por sus semillas (frijol, guisante).

Leña: Madera utilizada por la población como principal fuente de energía doméstica, es decir para la cocción de los alimentos o la iluminación. Véase deforestación.

Ligulada: Se dice de los flósculos (pequeñas flores) en forma de lengüeta que forman, por ejemplo, el collar de las flores de las asteráceas.

Limbo: Parte extendida y aplanada de una hoja con nervaduras que la recorren. También se habla del limbo de un pétalo o de un sépalo.

Limo: Conjunto de partículas minerales y orgánicas que los ríos y arroyos acarrear y depositan en el fondo de sus lechos o en sus orillas creando un depósito fino de partículas granuladas. Se habla de suelo limoso.

M

MAB: El Programa sobre el Hombre y la Biosfera (MAB) propone un proyecto interdisciplinario, basado en la investigación y el fortalecimiento de capacidades, tendiente a mejorar las relaciones entre las poblaciones y su medio ambiente general. La misión principal de este programa, iniciado a principios del decenio de 1970, consiste en disminuir la pérdida de biodiversidad gracias a un enfoque ecológico, social y económico. Con este fin, utiliza a la Red Mundial de Reservas de Biosfera, compuesta por 507 lugares en todo el mundo, como un instrumento de intercambio de conocimientos, investigación y vigilancia, educación y formación, que favorece la gestión participativa.

Mamífero: Del latín *mamma*: “mama”. Los mamíferos son animales de “sangre caliente”, inicialmente adaptados a la vida sobre la tierra firme, aunque algunos, en una segunda instancia, se adaptaron a la vida en medio acuático (ballena, león marino, etc.). Pese a las grandes diferencias que existen entre ellos en cuanto al

aspecto, el tamaño y el modo de vida, la mayoría de los animales de esta clase están cubiertos de pelos y todos amamantan a sus crías. Ningún otro grupo de animales presenta estas características. Algunos ejemplos de mamíferos son las jirafas, los murciélagos, los monos, los wallabies, los zorros del Sahara y los dingo.

Metales pesados: La noción de “metales pesados” ha sido recientemente reemplazada por la noción de “elementos traza metálicos”, aunque sigue siendo bastante inexacta. Algunos autores definen como metales pesados a los elementos metálicos situados entre el cobre y el plomo en la tabla periódica; otros, en cambio, los asimilan a casi todos los elementos metálicos. La gran toxicidad de algunos metales pesados como el mercurio, el plomo y el cadmio es ampliamente conocida. El suelo contiene naturalmente trazas de todos los metales pesados, pero es posible que la actividad humana haya aumentado dicha presencia. Por lo tanto, la utilización de algunos metales pesados está estrictamente reglamentada y, en algunos casos, prohibida. Una vez utilizados, debe evitarse arrojarlos a la naturaleza. Además, deben ser reciclados.

Migración animal: La migración consiste en un desplazamiento de largos recorridos efectuado por numerosas especies, con la finalidad de reproducirse o huir del frío o de la sequía. El desplazamiento es de carácter periódico e implica un retorno regular a la región de donde partieron. Las migraciones terrestres más espectaculares son las efectuadas por inmensas manadas de mamíferos, como los ñus o las cebras, que migran en búsqueda de hierba fresca o de agua siguiendo las lluvias.

Mimetismo: Representa la capacidad de ciertos seres vivos para parecerse a los elementos de su medio, o a otros seres vivos, de un punto de vista morfológico. Esta estrategia de imitación tiene por finalidad camuflarse y escapar a la vista de los predadores, atrapar presas o facilitar las relaciones con los congéneres. Véase camuflaje.

Monocotiledónea: Entre las angiospermas o plantas de flores, las monocotiledóneas comprenden las plantas cuya plántula típica sólo presenta un cotiledón –u hoja embrionaria– nacido de la semilla. Son ejemplos de plantas mono-cotiledóneas el trigo, el maíz, la palmera, el lirio. A menudo se las reconoce por sus hojas pinnadas que pueden presentar nervaduras principales paralelas.

Las plantas dicotiledóneas como el frijol, el guisante, las rosáceas o las asteráceas poseen dos cotiledones.

Monocultivo: Modo de agricultura que consiste en plantar una sola especie en vastas superficies. El monocultivo es la fuente de graves desequilibrios ecológicos, ya que puede provocar la erosión de los suelos y favorecer la proliferación de organismos nocivos y enfermedades.

Mordiente: Sustancia utilizada en tintura para fijar el colorante en la fibra.

Multiplicación vegetativa: La multiplicación vegetativa es un método de reproducción asexual. A diferencia de la siembra, con la que se obtienen nuevos especímenes (con un nuevo patrimonio genético), la multiplicación vegetativa genera clones (individuos genéticamente idénticos a la planta madre). Se obtiene de manera espontánea o provocada, sin intervención de la semilla, mediante un esqueje, un injerto (injerto), un estolón. Por consiguiente, la multiplicación vegetativa se opone a la multiplicación generativa o sexual con intervención de una semilla.

Mutualismo o simbiosis: El mutualismo es una relación entre dos o varias especies vivas donde ambos, el “simbionte” y el huésped, sacan provecho de la situación. Las dos especies asociadas se adaptan a la relación y la modificación del comportamiento de una puede influir en la supervivencia de la otra. El ratel, un tejón africano, puede asociarse con el indicador, un pájaro. Con su canto, el pájaro guía al tejón hasta un nido de abejas. El tejón abre la colmena silvestre para comer la miel y deja al pájaro la cera y las larvas.

N

Nectarívoro: Término empleado en zoología o en ornitología para referirse a un animal que se alimenta de néctar, sustancia rica en azúcar, más o menos viscosa, secretada por las plantas de flores. La mayoría de los nectarívoros son insectos o aves, pero existen mamíferos nectarívoros como ciertos murciélagos y una especie de marsupial. De este modo, el néctar desempeña un papel importante en la polinización de numerosas plantas de flores al atraer a los insectos libadores. Véase escurrimiento.

Nitratos: Los nitratos son las sales minerales del ácido nítrico. Constituyen elementos minerales nutritivos para las plantas, aunque la utilización de abonos a base de nitratos en grandes cantidades en las zonas de agricultura intensiva conduce con frecuencia a una contaminación de las aguas superficiales y de las aguas subterráneas.

Noria: Una noria es un sistema hidráulico tradicional que sirve para extraer agua y que funciona según el principio del rosario hidráulico. Es una gran rueda con aletas que se coloca en un curso de agua, y que está dotada de una cadena con una serie de colectores o cangilones que se llenan de agua y la elevan. A continuación, el agua es vertida en un acueducto que la distribuye.

Nutriente: Sustancia nutritiva (elemento o compuesto químico) de naturaleza mineral u orgánica, indispensable para la fisiología de los organismos vivos. Los nutrientes que las plantas absorben para su crecimiento son los fosfatos, los nitratos, las sales minerales y el potasio.

O

Oasis: Un oasis constituye una zona de vegetación aislada en una región desértica. Esto ocurre ya sea cerca de un manantial, ya sea cuando una capa freática está lo suficientemente próxima a la superficie del suelo, o bien en el lecho de los ríos cuando éstos mueren en el desierto.

Un palmar de oasis es un espacio altamente antropizado (véase antrópico) e irrigado en donde se produce una agricultura generalmente intensiva y de policultivos.

Omnívoro: Organismo vivo que se nutre con alimentos de origen animal o vegetal.

P

Parasitismo: El parasitismo es una relación entre dos seres vivos en la cual el parásito saca provecho del huésped viviendo en su interior o en su exterior. El parásito es un caso particular de predador que no pretende matar al huésped sino alimentarse de él, pero que sin embargo lo destruye. La garrapata, por ejemplo, es un parásito del camello.

Pecíolo: Soporte de una hoja mediante el cual queda unida al tallo.

Pedológico: Del griego *pedon*: “suelo”. La pedología es una de las principales ramas de la ciencia de los suelos, de su formación y de su evolución. Las aplicaciones de esta disciplina, basada en el estudio de las interacciones entre las diferentes fases (líquida, gaseosa, sólida) que componen el suelo, se observan fundamentalmente en la horticultura, la silvicultura y la hidrología (retención del agua por el suelo), así como en el estudio de la contaminación (filtración de las aguas).

Percolación: En hidrología, la percolación constituye el fenómeno mediante el cual el agua penetra y atraviesa los poros de un suelo o de una roca y migra lentamente a través de los suelos. Infiltración y percolación son dos procesos sucesivos indispensables para que las capas freáticas subterráneas se recarguen a partir de las aguas de superficie. Véase escurrimiento.

Pistilo: Conjunto de órganos femeninos de la flor compuesto por uno o varios ovarios, uno o varios estilos y uno o varios estigmas.

Planta anual: Una planta anual es una planta cuyo ciclo de vida (de la germinación a la muerte) se extiende durante un año, por lo que debe volver a plantarse regularmente, como el trigo.

Planta aromática: Las plantas aromáticas son aquellas utilizadas en gastronomía por los aromas que desprenden y en medicina natural por los aceites esenciales que pueden extraerse de ellas. Algunos ejemplos son el anís estrellado (badiana), el anís verde, el romero, el eucalipto.

Planta emergente: Planta enraizada en el fondo del agua pero que tiene la mayor parte encima de la superficie, como es el caso de los juncos (*Juncus* sp.).

Planta flotante: Planta no enraizada, que flota libremente en la superficie del agua, como los lentejones de agua dulce.

Planta indígena (o planta local): Planta que crece naturalmente en una zona determinada dentro de la repartición general de la especie y cuyo material genético se adapta a ese lugar. Si la planta sólo se encuentra en un lugar o región específica del mundo, se habla de planta endémica (definición más restrictiva). Véase endémica.

Planta leñosa: Del latín *lignosus*, *lignum*: “madera”. Una planta leñosa es una planta constituida por madera. Corresponde hablar de un tallo leñoso por oposición a un tallo herbáceo. El término se refiere a los árboles, arbustos y matorrales por oposición a las plantas herbáceas.

Planta medicinal: Planta utilizada por el hombre con fines terapéuticos.

Planta salina: “Salino” indica que contiene sal. Por extensión, una planta salina puede referirse a una planta que se desarrolla bien en medios ricos en sal. En la jerga científica se habla de planta halófila.

Planta suculenta: Del latín *succulentus*: “jugoso”. Las plantas suculentas son plantas carnosas, también llamadas “plantas grasas”, que se adaptan para sobrevivir

en medios áridos con características propias de suelo y de clima. Su adaptación guarda relación con su capacidad para almacenar agua en las hojas, los tallos o las raíces. Es el caso de los agaves, las euforbiáceas, los aloes o las cactáceas.

Planta vivaz: Una planta vivaz es una planta que vive como mínimo dos años (contrariamente a las plantas anuales o bianuales), pero que con frecuencia vive mucho más tiempo. Las plantas leñosas (árboles, arbustos, matorrales) son por definición plantas vivaces. Si bien es posible que conserven sus hojas durante la estación seca (en las regiones áridas), por lo general las pierden y la planta sobrevive gracias al tocón que permaneció en el suelo o a un órgano de supervivencia (bulbo, rizoma) enterrado en el suelo.

Poda: En silvicultura, operación que consiste en cortar las ramas laterales de un árbol, y algunas veces el tronco, para hacer crecer vástagos de los que se utilizará la madera.

Polinización: Proceso de transporte de un grano de polen procedente de una planta de flores desde los estambres (órganos sexuales masculinos) hasta el pistilo (conjunto de órganos femeninos) de la misma especie, haciendo posible la fecundación. Algunas flores son polinizadas por las abejas o los insectos, otras por las aves o ciertos mamíferos, otras por el viento. El proceso de polinización seguido por la fecundación es el modo de reproducción privilegiada de las plantas de flores (angiospermas).

Porte: En botánica, el porte se refiere al aspecto general de una planta. Se puede distinguir el porte estilizado de un ciprés del porte en forma de sombrilla de un *Acacia tortilis*, o del porte llorón, de ramas caídas, de un cedro llorón.

Pozo: En la región sahariana, además de pozos artesianos, también se cavan pozos poco profundos, que se diferencian claramente de aquellos por ser de diámetro relativamente pequeño y menor profundidad. Por esta razón, los pastores pueden extraer agua sin técnicas ni estructuras particulares, cavando el pozo en pocas horas con un pequeño recipiente cóncavo.

Otros, más profundos, pueden cavarse en la superficie de una charca desecada. Una vez usados son abandonados y se agotan rápidamente.

Predador: Organismo que se alimenta de otros organismos vivos. Por ejemplo, los herbívoros son predadores de los vegetales. Para alimentarse ellos mismos o para alimentar a su progenitura, utilizan diversas estrategias. Tienen una influencia directa en las poblaciones de las presas y contribuyen a mantener el equilibrio biológico de los ecosistemas. Cabe distinguir a los superpredadores o predadores absolutos, es decir, los que no son a su vez presa de otros predadores.

Productor: En la representación de una red trófica, que reúne las cadenas alimentarias de un ecosistema, la energía pasa de los productores de alimentos a los animales consumidores en una serie de etapas llamadas niveles tróficos y representadas usualmente por las hiladas sucesivas de una pirámide más o menos elevada. Los productores son las especies vegetales que producen proteínas y azúcares a partir de la energía luminosa del sol y la convierten en formas utilizables por otros organismos.

Programa genético: Las instrucciones necesarias para la elaboración de los caracteres hereditarios de los individuos de cada especie constituyen el programa genético de cada individuo. Esta información genética está contenida en los núcleos de las células.

Q

Qanat: Nombre utilizado en la República Islámica del Irán para designar el mismo sistema hidráulico que existe en Argelia, denominado foggara.

R

Racimo: Tipo de inflorescencia constituida por un eje en el que se insertan, a diferentes niveles, flores pedunculadas.

Raicilla: Las raicillas son pequeñas raíces secundarias, muy numerosas, que absorben el agua y los nutrientes del suelo y poseen muchos pelos absorbentes.

Raíz pivotante: Se habla de “raíz pivotante” o “raíz pivot”. Se dice de la raíz principal de una planta que se hunde verticalmente en la tierra y es dominante respecto de las raíces secundarias.

Recursos: Los factores abióticos de un ecosistema se dividen en dos categorías: los recursos y las condiciones. Los recursos, en el ámbito abiótico, se refieren al agua, al dióxido de carbono, a la luz, a los nutrientes del suelo y al espacio.

Recursos naturales: Los recursos naturales son los elementos minerales o biológicos para los cuales el hombre encontró un uso. Por lo tanto, el concepto de recurso implica la idea de aprovechamiento. Pueden dividirse en dos grupos: los recursos no renovables, constituidos por las materias primas minerales, como los metales, y los recursos renovables, que pueden ser explotados sin que se agoten mientras la extracción sea proporcionalmente inferior a la productividad disponible, como es el caso de los bosques. Hoy en día, persiste y se confirma la tendencia al agotamiento de los recursos naturales.

Red del Plan de Escuelas Asociadas de la UNESCO:

Creada en 1953, la Red del Plan de Escuelas Asociadas de la UNESCO (RedPEA) (*Associated Schools Project Network* o ASPnet) es una red mundial de aproximadamente 8 000 establecimientos escolares distribuidos en 177 países (incluyendo establecimientos preescolares, escuelas primarias, centros de educación secundaria, institutos de formación docente, etc.) que buscan promover una educación de calidad.

Red trófica: La expresión “red trófica” se refiere al conjunto de cadenas alimentarias relacionadas entre sí dentro de un ecosistema. Estas cadenas alimentarias ponen en relación las diversas categorías ecológicas de seres vivos que constituyen la biocenosis, a saber:

- los “productores”, es decir las plantas verdes, primer nivel trófico;
- los “consumidores primarios”, es decir, los animales herbívoros, segundo nivel trófico;
- los “consumidores secundarios”, por lo general carnívoros y parásitos que se alimentan de herbívoros, tercer nivel trófico, y
- los “consumidores terciarios” que se alimentan de los carnívoros primarios o consumidores secundarios, cuarto nivel trófico.

Sin olvidar los “descomponedores”, que reducen y mineralizan la materia orgánica muerta. Véase el esquema de la pág. 21.

Reg: Un reg es un desierto de piedras, una superficie pedregosa muy extensa apenas marcada por el relieve y prácticamente desprovista de vegetación. Los regs se deben al proceso de meteorización de la roca, de desintegración mecánica, y también a la deflación causada por el viento. Con frecuencia, las piedras están recubiertas por barniz del desierto o barniz eólico.

Reino: Para la ciencia, el reino es el nivel más alto de clasificación de los seres vivos. Con la excepción de los virus, los seres vivos se dividen en 5 reinos: los animales, las plantas, los hongos, los protistas (organismos eucariotas unicelulares) y los procariotas (como las bacterias).

Reserva de biosfera: Área que cubre ecosistemas terrestres, marítimos marinos y costeros reconocida a nivel internacional por la UNESCO como zona privilegiada para la investigación y la promoción de relaciones equilibradas entre los hombres y la naturaleza. Véase MAB.

Rizoma: Tallo subterráneo, generalmente horizontal, sin clorofila, de ciertas plantas vivaces. El rizoma tiene hojas reducidas a escamas, nudos y yemas que producen tallos aéreos y raíces. El rizoma, al ramificarse, permite la multiplicación

vegetativa de la planta que puede proliferar como el bambú. Algunos rizomas gruesos, como el jengibre, son comestibles, mientras que otros se transforman en tubérculos, también comestibles, como el ñame.

Roca madre: La roca madre de un suelo constituye su sustrato. El concepto de roca madre se extiende a todo lo que concierne la naturaleza de las rocas que forman una capa geológica, incluidas sus características físicoquímicas.

Rompevientos: Barrera generalmente construida con ramas o palmas para luchar contra la acción del viento y retener las dunas de arena o proteger los cultivos.

S

Salobre: Un agua salobre es un agua menos salada que el agua de mar, en general compuesta por una mezcla de agua de mar y de agua dulce, como la que se encuentra en las albuferas.

Sebkha: Las sebkhas forman salinas temporales en el desierto. El agua puede provenir de los escurrimientos o de manantiales temporales.

Sedimento: Materiales procedentes principalmente de la erosión de las rocas (suelo, arena, arcilla, gravas, bloques) transportados por diversos agentes como el agua, el viento, el hielo o la gravedad y que, cuando se depositan, se vuelven compactos y forman una roca. También pueden provenir de materia orgánica (acumulación de conchas, restos de corales).

Seguía: Una vez que sale de la tierra, el agua de las foggaras circula a través del oasis. Las seguías son canalizaciones al aire libre que distribuyen el agua drenada hacia los diferentes terrenos.

Siempreverde: Del latín *semper, virens*: “siempre verde”.

En botánica, el término se refiere a una planta que conserva sus hojas todo el año, por oposición a los árboles de hojas caducas. En las regiones áridas, los árboles

de hojas caducas pierden sus hojas al principio de la estación seca; la disminución de la humedad del suelo la que provoca la caída de las hojas. Los árboles de hojas perennes o siempreverdes se mantienen verdes incluso durante la sequía; es el caso del mirto o arrayán (*Myrtus communis*), del enebro fenicio (*Juniperus foenicea*), del tamarindo (*Tamarindus indica*), de la encina o carrasca (*Quercus ilex*).

Simple: Hoja cuyo limbo es una sola pieza, no compuesta, como por ejemplo la hoja de la higuera o la del olivo.

Sitio natural sagrado: Las sociedades tradicionales del mundo entero confiaron un estatuto particular a los sitios naturales que consideran sagrados. Éstos representan la diversidad de los sistemas de creencias tradicionales que existen bajo múltiples formas. Ya sea que se trate de bosques, montañas, manantiales, ríos, lagos o grutas sagradas y otros múltiples ejemplos de sitios y lugares venerados, tienen en común esa dimensión de alta significación e importancia que reviste todo aquello que se identifica como espiritual. Por definición, fueron los primeros sitios protegidos de la Tierra.

SMOT TEMS: Sistema Mundial de Observación Terrestre de los ecosistemas. El SMOT-TEMS es un programa de observación, modelización y análisis de los ecosistemas terrestres destinado a reforzar el desarrollo sostenible, financiado por la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO).

Sobrepastoreo: Práctica que consiste en hacer pastar un número excesivo de ganado durante un período de tiempo demasiado prolongado en tierras que no logran regenerarse y reconstituir su vegetación. El término también puede referirse a la práctica que consiste en hacer pastar a los rumiantes en tierras no adaptadas al pastoreo debido a parámetros físicos, como la pendiente. El sobrepastoreo conduce a la erosión del suelo y a la destrucción de una cubierta vegetal ya frágil o escasa.

Sucesión ecológica: En ecología, una sucesión ecológica representa el proceso de desarrollo de un ecosistema a lo largo del tiempo. El proceso consiste en una serie de etapas que se suceden según un orden adecuado, como las etapas sucesivas bien marcadas de una vegetación pionera herbácea, que rápidamente pasa a ser de tipo matorral y luego arbustiva. Las transformaciones de las comunidades vegetales y animales, del suelo y del microclima que caracterizan una sucesión son particularmente notorias en las sucesiones posteriores a una perturbación importante, como luego de una tala forestal o una tormenta fuerte.

SUMAMAD (Sustainable Management of Marginal Drylands): SUMAMAD es un proyecto del Programa sobre el Hombre y la Biosfera (MAB) de la UNESCO cuya misión consiste en reforzar la gestión sostenible de las zonas áridas marginales en África del Norte y en Asia. El proyecto propone métodos de gestión que favorecen la viabilidad económica, la conservación de los recursos –en particular de los suelos y de las reservas de agua– y que fomentan la rehabilitación de las tierras degradadas con un enfoque que prioriza la participación de las comunidades locales. La formación, el fortalecimiento de capacidades y la interacción con los propietarios rurales, los agricultores y otros colaboradores y participantes, es una dimensión clave del proyecto que integra, a la vez, las prácticas de gestión tradicional sostenible y la experiencia científica.

Sustrato: En geología, el sustrato es el elemento sobre el cual reposa una capa geológica. Ese sustrato geológico procura al suelo su composición mineral de origen. Véase roca madre.

T

Taninos: Sustancias de origen orgánico que se encuentran en la mayoría de las plantas y en todas sus partes (corteza, raíces, hojas), caracterizadas por su astringencia (sensación de sequedad en la boca) y empleadas para fabricar vino, curtir pieles, proteger el cuero o teñir telas. La corteza de la *Acacia seyal* es rica

en taninos, que se utilizan por su tintura roja. Véase tintóreo.

Tintóreo: Que sirve para teñir. Se habla de plantas tintóreas y de materias tintóreas (pigmentos minerales) cuando suministran una sustancia utilizada para teñir y decorar textiles, cueros, cerámicas o paredes, como pinturas corporales o para la preparación de colorantes alimentarios.

Transpiración: Cabe distinguir la transpiración animal de la transpiración vegetal. La transpiración animal es la evacuación del sudor en el hombre y los mamíferos por los poros de la piel. Ello permite regular la temperatura del cuerpo. La transpiración vegetal es la eliminación del vapor de agua en exceso en las plantas. Es un proceso continuo que engloba a la vez la evaporación de agua por las hojas y la absorción simultánea de agua por las raíces en el suelo. La transpiración se produce a nivel de los estomas y actúa como motor de la circulación de la savia.

Trasplantar: Sacar de la tierra una planta herbácea o un árbol (generalmente cuando aún es un plantón) para volver a plantarla en otro lugar.

Tubulosa: Tubulosa o tubulada. Se dice de los flósculos (pequeñas flores) en forma de tubo que forman el corazón de las flores de las asteráceas.

Túmulo: Un túmulo es un promontorio artificial, circular o no, que cubre una sepultura. Actualmente existen muy pocos túmulos de tierra, mientras que los túmulos de piedra (o cairns) están bastante bien conservados. Las civilizaciones de América precolombina y del antiguo Egipto tenían constructores de túmulos.

Turbiedad: La turbiedad hace referencia al contenido de materias que vuelven turbio un líquido, generalmente agua. Es provocada por partículas en suspensión que absorben, difunden o reflejan la luz. La turbiedad es un factor ecológico importante que puede revelar un alto porcentaje de sedimentos, una elevada proporción de plancton o una contaminación del agua.

U

UICN: La Unión Mundial para la Naturaleza (UICN) es la principal organización no gubernamental internacional dedicada a la conservación de la naturaleza. Reúne 83 estados, 110 organismos gubernamentales, más de 800 organizaciones no gubernamentales (ONG) y unos 10 000 expertos científicos en una red única de colaboradores. La misión de la UICN es fomentar e impulsar la conservación de la integridad y diversidad de la naturaleza y colaborar con las sociedades del mundo entero en esta tarea. También vela por un uso justo y sostenible de los recursos naturales.

UNESCO Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura: Los programas científicos de la UNESCO relacionados con la ecología ponen las ciencias ecológicas y las ciencias de la Tierra al servicio del desarrollo sostenible. En particular, estos programas contribuyen a la lucha contra la desertificación. La gestión de las actividades relacionadas con la biodiversidad se realiza principalmente a través del Programa sobre el Hombre y la Biosfera (MAB). El Programa Hidrológico Internacional (PHI) trata en prioridad el problema de los recursos hídricos y los ecosistemas a los que pertenecen, procurando disminuir los riesgos que se plantean a los recursos hídricos. Las principales actividades de investigación en los ámbitos de la geología y de la geofísica se organizan en el marco del Programa Internacional de Ciencias de la Tierra (PICG).

Ungulado: Del latín *ungula*: “uña”. Los ungulados forman un grupo de mamíferos que poseen una o varias pezuñas en la extremidad de sus miembros. La pezuña es una formación córnea muy desarrollada (como la uña de los primates) que envuelve los dedos durante la marcha. La gacela es un ungulado.

V

Vegetación espontánea: La vegetación que no está sometida a la acción del hombre presenta una transformación espontánea y lenta, durante la cual grupos de plantas diferentes se suceden en diversos puntos del espacio. La vegetación espontánea hace referencia a este tipo de poblaciones. Está relacionada con la actividad humana, y se mantiene gracias a los modos de explotación, pero evoluciona por sí misma, es poco perturbada y con frecuencia muy diversa.

Vivero: En agricultura, silvicultura, arboricultura u horticultura, un vivero es un campo o una parcela de tierra que se reserva, principalmente, para la multiplicación de las plantas leñosas (árboles, arbustos) o de otras plantas vivaces, y para su cultivo hasta que alcancen la etapa en que pueden ser trasplantadas.

de la familia de las cactáceas, revestida de una cutícula cerosa (una capa impermeable, de aspecto barnizado) que limita la transpiración. También se puede citar el sistema de raíces profundo de las acacias previsto para alcanzar las reservas de agua subterráneas más inaccesibles. Véase planta suculenta y euforbiácea.

Xilema: En la estructura de un árbol, el xilema es el tejido con capacidad de transportar grandes cantidades de agua desde el suelo nutritivo hasta las hojas que realizan la fotosíntesis. Su función es transportar una solución que contiene agua y sales minerales hacia la cima y las hojas, que actúan como bombas.

Xilófago: Del griego *xulon*: “madera”. Se dice de los animales cuyo régimen alimentario está compuesto por madera y que, en el estado adulto o de larva, comen las ramas, los troncos o las raíces de los árboles vivos o muertos.

Zooplankton: Dentro de la biomasa de plancton que se crea en el medio marino o en las aguas dulces o salobres de las regiones secas, el zooplankton es un plancton animal constituido por un conjunto de organismos de pequeño tamaño que viven en suspensión en el agua, generalmente protozoarios, celentéreos y crustáceos en estado adulto o de larva. El zooplankton es sumamente importante en las cadena alimentarias, en los ciclos bioquímicos (ciclo del carbono) y en los sistemas de descontaminación de aguas (lagunaje).

W

Wadi: Del árabe *wadi*: “río”. También conocido como “ued” o “uadi”. Curso de agua intermitente, de régimen hidrológico muy irregular, de las regiones saharianas semiáridas. Por lo general, estos ríos están secos, pero pueden conocer crecidas violentas, sobre todo en los macizos montañosos, arrastrando en esos casos enormes cantidades de lodo.

X

Xerófila: Las xerófilas son plantas adaptadas a los medios secos. Estas plantas se encuentran en ambientes variados, como los desiertos rocosos o las formaciones de tipo matorral típicas de las regiones áridas o semiáridas. Sus adaptaciones tienen por principal objetivo luchar contra la pérdida de agua y el estrés hídrico, así como obtener tanta agua como el medio pueda suministrar. Dentro de las adaptaciones morfológicas de las xerófilas, cabe señalar la superficie gruesa y dura de plantas como la *Opuntia*,

Z

Zai: En África, el zai es una técnica tradicional de preparación del suelo que consiste en cavar hoyos para recuperar una parte del agua de los escurrimientos y luego sembrar las semillas de mijo o de sorgo, lo que permite a las plantas resistir mejor en caso de lluvias irregulares. La técnica se mejora preparando muy temprano los terrenos, con bastante anterioridad a las lluvias: se colocan en los hoyos residuos orgánicos para las termitas que vienen a alimentarse y luego cavan galerías que permiten una mayor infiltración de las aguas; a continuación, se puede plantar agregando además estiércol.

Zoocoria: Por zoocoria se entiende el modo de diseminación de las semillas de las plantas que realizan los animales. Las semillas pueden ser diseminadas por medio de los excrementos (endozoocoria) o por transporte externo, gracias a ciertos ganchos o arpones que poseen los frutos y que se adhieren a los pelos de los animales (epizoocoria).



Agradecimientos

Deseamos agradecer especialmente a las siguientes personas e instituciones por haber contribuido a mejorar el material educativo:
Jean-Pierre Ablard, Nina Cooper,
Matthieu Deldicque, la École Perceval de Chatou,
Rogo Koffi Fiangor, Frédéric Létang,
Denise Létang, Alexander Otte, Ana Persic
y los fotógrafos
Yann Arthus-Bertrand, Olivier Brestin,
Michel Le Berre.

Escuela

País / ciudad

Clase

Nombre del profesor

El cuaderno de la clase

Una manera creativa
de educar sobre el medio ambiente

Material educativo para los países situados en
zonas secas



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



Programa
sobre el Hombre
y la Biosfera



Escuelas Asociadas
de la UNESCO



Material educativo para los países situados en zonas secas

Una manera creativa
de educar sobre el medio ambiente

Responsable de la publicación:
Thomas Schaaf, UNESCO

Redacción y concepción del proyecto:
Hélène Gille

Asesores científicos:
Michel Le Berre y Thomas Schaaf

Coordinación e iconografía:
Hélène Gille
Con la colaboración de:
Cathy Lee

Diseño gráfico:
Mecano, Laurent Batard
con la colaboración de Marion Malpeyrat
y CLaire-Morel-Fatio

Apoyo administrativo:
Natasha Lazic

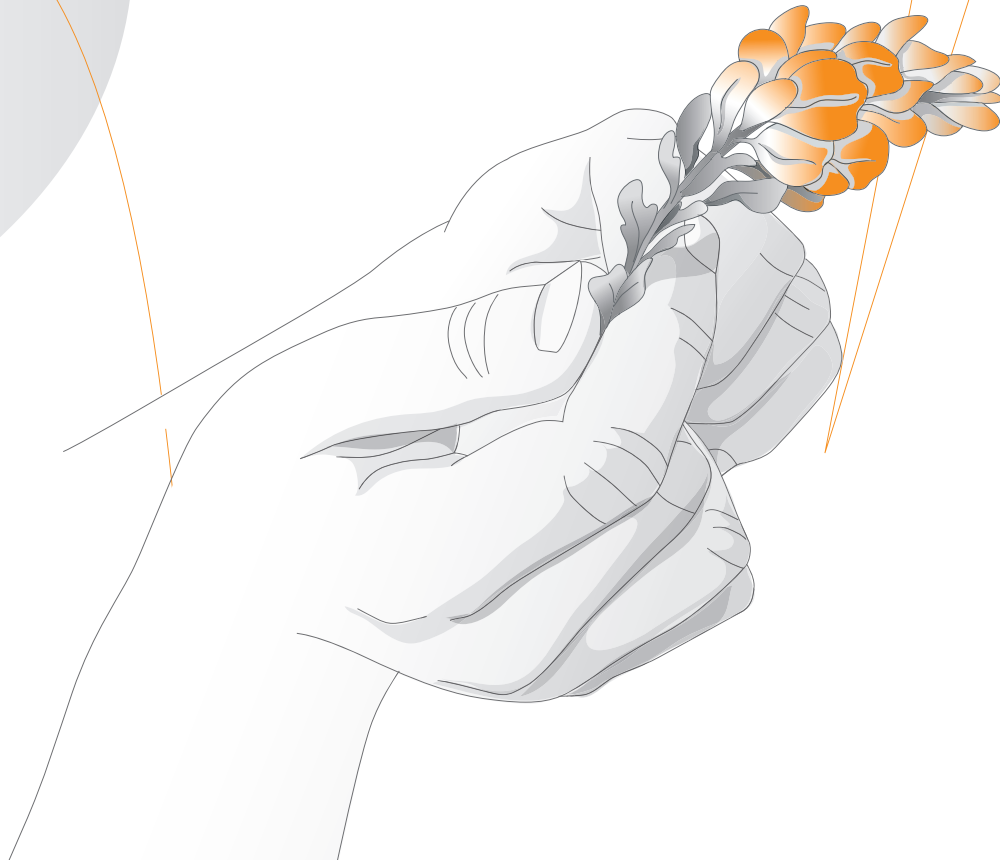
Impresión:
LM Graphie

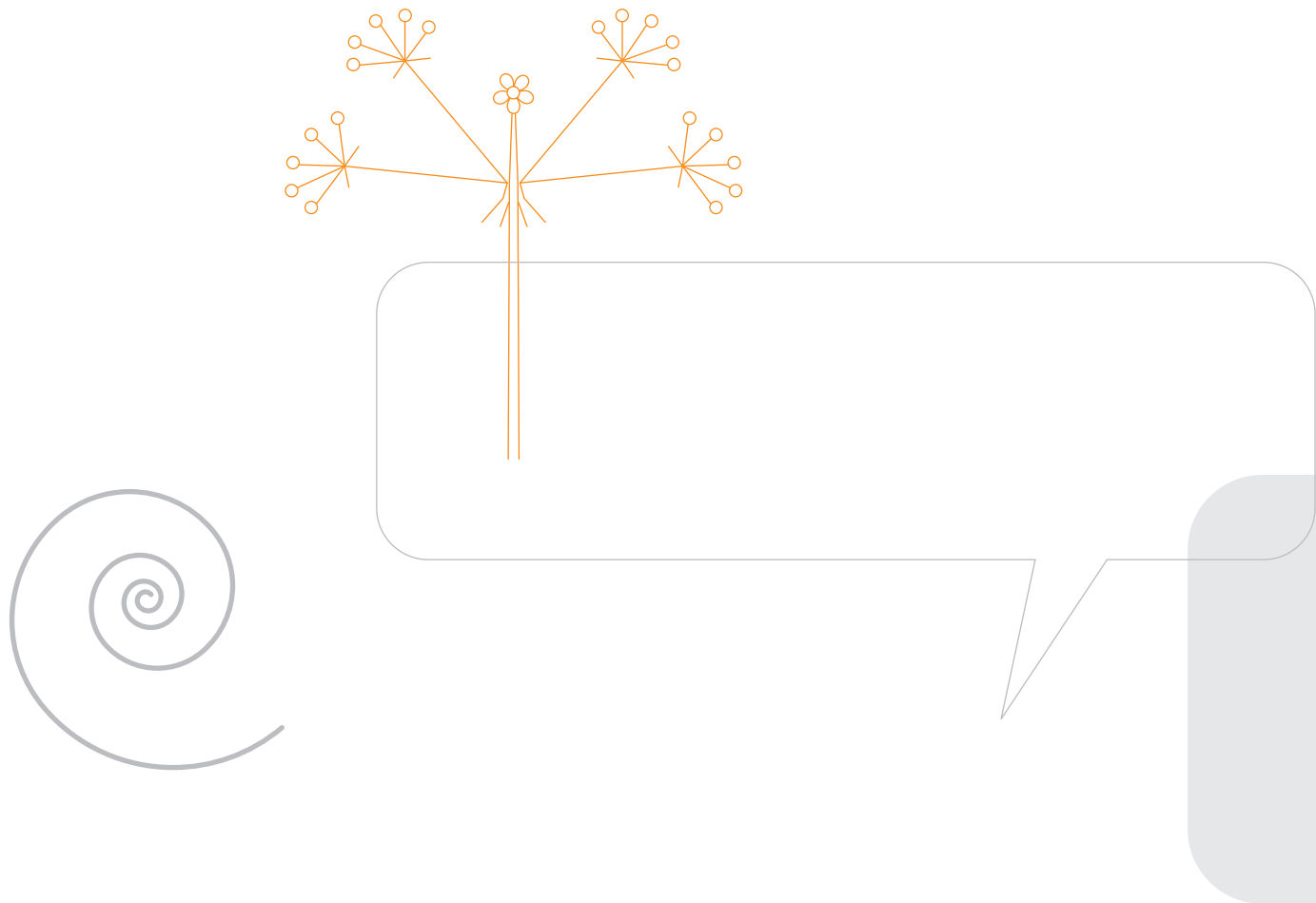
Publicado en 2008 por
el Programa sobre el Hombre y la Biosfera (MAB),
UNESCO
1, rue Miollis
75732 Paris Cedex 15, Francia
Correo electrónico: mab@unesco.org
www.unesco.org/mab

©UNESCO 2008

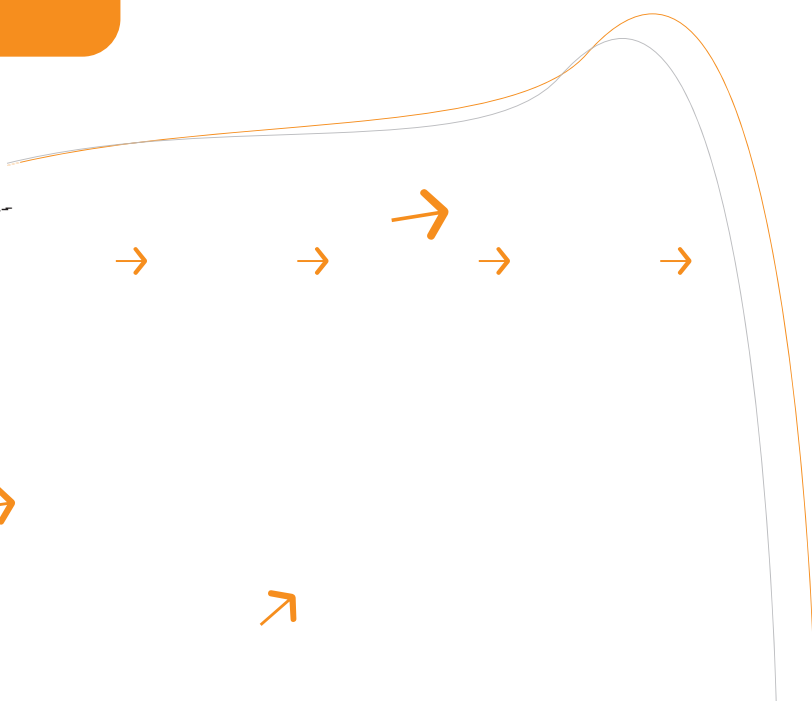


Ahora les toca a ustedes...





Cuéntennos sobre la actividad



Un cuaderno de la clase: ¿por qué?

Acaban de terminar una de las actividades presentadas en el material educativo, así que ahora: ¡lápiz en mano!
Este cuaderno, complemento del manual del profesor, es para ustedes.

En él encontrarán dos páginas que corresponden a la actividad que acaban de realizar. Les toca a ustedes completarlas...

Con la ayuda del profesor, formen grupos y, a medida que van terminando las actividades, uno a uno pueden completar las páginas correspondientes.

Recuerden el ejercicio realizado, vuelvan a ponerse en la situación...

¿En qué orden se realizó la actividad? ¿Qué objetivos tenía?

¿Qué imágenes, qué escenas les han quedado grabadas?

¿Les gustó especialmente una etapa en particular de la actividad?

Descríbanla, usando sus propias palabras y los términos concretos que aprendieron.

Respondan a las preguntas, no olviden dibujar y colorear.

¿Qué objeto, elemento o detalle les ha impresionado más, como grupo, al realizar la actividad? ¿Cómo podrían representarlo?

Practiquen y hagan un boceto; lo que importa es que quede un registro.

Si no les alcanza el espacio, pueden utilizar las últimas páginas del cuaderno, que están reservadas para notas y croquis suplementarios (véanse las págs. 44 a 48).

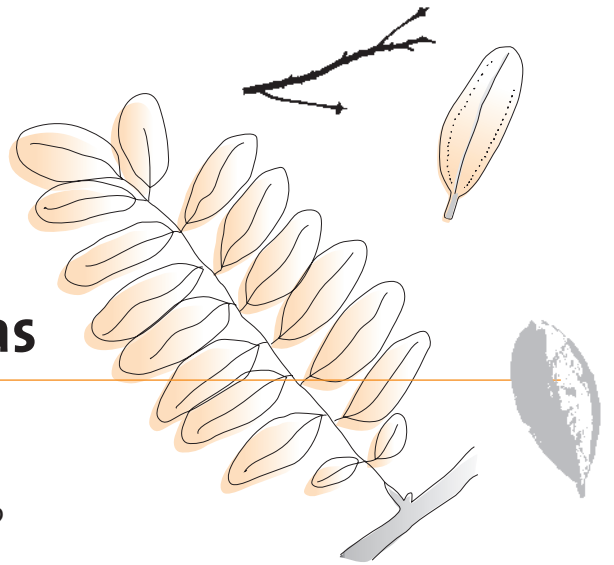
Una vez que hayan completado el cuaderno, pueden pedirle al profesor que lo fotocopie y, si toda la clase lo desea, pueden enviar una copia del cuaderno a otra escuela de la Red del Plan de Escuelas Asociadas de la UNESCO (RedPEA).

Para hacerlo, infórmense con el profesor sobre las instituciones que participan en la RedPEA por medio de los coordinadores nacionales, en la oficina de la UNESCO de su país o en el sitio de Internet del programa: <http://www.unesco.org/education/asp>, de modo que puedan hacer un intercambio de cuadernos con otra escuela asociada y comparar sus observaciones y hallazgos, así como los ecosistemas de las respectivas regiones.

¡Lápiz en mano!

Capítulo nº1 | Actividad nº1

La colección de maravillas



¿Dónde y cuándo realizaron la actividad?



¿Cómo se desarrolló?

Describámla más detalladamente:





¿Qué es un biotopo?



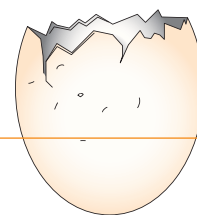
¿Qué elemento (u objeto) les impresionó más al realizar la actividad?

¿Pueden describirlo? ¿Dibujarlo? ¿Pintarlo?

Peguen las fotografías que hayan tomado durante el ejercicio.

Capítulo n°1 | Actividad n°2

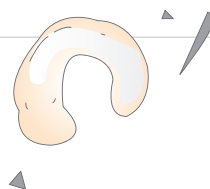
Formas y composiciones en el suelo



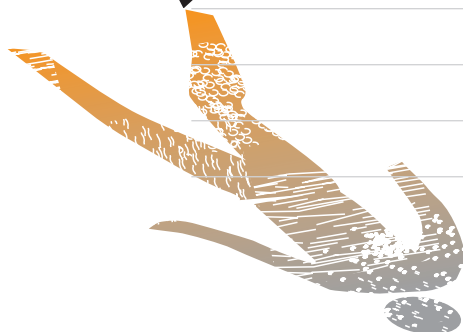
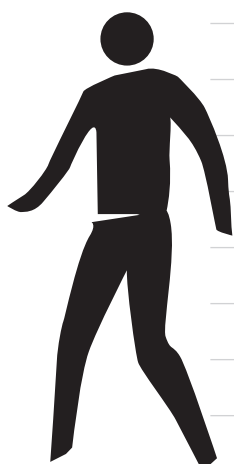
¿Dónde y cuándo realizaron la actividad?



¿Cómo se desarrolló?

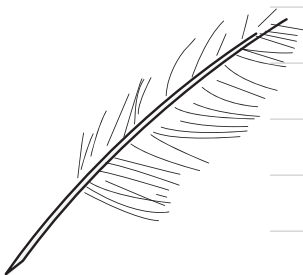


Describanla más detalladamente:





¿Por qué las especies dependen de su medio y de otras especies para vivir?



¿Qué elemento (u objeto) les impresionó más al realizar la actividad?

¿Pueden describirlo? ¿Dibujarlo? ¿Pintarlo?

Peguen las fotografías que hayan tomado durante el ejercicio.



¡Lápiz en mano!

Tierra, piedra y erosión

¿Por qué la erosión eólica causa el deterioro de los suelos sin cubierta vegetal?

¿Qué elemento (u objeto) les impresionó más al realizar la actividad?
¿Pueden describirlo? ¿Dibujarlo? ¿Pintarlo?

Peguen las fotografías que hayan tomado durante el ejercicio.



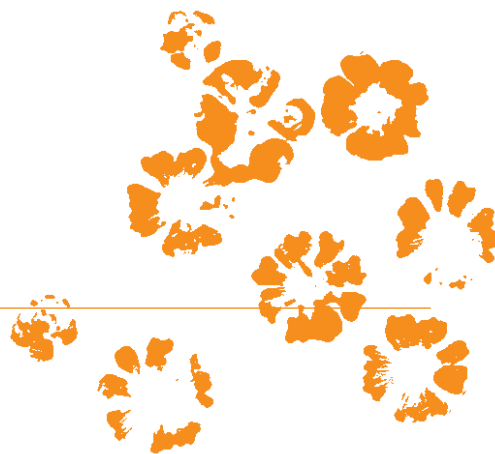
Capítulo n°1 | Actividad n°4

La paleta de la naturaleza

¿Dónde y cuándo realizaron la actividad?

¿Cómo se desarrolló?

Describanla más detalladamente:





Peguen las fotografías que hayan tomado durante el ejercicio.



¡Lápiz en mano!

Capítulo nº1 | Actividad nº5

Tras las huellas de la fauna salvaje

¿Dónde y cuándo realizaron la actividad?



¿Cómo se desarrolló?

Describanla más detalladamente:





¿Qué información sobre los diferentes modos de vida de las especies animales podemos obtener a partir de las huellas y de las diversas marcas dejadas por los animales?



¿Qué elemento (u objeto) les impresionó más al realizar la actividad?
¿Pueden describirlo? ¿Dibujarlo? ¿Pintarlo?

Peguen las fotografías que hayan tomado durante el ejercicio.

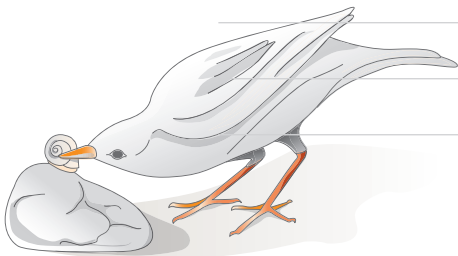
Capítulo nº1 | Actividad nº6

El fresco del ecosistema

¿Dónde y cuándo realizaron la actividad?

¿Cómo se desarrolló?

Describanla más detalladamente:



(Vean el esquema que figura en la página 21 del manual del profesor)



Peguen las fotografías que hayan tomado durante el ejercicio.

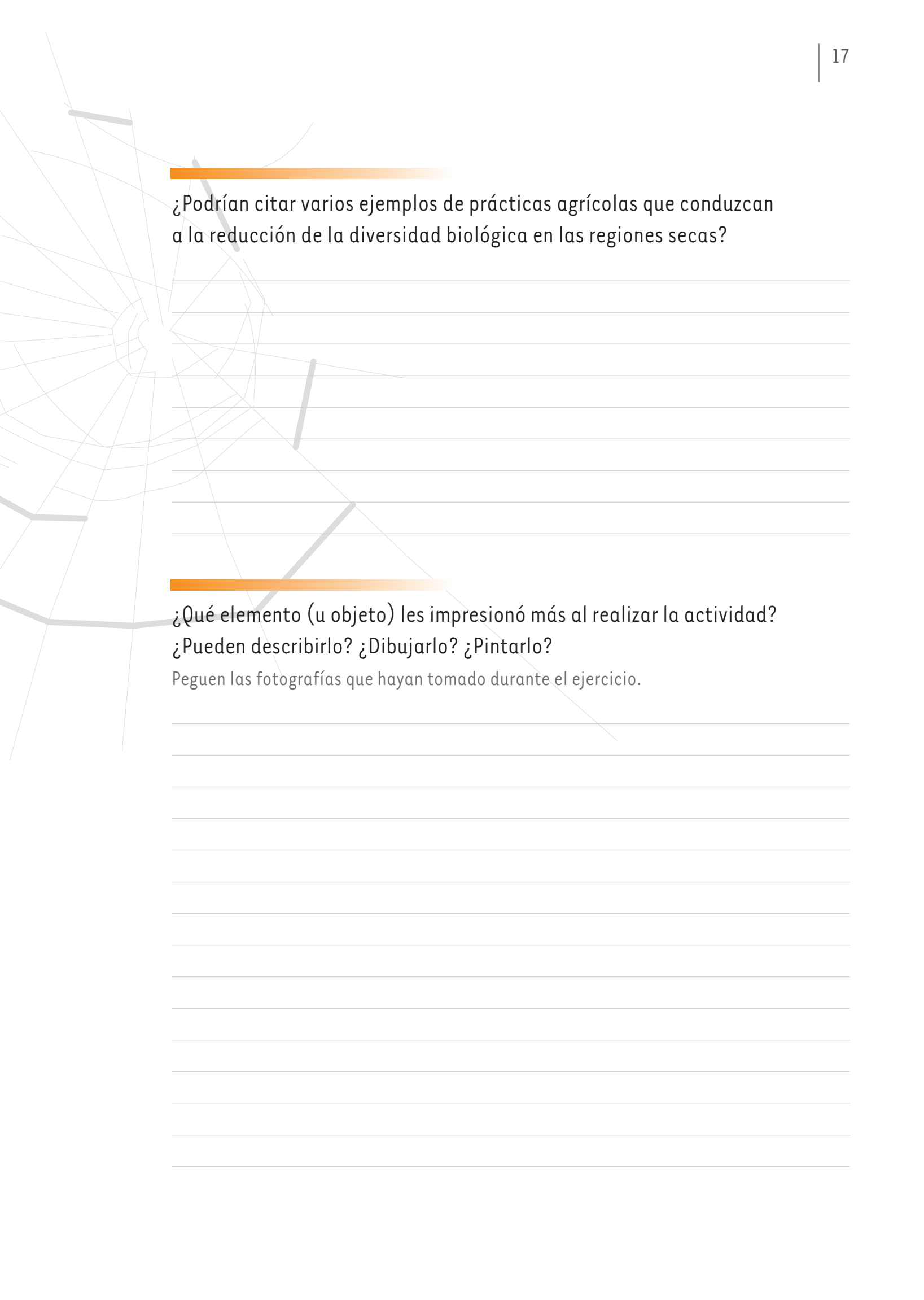
Capítulo n°1 | Actividad n°7**Biodiversidad y puesta en escena:
una malla en la trama vital**

¿Dónde y cuándo realizaron la actividad?

¿Cómo se desarrolló?

Describanla más detalladamente:





¿Podrían citar varios ejemplos de prácticas agrícolas que conduzcan a la reducción de la diversidad biológica en las regiones secas?

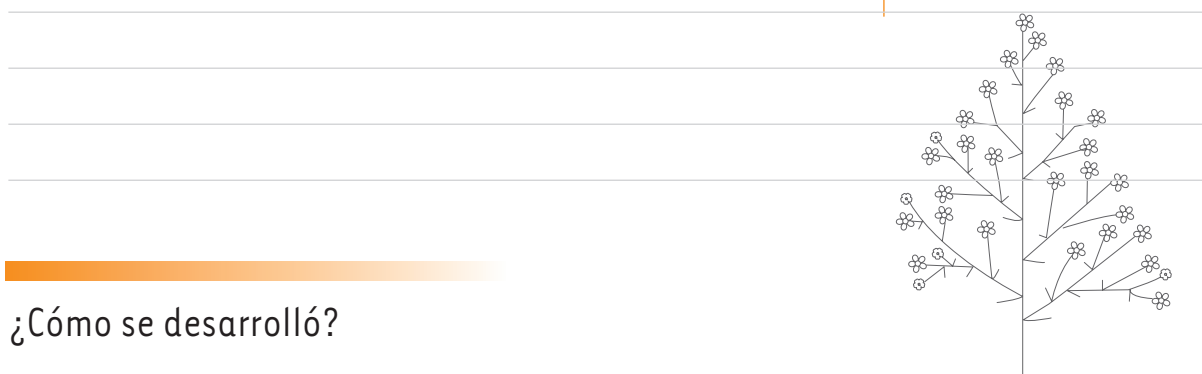
¿Qué elemento (u objeto) les impresionó más al realizar la actividad?
¿Pueden describirlo? ¿Dibujarlo? ¿Pintarlo?

Peguen las fotografías que hayan tomado durante el ejercicio.

Capítulo n°2 | Actividad n°1

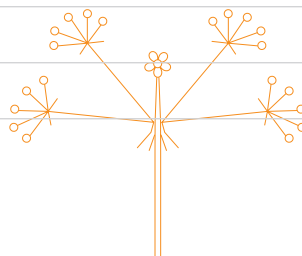
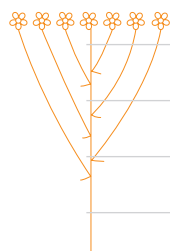
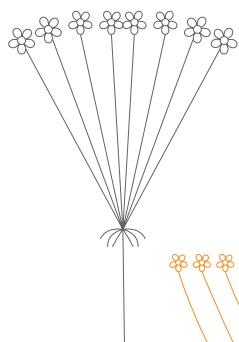
Recorrido de iniciación a las plantas y las flores

¿Dónde y cuándo realizaron la actividad?



¿Cómo se desarrolló?

Describanla más detalladamente:

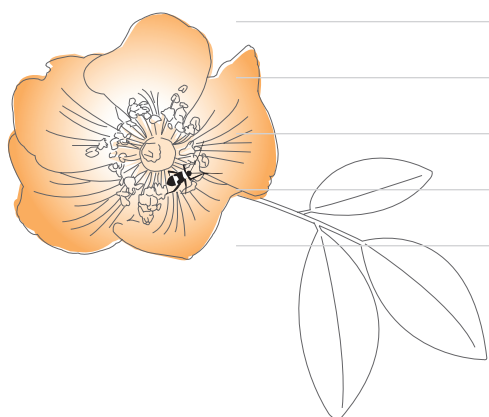


¿Cómo se polinizan esas flores?

¿Qué elemento (u objeto) les impresionó más al realizar la actividad?

¿Pueden describirlo? ¿Dibujarlo? ¿Pintarlo?

Peguen las fotografías que hayan tomado durante el ejercicio.



Capítulo n°2 | Actividad n°2

Formas y diseños: la anatomía de las plantas



¿Dónde y cuándo realizaron la actividad?

¿Cómo se desarrolló?

Describanla más detalladamente:

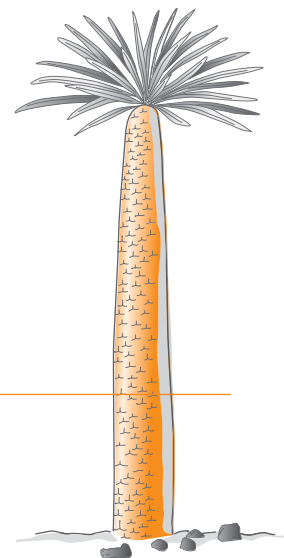




¡Lápiz en mano!

Capítulo nº2 | Actividad nº3

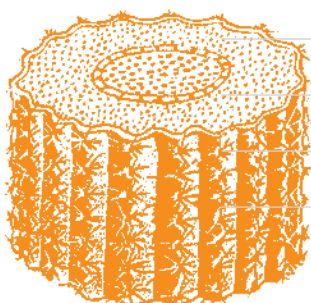
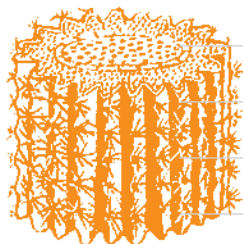
“Vivir en seco” o la adaptación de las plantas al desierto



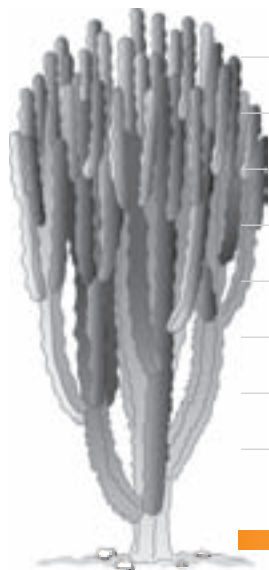
¿Dónde y cuándo realizaron la actividad?

¿Cómo se desarrolló?

Describanla más detalladamente:

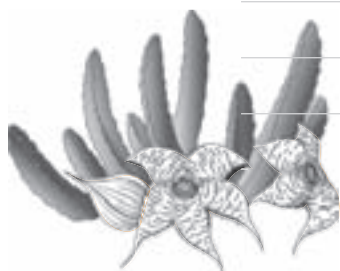


¿Cuáles son las principales adaptaciones morfológicas que sufren las xerófilas para alimentarse de agua, por un lado, y limitar las pérdidas de agua que produce la transpiración, por el otro?



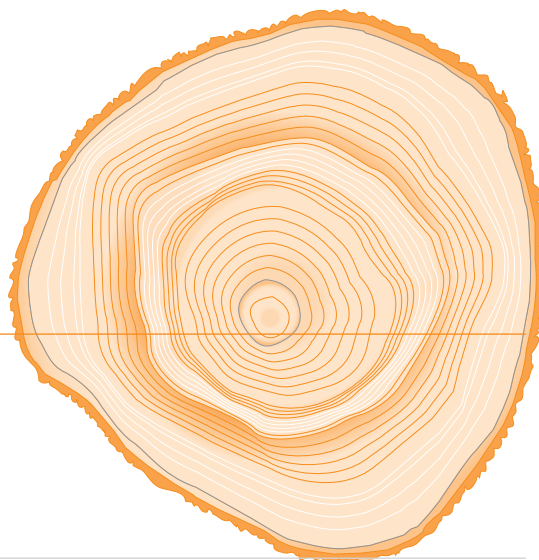
¿Qué elemento (u objeto) les impresionó más al realizar la actividad?
¿Pueden describirlo? ¿Dibujarlo? ¿Pintarlo?

Peguen las fotografías que hayan tomado durante el ejercicio.



Capítulo nº2 | Actividad nº4

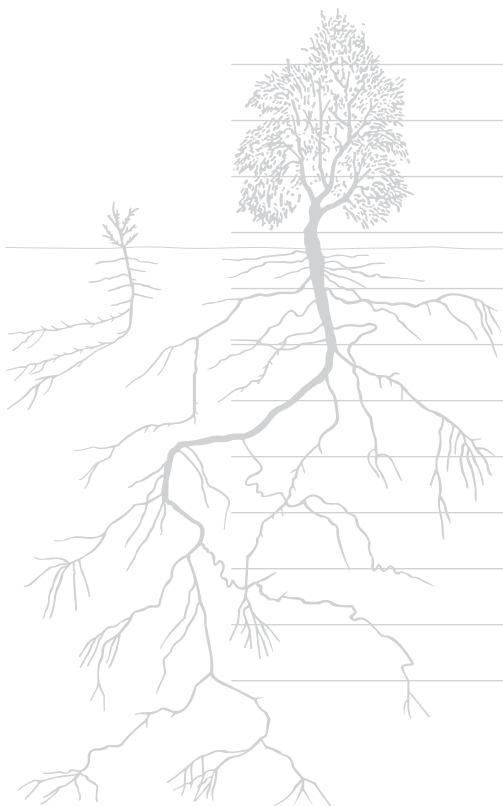
El ecosistema del árbol

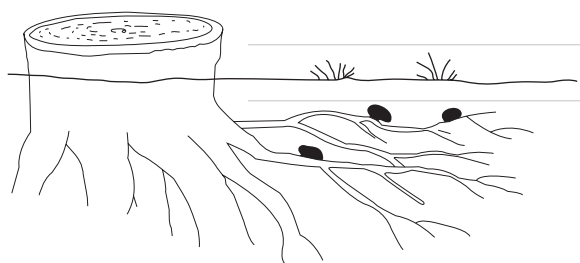


¿Dónde y cuándo realizaron la actividad?

¿Cómo se desarrolló?

Describanla más detalladamente:





¿Clasificaron una misma especie a la vez como planta comestible, planta medicinal y entre las especies vegetales utilizadas para la fabricación de casas?

¿De qué especie se trata? ¿Pueden describir en detalle qué usos se le dan?

¿Qué elemento (u objeto) les impresionó más al realizar la actividad?

¿Pueden describirlo? ¿Dibujarlo? ¿Pintarlo?

Peguen las fotografías que hayan tomado durante el ejercicio.



Aloe vera

Describámba más detalladamente:

¿En qué casos una especie vegetal natural – de particular utilidad para la población – no puede seguir regenerándose en un ecosistema?

¿Qué elemento (u objeto) les impresionó más al realizar la actividad?
¿Pueden describirlo? ¿Dibujarlo? ¿Pintarlo?

Peguen las fotografías que hayan tomado durante el ejercicio.



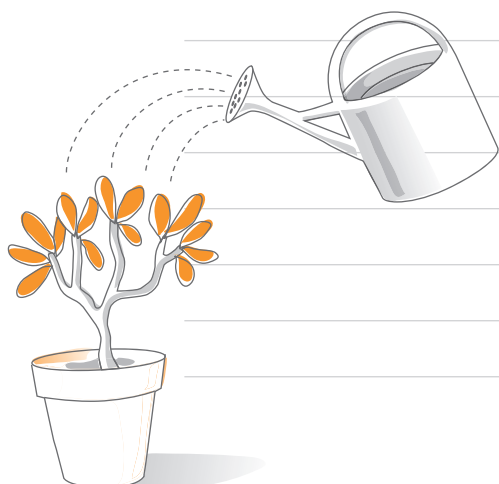
Capítulo nº2 | Actividad nº7

El jardín experimental

¿Dónde y cuándo realizaron la actividad?

¿Cómo se desarrolló?

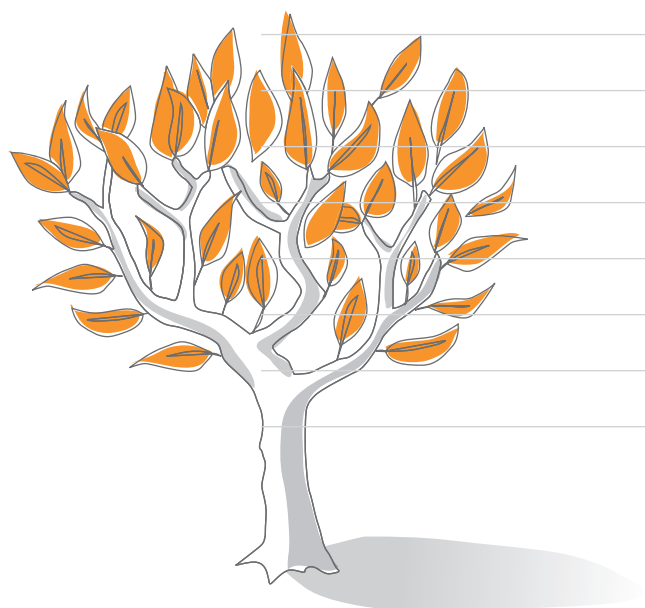
Describanla más detalladamente:



¿Qué conclusiones sacan de las experiencias prácticas realizadas con las plantas en el jardín, a partir de los ejercicios de plantación en viveros, de trasplante, de siembra y de injerto?

¿Qué elemento (u objeto) les impresionó más al realizar la actividad?
¿Pueden describirlo? ¿Dibujarlo? ¿Pintarlo?

Peguen las fotografías que hayan tomado durante el ejercicio.

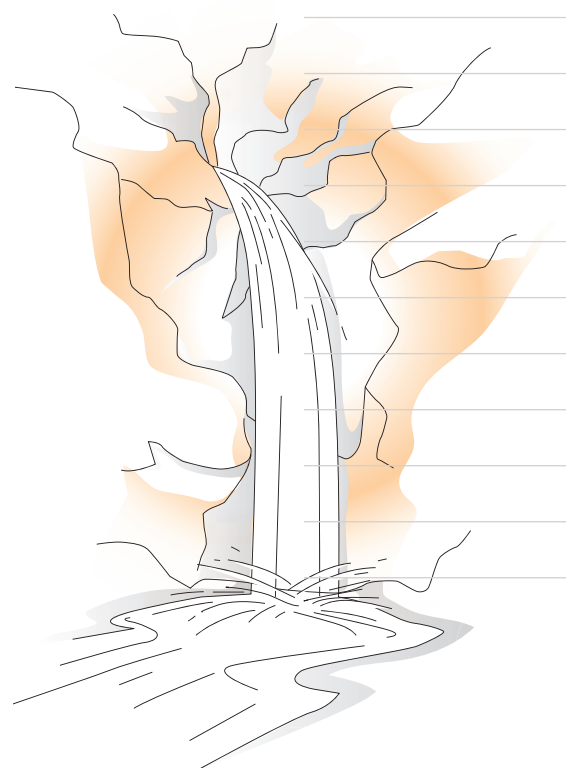


Poema del agua, fuente de vida

¿Qué imágenes del agua resumen para Uds. sus cualidades refrescantes, fertilizantes y purificadoras? ¿Pueden describirlas y representarlas?

¿Qué elemento (u objeto) les impresionó más al realizar la actividad?
¿Pueden describirlo? ¿Dibujarlo? ¿Pintarlo?

Peguen las fotografías que hayan tomado durante el ejercicio.



Capítulo n°3 | Actividad n°2**Pintura, liquidez y transparencia:
el agua y los sentidos**

¿Dónde y cuándo realizaron la actividad?

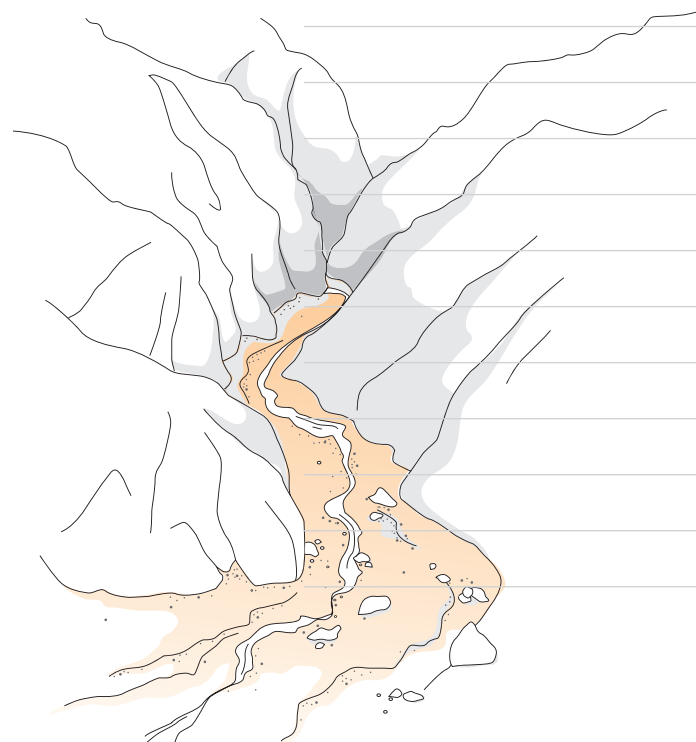
¿Cómo se desarrolló?

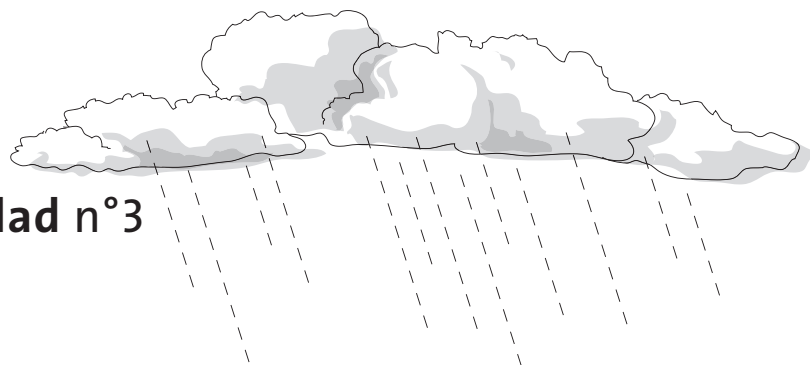
Describanla más detalladamente:

¿Qué huellas deja el agua (su fluidez, su capacidad de desplazamiento y su acción erosiva) en la naturaleza?

¿Qué elemento (u objeto) les impresionó más al realizar la actividad?
¿Pueden describirlo? ¿Dibujarlo? ¿Pintarlo?

Peguen las fotografías que hayan tomado durante el ejercicio.





Capítulo nº3 Actividad nº3

El ciclo del agua

¿Dónde y cuándo realizaron la actividad?

¿Cómo se desarrolló?

Describámba más detalladamente:

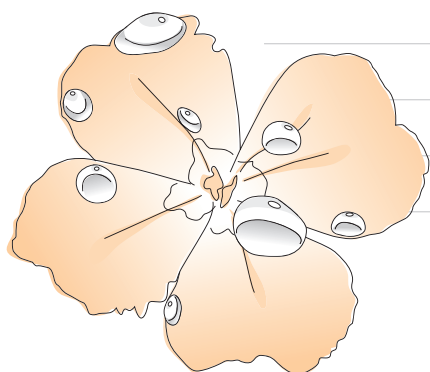
¿Pueden describir las distintas etapas del ciclo del agua?

¿Qué elemento (u objeto) les impresionó más al realizar la actividad?

¿Qué elemento (u objeto) les impresionó más?
¿Pueden describirlo? ¿Dibujarlo? ¿Pintarlo?

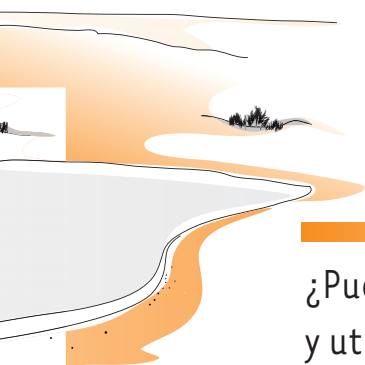
¿Pueden describirlo? ¿Dibujarlo? ¿Pintarlo?

Peguen las fotografías que hayan tomado durante el ejercicio.



El diario de bolsillo de los aguaderos

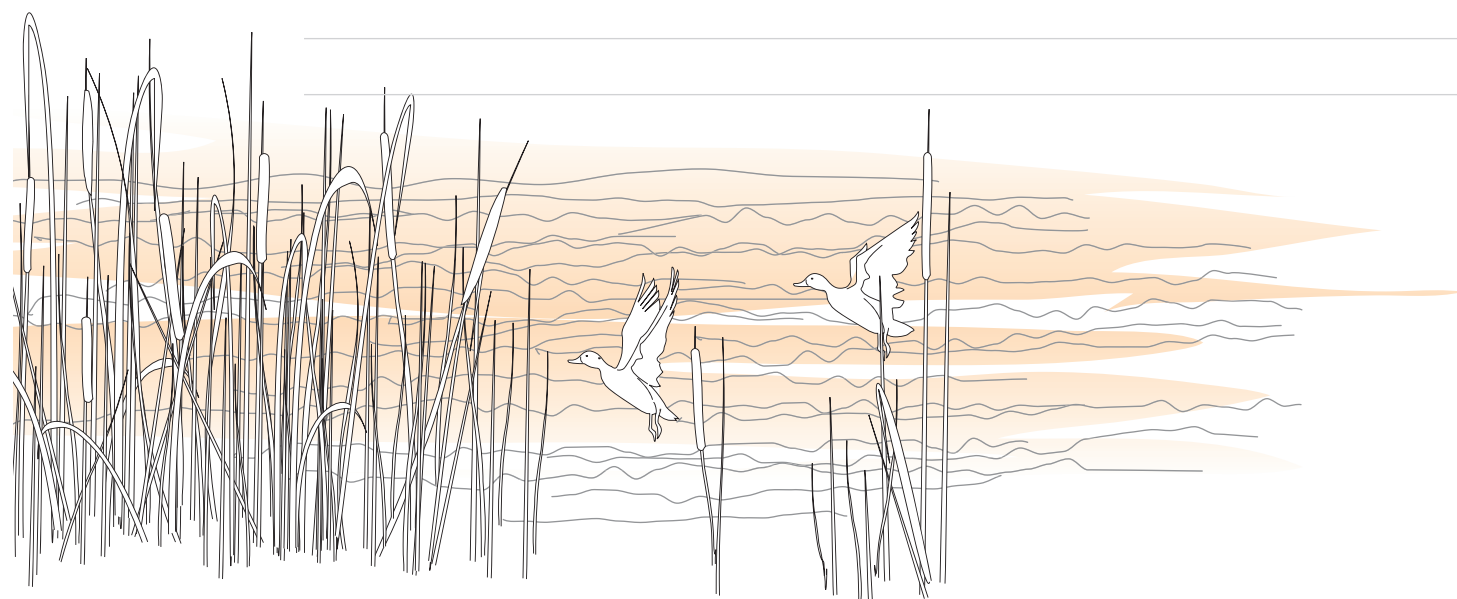




¿Pueden enumerar e ilustrar con ejemplos las funciones ecológicas y utilitarias de los aguaderos superficiales (charcas, gueltas, torrentes) que conozcan bien en su medio ambiente?

¿Qué elemento (u objeto) les impresionó más al realizar la actividad?
¿Pueden describirlo? ¿Dibujarlo? ¿Pintarlo?

Peguen las fotografías que hayan tomado durante el ejercicio.



¿Cuáles son los comportamientos de la población que puedan calificarse como inadecuados o perjudiciales para la gestión y el mantenimiento de los recursos hídricos naturales?

¿Qué elemento (u objeto) les impresionó más al realizar la actividad?
¿Pueden describirlo? ¿Dibujarlo? ¿Pintarlo?

Peguen las fotografías que hayan tomado durante el ejercicio.



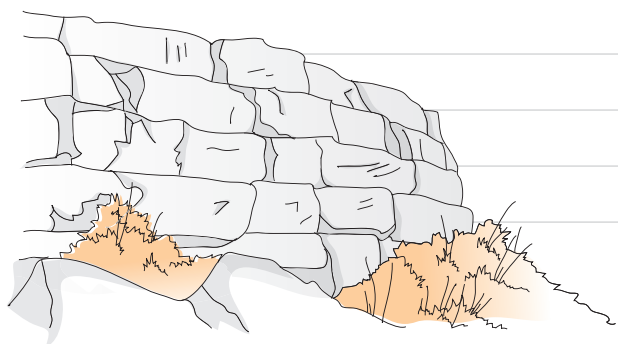
Capítulo n°3 | Actividad n°6

Fresco en paneles de los sistemas hidráulicos de las aldeas

¿Dónde y cuándo realizaron la actividad?

¿Cómo se desarrolló?

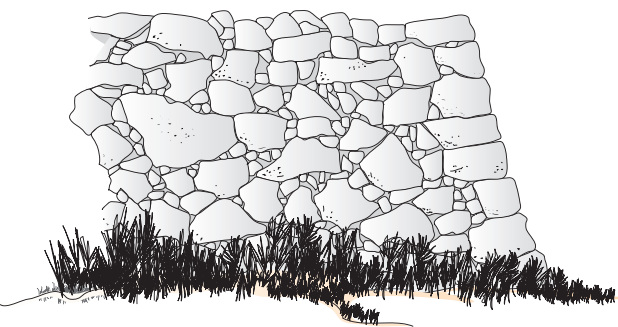
Describanla más detalladamente:



¿Qué fue lo que más les gustó de volver a descubrir técnicas tradicionales de extracción, captación o transporte de las aguas superficiales o subterráneas?

¿Qué elemento (u objeto) les impresionó más al realizar la actividad?
¿Pueden describirlo? ¿Dibujarlo? ¿Pintarlo?

Peguen las fotografías que hayan tomado durante el ejercicio.



Notas y croquis

Notas y croquis

Notas y croquis

Notas y croquis

Una manera creativa de educar sobre el medio ambiente

Este manual del profesor forma parte del material educativo titulado *Una manera creativa de educar sobre el medio ambiente – Material educativo para los países situados en zonas secas* publicado por la UNESCO. El material está disponible en cuatro idiomas (árabe, español, francés e inglés) y se compone de tres documentos:

- El manual del profesor, elemento central del material, dividido en tres capítulos
- El cuaderno de la clase dirigido a los alumnos
- El mapa de las zonas secas en el mundo



Organización
de las Naciones Unidas
para la Educación,



Programa
sobre el Hombre
y la Biosfera