

Guía didáctica y de
educación ambiental del
**Bosque Metropolitano
de Madrid**

BOSQUE
METROPOLITANO

B



**GUÍA DIDÁCTICA Y DE
EDUCACIÓN AMBIENTAL DEL
BOSQUE METROPOLITANO DE MADRID**

Edita

Área de Gobierno de Desarrollo Urbano
Ayuntamiento de Madrid

Autoría y Coordinación Científica

Marta Hernández
Alba Gutiérrez
Camila Monasterio

Diseño y concepto

Mauro Gil-Fournier | Arquitecturas Afectivas

Ilustración y maquetación

Alba Cantalapiedra

Edición

Área de Gobierno de Desarrollo Urbano del Ayuntamiento de Madrid

Dirección y coordinación municipal

Dirección General de Planificación Estratégica
Silvia Villacañas Beades
Departamento de Difusión y Cooperación Institucional

Coordinación editorial municipal

Departamento de Difusión y Cooperación Institucional
Raquel Bravo Rubio
Marisa Tamayo Prada

© de los textos, sus autores

© de las imágenes y dibujos, sus autores y archivos de procedencia

© de la edición, Área de Gobierno de Desarrollo Urbano del Ayuntamiento de Madrid

ISBN 978-84-7812-846-4

Depósito legal M-5987-2023

Edición revisada (abril 2023)

Departamento de Difusión y Cooperación Institucional
Agustina Villaron Villaron
Eva Resco Gonzalez

**Guía didáctica y de
educación ambiental del
Bosque Metropolitano
de Madrid**

1

Introducción

Los entornos urbanos se enfrentan a grandes retos, relacionados con el cambio climático, algunos de ellos ya los hemos experimentado en nuestro territorio, como las olas de calor prolongadas, las sequías duraderas o las lluvias torrenciales. En las ciudades es más complicado establecer un contacto estrecho y significativo con la naturaleza. Lo que provoca una mayor dificultad para identificar nuestra ecoddependencia de los ecosistemas y la biodiversidad. Sin embargo, como parte integrante de los ecosistemas, las personas los necesitamos para poder disponer de agua y aire limpio, para obtener alimento, materiales para construir nuestros hogares, para vestirnos, para inspirarnos estéticamente y artísticamente, para cobijarnos emocionalmente o para identificarnos y arraigarnos culturalmente.

- El desarrollo socioeconómico de los últimos siglos ha provocado el deterioro ecológico causando sobreexplotación de recursos, contaminación, pérdida de especies biológicas y el cambio climático. Todo esto compromete el bienestar de las sociedades humanas. La necesidad de conservación de los ecosistemas y la biodiversidad se hace cada vez más evidente desde todas las perspectivas.
- Madrid y su ciudad, con un clima mediterráneo y el efecto urbano, es vulnerable ante las olas de calor, la sequía, las inundaciones o la degradación ambiental. Esto revela la necesidad de apostar por un modelo de ciudad diferente, en el que los espacios verdes sean prioritarios. No solo generan beneficios ambientales y de salud física, como depurar la contaminación atmosférica, absorber carbono de la atmósfera o regular la temperatura. También son esenciales para la salud mental, como pudimos comprobar durante la crisis de la COVID-19. En los últimos años, el municipio de Madrid ha realizado esfuerzos para mejorar la infraestructura verde urbana, con mayor o menor éxito, haciendo énfasis en la importancia de la conectividad, la adaptación al cambio climático, el equilibrio dotacional entre barrios y distritos, la renaturalización y la salud ambiental.
- ¿Puede un proyecto urbano generar conocimiento para los estudiantes y docentes de primaria de la ciudad de Madrid? El Bosque Metropolitano es, precisamente, un proyecto que trata promover la reflexión en torno a las mejoras de las transformaciones urbanas sobre la biodiversidad. El objetivo de esta guía didáctica y de este proyecto de educación ambiental es llevar esta reflexión e indagación al ámbito educativo de la educación primaria de Madrid. Esta guía pretende ayudar a escuchar y observar lo que ya forma parte de nuestro paisaje, cultura y patrimonio para abrir a nuevas posibilidades de relación con plantas, animales y otros seres. Esto reforzaría nuestros vínculos y las relaciones ecológicas de los ecosistemas de los que formamos parte, lo cual es imprescindible para afrontar la crisis climática y ecológica actual. Hablar del Bosque en la ciudad es tratar de comprender cómo funcionan los sistemas vivos humanos y no humanos y el papel del diseño del lugar que habitamos en un momento en el que se necesita una reflexión y búsqueda de nuevos planteamientos ante la emergencia climática que está sucediendo.
- Esta guía didáctica aborda la cuestión desde una perspectiva multidisciplinar, donde intervienen áreas como la arquitectura, el urbanismo, la geografía, el paisaje, la ingeniería, la biología, la ecología, la botánica, entre otras. Este enfoque pretende sumar al conocimiento de la ciudadanía, en este caso a jóvenes, niños y niñas para generar una mayor transversalidad a la hora de potenciar el pensamiento crítico y la búsqueda de soluciones por el bienestar común.

2

Objetivos

Trasladar a las aulas y al alumnado la relevancia de la naturaleza no siempre es tarea fácil. La complejidad de la temática es elevada y existen limitaciones de tiempo, metodológicas o de medios. Sin embargo, es esencial hacer un esfuerzo por integrar este contenido en el trabajo diario con el alumnado.

Esta guía, orientada a segundo ciclo de primaria, pretende aportar propuestas a los equipos docentes para trabajar en el aula conceptos, ideas y reflexiones en torno a la biodiversidad, los ciclos biológicos y la sostenibilidad de nuestros actos diarios. Las aproximaciones metodológicas combinan la observación y experimentación, la manipulación de elementos naturales y el trabajo con objetos, así como enfoques más lúdicos aplicando mecánicas de juego.

La dimensión territorial está presente de manera continua en las propuestas, arraigadas en el territorio del municipio de Madrid, su corona perimetral con gran valor ecológico y su futuro Bosque Metropolitano.

Los objetivos de esta guía didáctica son los siguientes:

- Dar a conocer la belleza y singularidad del territorio alrededor de la ciudad de Madrid.
 - Extender la imaginación de lo que un bosque en la ciudad de Madrid puede llegar a ser.
 - Entender las dinámicas de los suelos, del agua, del aire, para la creación de un bosque.
 - Comprender la labor de las conexiones naturales que la ciudad necesita para la continuidad de la vida animal y vegetal y de la biodiversidad en su conjunto.
 - Generar en los alumnos una visión holística y sistémica de la vida urbana y el bosque, donde las personas somos parte de las interrelaciones ecológicas presentes en la naturaleza.
 - Inspirar a las futuras generaciones en una mirada integral, crítica y reflexiva respecto a los retos que debemos afrontar en el futuro cercano en un contexto de cambio climático y crisis de biodiversidad.
 - Promover la alfabetización científica del alumnado.
-

3

Estructura y contenidos

El material de la guía incluye cuatro propuestas de actividades, un juego llamado el Juego de la Conectividad y un dispositivo en forma de mapa conceptual del municipio de Madrid y sus inmediaciones.

A continuación, se detalla cada material.

Las cuatro actividades temáticas son independientes entre sí, cada una de ellas enfocada en trabajar los siguientes contenidos:

- **Actividad 1. ¡MANTÉN EL EQUILIBRIO!**
Biodiversidad, cadenas tróficas, equilibrio y salud de los ecosistemas.
- **Actividad 2. (RE)CREANDO SUELO:**
Composición del suelo, sucesión ecológica, erosión, conservación de suelos.
- **Actividad 3. EN LA COCINA ¡NO DEJES NI HUELLA!**
Huella ambiental de los alimentos, sostenibilidad de nuestra alimentación, agricultura y ganadería sostenibles.
- **Actividad 4. A LA CAZA DE LA ADAPTACIÓN:**
Adaptaciones biológicas de las plantas, influencia del medio en la biodiversidad vegetal.

Actividades:

Al comienzo de cada actividad, una tabla resumen recoge los datos prácticos relativos a la temática de trabajo, los materiales necesarios, la duración estimada de la actividad y aquellos lugares del mapa con los que guarda relación (ítems del Bosque Metropolitano relacionados). También se describe brevemente la actividad, sus objetivos, los resultados esperados y las sugerencias de visitas con el alumnado fuera del aula. Para éstas últimas, se aconsejan lugares representativos que cuentan con la opción de recibir visitas de centros escolares. También se recomienda la posibilidad de visitar espacios interesantes en las inmediaciones del centro como parques, descampados o huertos urbanos. Algunas actividades se dividen en dos sesiones, que guardan relación y continuidad, pero que a su vez son independientes entre sí, dando flexibilidad a la hora de desarrollarlas en distintos momentos o por separado.

Juego de la Conectividad:

La conectividad entre los espacios verdes de la ciudad de Madrid y de su entorno es esencial para conservar la biodiversidad y los ciclos biológicos. Para trabajar esta temática se ha puesto especial énfasis en la posibilidad de abordar su dimensión espacial. El Juego de la Conectividad se asemeja a un juego de mesa en el que el tablero es el territorio que ocupará el Bosque Metropolitano y los jugadores son animales urbanos que deben desplazarse por el municipio de Madrid, entrando y saliendo de la ciudad para satisfacer sus necesidades.

Mapa del Bosque Metropolitano:

Para finalizar, las actividades y el Juego de la Conectividad se complementa con el dispositivo que hemos creado específicamente para materializar la dimensión territorial del Bosque Metropolitano, los espacios verdes y la biodiversidad del municipio. Se han seleccionado ocho ubicaciones en el mapa de Madrid, a lo que hemos llamado ítems. Estos ítems destacan procesos y características ecológicas relevantes, a partir de las cuales se trabajan conceptos concretos. Paralelamente, los ítems reflejan proyectos incluidos dentro del futuro Bosque Metropolitano.

Actividad 1

¡Mantén el equilibrio!

ACTIVIDAD 1: ¡MANTÉN EL EQUILIBRIO!	
<p>TEMÁTICAS DE TRABAJO:</p> <p>Biodiversidad, redes tróficas, equilibrio y salud de los ecosistemas.</p>	<p>MATERIALES</p> <p>Pósit/lazos o coleteros de colores. Aula espaciosa con posibilidad de que el alumnado se mueva libremente por el espacio.</p>
<p>ÍTEMS DEL BOSQUE METROPOLITANO RELACIONADOS:</p> <p>Ítem 6: Equilibrio ecológico en Valdegrulla. Ítem 8: Infraestructuras como conectores M-40.</p>	
<p>TIEMPO: Una única sesión de 2h.</p>	
<p>BREVE DESCRIPCIÓN DE LA ACTIVIDAD:</p> <p>Al terminar esta actividad, el alumnado habrá comprendido, a través del juego, la importancia de la conservación de la biodiversidad para mantener el equilibrio ecológico. Aprenderá a identificar la relación entre los seres vivos para reproducir una cadena trófica y podrá constatar las diferencias entre un ecosistema saludable y otro alterado.</p>	
<p>OBJETIVOS:</p> <ul style="list-style-type: none"> ■ Comprender la relevancia de la conservación de la biodiversidad para el mantenimiento de la funcionalidad de los ecosistemas y las consecuencias de la alteración de la naturaleza. ■ Facilitar la comprensión de las complejas relaciones entre la biodiversidad de un ecosistema. ■ Reflexionar sobre posibilidades para evitar la alteración de los ecosistemas a través del Bosque Metropolitano. 	
<p>RESULTADOS ESPERADOS:</p> <p>Representación de una cadena trófica equilibrada y representación de una cadena trófica alterada por perturbación del ecosistema.</p>	
<p>SUGERENCIAS DE VISITAS CON EL ALUMNADO:</p> <p>Centro de Interpretación de la Naturaleza Montecarmelo (Fuencarral - El Pardo) https://www.madrid.es/portales/munimadrid/es/Inicio/Medio-ambiente/Direcciones-y-telefonos/Centro-de-Interpretacion-de-la-Naturaleza-Montecarmelo-Fuencarral-El-Pardo-/?vgnnextfmt=default&vgnnextoid=8f6f3633dcd4f010VgnVCM1000000b205a0aRCRD&vgnnextchannel=864f79e-d268fe410VgnVCM1000000b205a0aRCRD</p> <p>Parque o espacio verde público en las inmediaciones del centro educativo.</p>	

1. INTRODUCCIÓN PARA DOCENTES

Los seres vivos interactúan entre ellos de manera continua y diversa, entre organismos de la misma especie y de especies distintas. **Las relaciones tróficas y la depredación, en las que un ser vivo se alimenta de otro, son muy relevantes para el equilibrio de los ecosistemas.** Solamente los organismos autótrofos (como las plantas o las algas) son capaces de fabricar su propia energía y materia para crecer y formar sus tejidos. También son conocidos como productores, por ejemplo, el césped y los tréboles del parque o las encinas, las higueras o los plátanos de sombra. Los demás seres vivos (animales, hongos, bacterias) son **heterótrofos**, por lo que necesitan alimentarse de otro ser vivo para obtener su propia energía. A estos organismos se les conoce como **consumidores**, por ejemplo, las abejas que se alimentan del néctar de las flores o el águila que se alimenta de conejos. Por último, los **descomponedores** también son heterótrofos con la peculiaridad de reciclar la materia dejándola disponible de nuevo para los organismos autótrofos, como algunos hongos y bacterias presentes en el suelo.

Las redes tróficas mantienen el control de las poblaciones. Es esencial no alterar los ecosistemas ni la biodiversidad autóctona/local (por deforestación, fragmentación del hábitat, contaminación o introducción de especies invasoras), para evitar que haya sobrepoblación de algún ser vivo que provoque daños en el ecosistema. Por ejemplo, las águilas se alimentan de conejos y roedores, entre otros. Si éstas desaparecen, habrá sobrepoblación de conejos, lo cuales pueden causar daños en la flora ya que se alimentan de plantas. Viceversa, si los conejos murieran por alguna enfermedad, las águilas se quedarían sin alimento y habría una gran proliferación de vegetación. Es por esto que debe mantenerse la biodiversidad propia de cada eco-sistema para garantizar el **equilibrio ecológico** y que los ecosistemas funcionen de manera adecuada.

En la ciudad de Madrid y sus alrededores habita biodiversidad con gran valor ecológico, algunas de ellas se encuentran protegidas por encontrarse en estado vulnerable, en peligro de extinción o por ser de especial interés, como el escarabajo ciervo volante (*Lucanus cervus*), el murciélago orejudo meridional (*Plecotus austriacus*) o el galápagu europeo (*Emys orbicularis*).

El Bosque Metropolitano busca mejorar la población del **águila imperial ibérica** (*Aquila adalberti*), una especie endémica de la península ibérica que se encuentra en peligro de extinción y que habita en la corona norte de Madrid. El proyecto trata de mejorar las condiciones del hábitat y la conectividad en las inmediaciones de Valverde y el parque de Valdelatas y Valdegrulla, en la zona norte de Madrid (ítem 6).

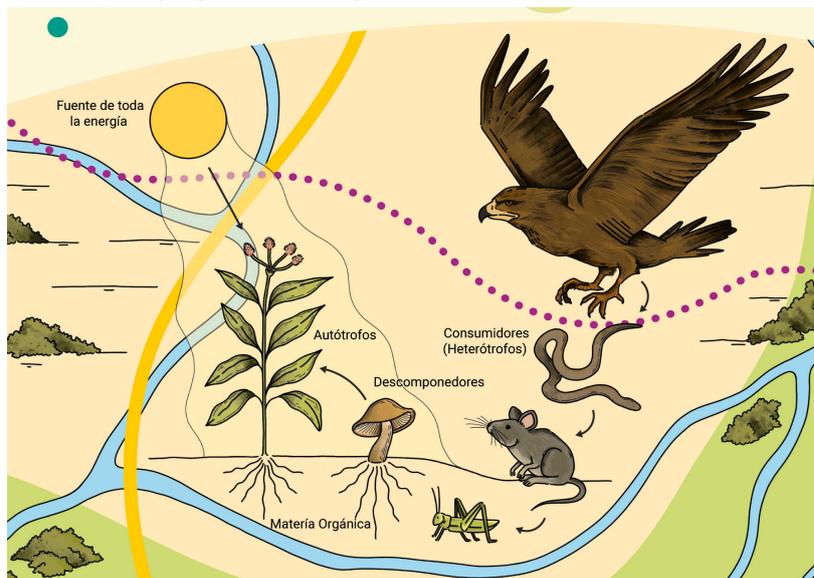


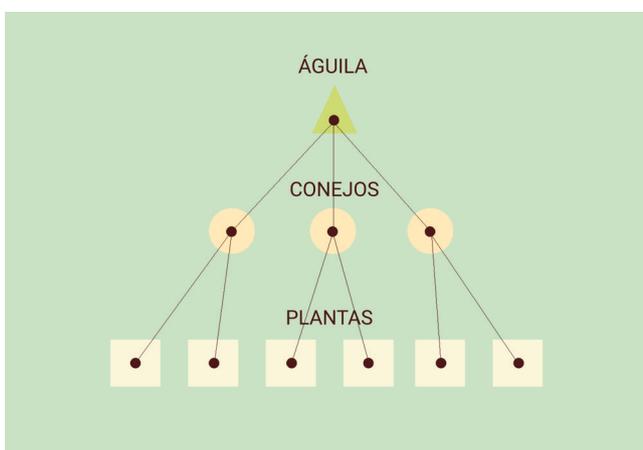
Figura 1. Equilibrio ecológico.

Reestablecer la cadena trófica del águila imperial ibérica en Valdegrulla y Valdelatas es también el propósito del proyecto del Bosque Metropolitano en la zona norte de la ciudad.

2. DESARROLLO DE LA ACTIVIDAD

Cadena trófica en equilibrio

Una de las bases de la alimentación de las águilas y otras aves rapaces de gran tamaño, son los conejos, los cuales se alimentan a su vez de plantas silvestres. Éste es un ejemplo representativo de una cadena trófica típica de los ecosistemas mediterráneos, que podemos encontrar en los alrededores de Madrid y el Bosque Metropolitano como la Casa de Campo o en la zona norte en el Monte de El Pardo. En esta primera sesión, se representará una red trófica equilibrada, en la que los distintos seres vivos tienen alimento y no existe sobrepoblación de ninguna especie. El alumnado deberá representar tres tipos de seres vivos diferentes: una parte de los estudiantes serán los productores (plantas), otros los consumidores primarios (conejos) y los últimos los consumidores finales (águilas). Para que el ejercicio funcione es necesario mantener las relaciones tróficas de acuerdo a la realidad, ya que un conejo nunca cazará a un águila y una planta nunca se comerá a un conejo. También es importante mantener la proporción 6 : 3 : 1, es decir, por cada 10 estudiantes, deberá haber 6 que representen plantas, 3 que hagan de conejos y 1 que sea el águila. Si al calcular la proporción con el total de estudiantes aparecieran números decimales, se redondeará a favor del número de plantas. De esta forma no se altera la cadena trófica. En el apartado 5. Imprimibles, puede encontrarse el Listado de Seres Vivos con los nombres de los organismos productores y consumidores. Se escribirán los nombres de cada uno de los seres vivos en un pòsit, siguiendo un código de color (por ejemplo, el nombre de las plantas en pòsit de color verde, los conejos en amarillo y las águilas en naranja). Debemos asegurarnos de que tenemos la misma cantidad de pòsit que de estudiantes, siempre manteniendo la proporción indicada. Se pueden sustituir los pòsit por cualquier otro objeto identificativo, como lazos o coleteros de colores. Lo importante es que sean claramente visibles para el resto de los estudiantes, ya sea adherido al jersey o atado a la muñeca.



Para formar las cadenas tróficas, cada estudiante debe saber qué ser vivo le ha tocado ser y buscar otro del que se pueda alimentar. Pero deben ser rápidos, pues cada conejo debe alimentarse de dos plantas y cada águila necesita comerse tres conejos. Al mismo tiempo, cada planta solo puede ser devorada por un solo conejo y cada conejo solo puede ser comido por un solo águila (Figura 2). Para ver un ejemplo y resumen de las indicaciones de los roles ver 5. Imprimibles.

◀ **Figura 2. Cadena trófica equilibrada.**

La figura 2 representa cómo deberían conformarse las cadenas tróficas equilibradas en caso de ser 10 estudiantes. La flecha indica el ser vivo depredado (comido). Dos plantas son comidas por un conejo, que a su vez es devorado por un águila.

- **1.** Se retirarán las mesas a los laterales del aula y se formará un círculo grande con las sillas. Debe quedar espacio suficiente en el interior del círculo que forman las sillas para que el alumnado pueda desplazarse libremente.
- **2.** El equipo docente presentará el contenido teórico de acuerdo al nivel educativo del aula. Posteriormente, se indicará al alumnado en qué consiste la dinámica, aclarando que existen tres roles que son tres tipos de seres vivos, las relaciones tróficas entre ellos y la cantidad de alimento que necesita cada ser vivo. No se les contará la proporción en la que estarán representados cada uno.
- **3.** Introducir los pósit (o el objeto identificativo en el que se han escrito los nombres de los seres vivos) en un recipiente. Cada estudiante cogerá uno. No podrán verlo ni enseñarlo al resto de la clase hasta que todos los estudiantes tengan el suyo.
- **4.** Una vez se hayan repartido todos los seres vivos, es momento de que lo vean y de hacerlo visible para el resto de los compañeros (pegarán al jersey el pósit o atarán a la muñeca/antebrazo el lazo o coletero).
- **5.** Una vez todos los estudiantes estén identificados, cuando se dé la señal, los estudiantes deberán correr por el centro del aula para encontrar lo que cada rol necesite de acuerdo a las indicaciones.
- **6.** Se les dará el tiempo suficiente para que formen las cadenas tróficas y se aseguren de que están bien. Una vez conformadas se repasarán en voz alta para detectar posibles errores.
- **7.** Se pondrá en común los resultados. Algunas preguntas que pueden facilitar el debate: ¿Os ha resultado fácil o difícil encontrar alimento? ¿Lo habéis encontrado? ¿Por qué creéis que hay alimento para todos los seres vivos? ¿Creéis que la biodiversidad de este ecosistema está en buen estado? ¿Por qué?
- **8.** Explicar que se trata de una cadena trófica equilibrada ya que existe alimento disponible para todos los seres vivos con distintas necesidades alimentarias. Esto es así porque el ecosistema en el que viven se ha mantenido en buen estado sin sufrir alteraciones severas, por lo que la biodiversidad se encuentra bien conservada.

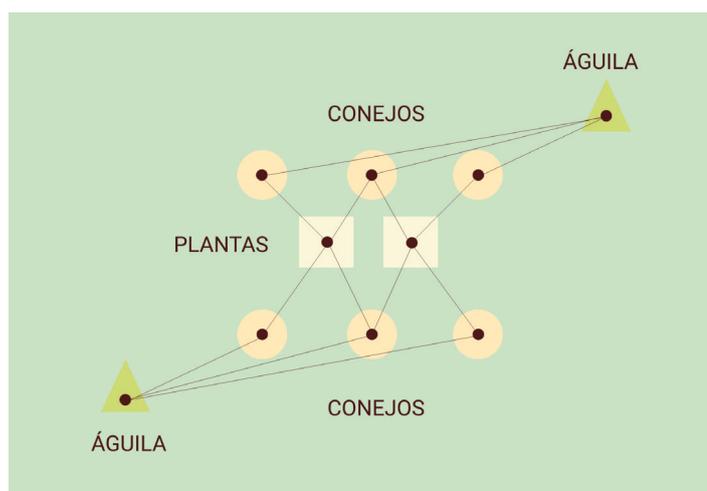
Cadena trófica alterada

En este caso se representará una cadena trófica no equilibrada. Partiendo de la situación anterior, la población de conejos proliferó ya que había mucha cantidad de plantas. Gracias a eso, también proliferó la población de águilas, por lo que ahora hay más conejos y más águilas. Sin embargo, se ha producido una alteración grave del ecosistema ya que se ha construido una plantación muy grande de cultivo de fresas y tomates, los cuáles necesitan mucha cantidad de agua que toman del acuífero del subsuelo. También se puede achacar la perturbación del ecosistema a la escasez de lluvias, sequía y cambio climático. Esto ha provocado que las plantas se resientan por falta de agua y cada vez hay menos. De esta manera, la nueva proporción de roles de seres vivos será 3 : 5 : 2 (por cada 10 estudiantes, 3 serán plantas, 5 conejos y 2 águilas). Las relaciones tróficas siguen siendo las mismas y las necesidades de alimento se mantienen: cada conejo debe alimentarse de dos plantas y cada águila necesita comerse tres conejos. Al mismo tiempo, cada planta solo puede ser devorada por un conejo y cada conejo solo puede ser comido por un águila (Figura 3). Si al calcular la proporción con el total de estudiantes aparecieran números decimales, se redondeará en favor del número de conejos.

La figura 3 representa como deberían conformarse las cadenas tróficas alteradas, si fuesen 10 estudiantes. No será posible conformar cadenas tróficas completas. El punto indica el ser vivo depredado (comido). La línea indica relaciones tróficas que no podrán darse por falta de alimento. Parte del alumnado que tenga rol de conejo, no conseguirá encontrar sus dos plantas. De manera similar, pasará con el rol águila (ver explicación más abajo).

Figura 3. Cadena trófica desequilibrada.

Se añaden y reducen los pódidos o identificativos de acuerdo a la nueva proporción de seres vivos. Se explica al alumnado la perturbación que ha sufrido el ecosistema, haciendo énfasis en que ahora hay menos agua disponible. Este hecho supondrá cambios que deben descubrir, pero no se les desvela la repercusión que ha tenido en la población de seres vivos ni se les explican las nuevas proporciones de seres vivos.



-
- 1. Repetir los pasos anteriores 3 a 7.
 - 2. Explicar que se trata de una cadena trófica desequilibrada ya que la biodiversidad ha sufrido las consecuencias de la perturbación del ecosistema. La escasez de agua ha provocado que la población de plantas disminuya. Al mismo tiempo, la proliferación de conejos que hubo, ha hecho que desaparezcan más plantas ya que son su alimento. Por tanto, las cadenas tróficas se han alterado y el resultado es que no hay alimento para todos. Al haber menos plantas, los conejos no tendrán comida y muchos de ellos terminarán muriendo, reduciendo su población. Pasará lo mismo con las águilas.
 - 3. Si el águila se está alimentando de un conejo que no ha encontrado una o dos plantas para comer, esos conejos no serán viables y morirán de inanición. Por tanto, puede que haya águilas que no se puedan alimentar (morirán) o que se alimenten de un número de conejos menor que su óptimo, causando desnutrición y vulnerabilidad a enfermedades o inclemencias del tiempo.
 - 4. Se cerrará el ejercicio haciendo una reflexión sobre la importancia de conservar los ecosistemas y la biodiversidad para asegurar su equilibrio. Se puede debatir sobre la necesidad de regenerar los ecosistemas dañados. Algunas preguntas que pueden lanzarse al alumnado: ¿Cómo creéis que puede mejorar un ecosistema -re poblaciones forestales, restaurar la conectividad, etc.? ¿Sabéis alguna idea para mejorar la biodiversidad -cajas nido, pasos de fauna, hoteles de insectos, etc.?

3. OTROS RECURSOS PARA EL AULA

Para ver un ejemplo real de relaciones tróficas y cómo estas pueden modificar la funcionalidad de los ecosistemas, el caso del parque nacional de Yellowstone: Cómo los lobos cambiaron el curso del río Yellowstone (en Español)

<https://www.youtube.com/watch?v=utoJJTMO3Eg>

Para jugar a reproducir más cadenas tróficas, visitar la página de la organización sin ánimo de lucro en defensa de la Central Sierra en la región norte del parque Nacional Yosemite (California, EE.UU.) <https://www.cserc.org/espanol/diversiones-sierra/juegos-para-ninos/construyendo-una-cadena-alimentaria/>

4. PARA PROFUNDIZAR COMO DOCENTE

Los seres vivos interactúan entre ellos de manera continua y diversa, entre organismos de la misma especie (intraespecíficas) y de especies distintas (interespecíficas). Las relaciones entre los seres vivos pueden ser de **cooperación**, como el **mutualismo** en el que ambos organismos se benefician; de **competición**, en las que los seres vivos compiten por recursos, o **neutrales**, cuando la interacción no genera un beneficio o perjuicio claro para los organismos involucrados.

La **depredación** es una de las relaciones interespecíficas más importantes, en la que un ser vivo se alimenta de otro. Solamente los organismos **autótrofos** (las plantas, las algas y otros organismos fotosintéticos como las cianobacterias) son capaces de fabricar su propia energía y materia para crecer y

formar (con la que conforman sus tejidos). Los demás seres vivos (animales, hongos, bacterias) son organismos **heterótrofos** y carecen de dicha capacidad, por lo que necesitan de otro ser vivo para obtener la energía que usarán para sus procesos vitales y la materia para generar sus propios tejidos. **Es decir, la depredación establece de qué manera los distintos seres vivos obtendrán la energía y la materia que necesitan para mantenerse con vida.**

Los niveles tróficos clasifican a los seres vivos de acuerdo a la manera en la que obtienen su alimento, es decir, su energía y su materia. Podemos diferenciar a organismos productores, consumidores y descomponedores.

Los **productores** son organismos autótrofos que fabrican su propia materia y energía a partir de materia inorgánica y energía solar, mediante un proceso metabólico que se llama fotosíntesis. Son organismos esenciales ya que conforman el primer eslabón de las cadenas tróficas al ser los únicos organismos capaces de fijar la energía solar e introducirla en los ecosistemas, dejándola así disponible para el resto de seres vivos sin capacidad fotosintética. Ejemplos: plantas herbáceas como la alfalfa y el césped del parque o leñosas como los robles, encinas o las higueras. Los **consumidores** son organismos heterótrofos que necesitan consumir otros seres vivos (vegetales, animales, bacterias u hongos) para obtener energía y materia. Ejemplos: las abejas que se alimentan del néctar de las flores, la mantis religiosa que se alimenta de polillas o el águila que se alimenta de conejos. Los **descomponedores** son organismos heterótrofos que cumplen una función esencial en el ciclo de la materia, ya que transforman la materia orgánica en inorgánica, dejándola de nuevo disponible para los organismos autótrofos. Ejemplos: los hongos (saprófitos) y las bacterias presentes en el suelo (actinomicetes) son los principales organismos descomponedores. También lo son algunos insectos como ciertos escarabajos o las lombrices de tierra, conocidos como detritívoros.

Estas relaciones tróficas determinan la distribución de la energía y la materia, por lo que son esenciales para mantener el equilibrio de los ecosistemas. Un ecosistema en equilibrio es aquel en el que los niveles tróficos están compensados, existiendo un control poblacional sin que unos niveles tróficos desborden a otros.

La biodiversidad propia de cada ecosistema y las relaciones que se establecen entre los organismos, es fundamental en el mantenimiento del equilibrio ecológico para que los ecosistemas funcionen de manera adecuada. Cuando los ecosistemas sufren alteraciones, muchas veces producidas por las poblaciones humanas (deforestación, urbanización, fragmentación del territorio), el equilibrio ecológico se ve perturbado, lo que provoca la desregulación de los flujos de materia y energía y la funcionalidad de los ecosistemas se resiente. Es por este motivo que la conservación de la biodiversidad autóctona es esencial para el mantenimiento de la integridad ecológica de los ecosistemas.

En la ciudad de Madrid y sus alrededores habita biodiversidad con gran valor ecológico, algunas de ellas se encuentran protegidas por encontrarse en estado vulnerable, en peligro de extinción o por ser de especial interés, como el ciervo volante (*Lucanus cervus*), el murciélago orejudo meridional (*Plecotus austriacus*) o el galápago europeo (*Emys orbicularis*). El Bosque Metropolitano incluye proyectos que buscan mejorar las condiciones de la biodiversidad para revertir los efectos negativos de la alteración y fragmentación del hábitat. Uno de ellos trata de mejorar la población del águila imperial ibérica (*Aquila adalberti*), una especie endémica de la península ibérica que se encuentra en peligro de extinción y

que habita en la corona norte de Madrid. El proyecto trata de mejorar las condiciones del hábitat y la conectividad en las inmediaciones de Valverde y el parque de Valdelatas y Valdegrulla, en la zona norte de Madrid (ítem 6). La Figura 1 muestra la cadena trófica del águila imperial ibérica, la cual es común a otras rapaces de nuestros ecosistemas. Esta especie emblemática puede ser localizada en la zona norte del mapa.

5. IMPRIMIBLES

Resumen de roles:

Rol planta: debe huir de los roles conejo para no ser devorados. Una vez que sean identificados y agarrados gentilmente por un rol conejo, deberán seguirle sin oponer resistencia para que el estudiante conejo consiga encontrar otra planta.

Rol conejo: debe huir de los roles águila para no ser devorados. Debe encontrar dos roles plantas de las que alimentarse, antes de que les devore el rol águila y queden fuera de juego y ya no puedan buscar más plantas de las que alimentarse. Si esto ocurre antes de que haya encontrado dos plantas de las que alimentarse, quedarán estudiantes con rol planta libres al final del ejercicio ya que los roles planta no pueden unirse a conejos que ya hayan sido devorados. En este caso, los roles planta quedarán libres y al final del ejercicio se representará la cadena trófica completa.

Rol águila: deberá buscar tres roles conejo para alimentarse de ellos. Una vez que haya identificado y agarrado gentilmente por el hombro a un rol conejo, éste deberá seguirle sin oponer resistencia para que el rol águila siga moviéndose por el aula y consiga encontrar otro conejo.

Ejemplo para formar las cadenas tróficas siguiendo las indicaciones dadas: al estudiante 1 le ha tocado el papel de conejo, por lo que debe identificar a un estudiante 2 que le haya tocado el papel de planta. Cuando esto ocurre, el estudiante 1 (conejo) deberá agarrar gentilmente por el hombro al estudiante 2 (planta) para indicar que se alimentará de ella, quedando de esta manera unidos por su relación trófica. Al estudiante 2 (planta) ya no se le podrá unir ningún otro estudiante con el papel de conejo. De acuerdo a las indicaciones, los conejos deben alimentarse de dos plantas, por lo que el estudiante 1 (conejo) deberá desplazarse en busca de un estudiante 3 planta. Este desplazamiento deberá realizarlo sin soltarse del estudiante 2 (planta), que le acompañará en la búsqueda. Al mismo tiempo, el estudiante 1 (conejo) unido al estudiante 2 (planta) del que se ha alimentado, deberá evitar ser devorado por el estudiante al que le ha tocado ser águila.

A continuación, se recogen los roles de los distintos seres vivos con nombres vulgares (nombres científicos entre paréntesis). Los conejos y las liebres son roedores de la misma familia, por lo que interpretan el mismo rol. Las águilas imperiales y reales tienen la misma cadena trófica, por lo que ambas interpretan el mismo rol. Los roles deberán repetirse la cantidad de veces que sea necesario de acuerdo al número de estudiantes y la proporción de cada caso.

ORGANISMOS PRODUCTORES	ORGANISMOS CONSUMIDORES	
PLANTAS	ANIMAL MAMÍFERO	AVE RAPAZ
ROMERO (<i>Salvia rosmarinus</i>)	CONEJO (<i>Oryctolagus cuniculus</i>)	ÁGUILA IMPERIAL IBÉRICA (<i>Aquila adalberti</i>)
ALFALFA (<i>Medicago sativa</i>)	LIEBRE IBÉRICA (<i>Lepus granatensis</i>)	ÁGUILA REAL (<i>Aquila chrysaetos</i>)
MANZANO (<i>Malus domestica</i>)		
CENTENO (<i>Secale cereale</i>)		

Actividad 2

(Re)creando suelo

ACTIVIDAD 2: RECREANDO SUELO	
<p>TEMÁTICAS DE TRABAJO:</p> <p>Composición del suelo, sucesión ecológica, erosión, conservación de suelos. Composición del suelo, sucesión ecológica, erosión, conservación de suelos.</p>	<p>MATERIALES Sesión 1</p> <ul style="list-style-type: none"> - Pala de mano o azadilla - Bolsas para recoger muestras de suelo - Botes de cristal alargados - Muestras de suelos diferentes - Agua - Cartulina y cola blanca - Libreta y lápiz <p>MATERIALES Sesión 2</p> <ul style="list-style-type: none"> - Muestra de suelo - 3 botellas de plástico de 5 o de 1,5 litros - 3 envases de yogur - Regadera - Restos vegetales (hojarasca, paja, cortezas, ramillas) - Semillas de crecimiento rápido - Probetas/medidores de cocina. - Báscula de cocina - Cronómetro
<p>ÍTEMS DEL BOSQUE METROPOLITANO RELACIONADOS:</p> <p>Ítem 3: Depuradoras como manantiales de agua. Ítem 5: Sucesión ecológica en la Mina del Cazador.</p>	
<p>TIEMPO: (las sesiones tienen relación, pero pueden desarrollarse independientemente): Sesión 1: 1,5-2h. / Sesión 2: 2h.</p>	
<p>BREVE DESCRIPCIÓN DE LA ACTIVIDAD:</p> <p>Los suelos son realidades complejas cuya naturaleza y procesos no resultan evidentes. Se trata de una actividad manipulativa y experimental basada en la observación, mediante la cual el alumnado será capaz de comprender los procesos que tienen lugar en el suelo y la importancia de este para el bienestar humano. El alumnado observará la composición de partículas en distintos suelos y experimentará los procesos de erosión.</p>	
<p>OBJETIVOS:</p> <ul style="list-style-type: none"> ■ Entender la relación entre la vegetación y la formación del suelo. ■ Conocer la composición del suelo como un recurso natural limitado. ■ Aprender sobre la erosión y el impacto de acciones humanas en los suelos. ■ Conocer prácticas para la conservación y regeneración del suelo. 	
<p>RESULTADOS ESPERADOS:</p> <p>Sesión 1: Experimento sobre la textura de los suelos y sus fracciones. Sesión 2: Experimento sobre las interacciones entre el suelo, el agua y la vegetación.</p>	
<p>SUGERENCIAS DE VISITAS CON EL ALUMNADO:</p> <p>Migas calientes: planta de compostaje de residuos vegetales procedentes de jardines y espacios verdes de la ciudad de Madrid. https://www.madrid.es/portales/munimadrid/es/Inicio/Medio-ambiente/Educacion-Ambiental/Publicaciones/Planta-de-Compostaje-de-Migas-Calientes/?vgnnextfmt=default&vgnnextoid=9cd7d5124884c310VgnVCM2000000c205a0aR-CRD&vgnnextchannel=ed0479ed268fe410VgnVCM1000000b205a0aR-CRD</p> <p>Huerta del centro escolar u otra huerta urbana en las inmediaciones del centro que composte los restos orgánicos en una compostera para poder visitarla https://redhuertosurbanosmadrid.wordpress.com/</p>	

1. INTRODUCCIÓN PARA DOCENTES

Los suelos son un **elemento fundamental de los ecosistemas terrestres** al desempeñar funciones esenciales como dar soporte a las plantas terrestres, reciclar la materia orgánica, filtrar el agua dulce o regular el clima. Están formados por tres componentes principales: minerales de las rocas, materia orgánica y organismos vivos, muchos de ellos microscópicos. En los espacios entre las partículas también encontramos aire y agua. Los suelos son entidades complejas con una **estructura organizada** en capas horizontales que reciben el nombre **horizontes**. El clima, los organismos que viven en él y la topografía van modificándolos con el paso del tiempo, favoreciendo la acumulación de materia orgánica y haciéndolos más profundos. Los organismos descomponedores transforman los restos vegetales como la hojarasca, las raíces y los tallos en humus y nutrientes que se incorporan al suelo, aumentando la **capacidad de retención de agua y nutrientes** disponibles. De esta manera, los suelos se van desarrollando y formándose en un proceso muy lento que requiere de cientos a miles de años. De ahí que sean considerados recursos no renovables.

A medida que el suelo va creciendo en profundidad y complejidad, se va desarrollando sobre éste la **vegetación pionera**; musgos y plantas de porte pequeño, así como líquenes. Esta primera colonización, junto con el resto de factores, irá modificando el suelo generando en su conjunto **condiciones más favorables para la entrada de otras especies** vegetales de mayor tamaño y más longevas como arbustos altos y árboles. La vegetación y demás comunidades del ecosistema, se irán haciendo más densas y complejas tanto en la parte aérea que podemos ver, como en la subterránea. **Este fenómeno de cambio en la vegetación, en paralelo al desarrollo del suelo, recibe el nombre de sucesión ecológica.** La Figura 4 representa esa zona y las particularidades de su vegetación, la cual puede ser ubicada en el mapa.

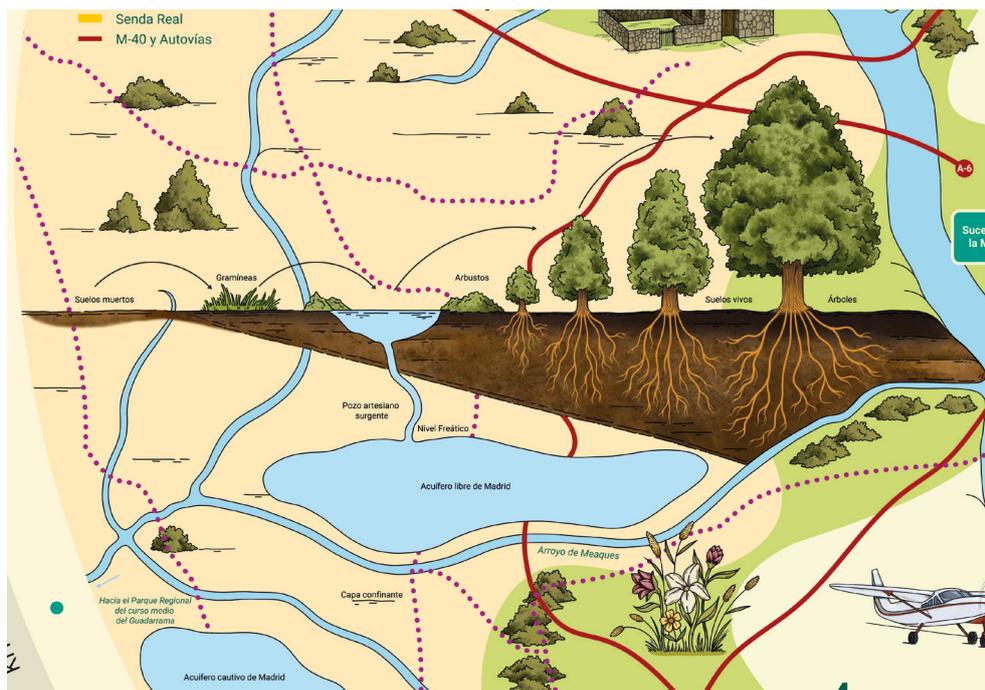


Figura 4. Sucesión ecológica en la Mina del Cazador.

La sucesión ecológica es un fenómeno que podemos observar en la ciudad de Madrid, en algunos **des-campados** que atesoran comunidades vegetales que han **protegido el suelo de la erosión**, como la **Mina del Cazador**, ubicada en el Km 30 del mapa del Juego de la conectividad. Podemos encontrar, salpicados en el paisaje, especies autóctonas (encinas, fresnos o espinos albares) que han ido colonizando los espacios más favorables para su desarrollo. Sin embargo, los suelos de Madrid presentan **problemas como la erosión o la contaminación**, por lo que uno de los objetivos del Bosque Metropolitano es conservarlos y regenerarlos, por ejemplo, protegiéndolos de la erosión con vegetación o mejorando su composición con producciones de alimentos que cuiden la fertilidad del suelo.

2. DESARROLLO DE LA ACTIVIDAD

Sesión 1. Conociendo los suelos

La textura del suelo, es decir, los componentes y el tamaño de las partículas minerales que posee un suelo, determina su capacidad para retener los nutrientes y el agua. De mayor a menor tamaño, las partículas minerales que encontramos en el suelo son arenas (2-0,05 mm), limos (0,05-0,002mm) y arcillas (<0,002mm). En general, los suelos más **arenosos** tienen mayor aireación y menor capacidad de retención de los nutrientes y del agua, ya que el agua se mueve más fácilmente por los huecos que dejan las partículas de arena. Los suelos **arcillosos** tienen mayor capacidad de retención del agua y de los nutrientes, pero el agua se mueve muy despacio (los espacios que dejan las partículas de arcillas son muy pequeños) por lo que se encharcan fácilmente. Las texturas óptimas para el desarrollo vegetal son **texturas equilibradas** con una combinación de elementos arenas y arcillas o con elementos de tamaño intermedio (limos). La **materia orgánica**, mejora la capacidad de suelo para que el agua se adentre en su interior (infiltración), la aireación, la disponibilidad de nutrientes y de agua de los suelos, de ahí que su acumulación a lo largo de la sucesión ecológica mejore las condiciones para el desarrollo de la vegetación.

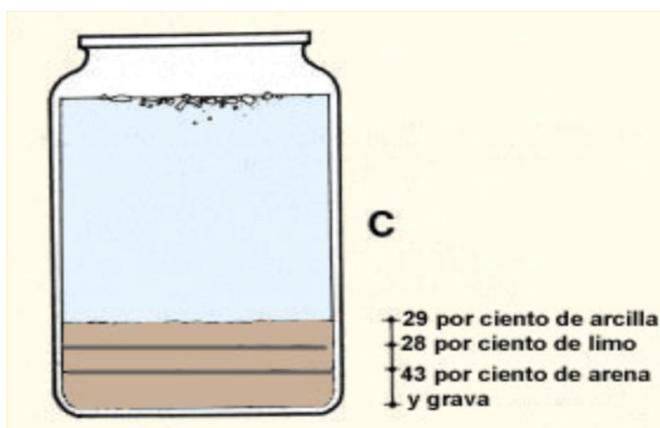
- 1. Para recoger las muestras de suelo, es suficiente con excavar los primeros 10 cm con una pequeña pala de jardinería o azadilla. Se recogerán tres muestras de suelo diferentes de manera que tengan color y textura diferentes. Es recomendable anotar información sobre la vegetación que cubre ese suelo (tipo de vegetación: hierbas, arbustos, árboles, perennes, caducas; las especies si se las conoce, si hay mucha densidad de vegetación, su altura, etc.). Igualmente, hay que observar la presencia de otros organismos macroscópicos en el suelo, como invertebrados y hongos, anotando los resultados en la libreta. La recogida de muestras, puede realizarse en el patio del centro escolar, en los alcorques de árboles o de parterres con vegetación permanente, en una huerta. Para recoger muestras de suelos diferentes pueden buscarse suelos con vegetación con distinto estado de desarrollo, por ejemplo: un suelo desnudo sin cobertura vegetal o muy escasa, como puede ser un camino de tierra; un suelo con presencia de hierbas o vegetación herbácea¹, un suelo bajo la copa de un árbol (caduco o perenne²).

¹ La vegetación herbácea produce mucha biomasa en forma de raíces finas, fundamentalmente las especies de gramíneas. Puede ser importante la observación de la abundancia o no de raíces finas para la discusión posterior.

² Si el árbol es caduco la hojarasca que produce habitualmente se descompone más rápidamente, por lo que se incorpora mejor al suelo esa materia orgánica. Si el árbol es de hoja perenne, la incorporación de la materia orgánica al suelo es más lenta, por lo que el contenido en materia orgánica del suelo puede ser menor, a pesar de observar mucha hojarasca en la superficie.

Si es posible, se recomienda que el alumnado participe en la recogida de las muestras de suelo, por el valor didáctico de esta tarea, pero es importante tener en cuenta que los resultados del análisis no se obtienen de forma inmediata, sino que es necesaria una espera larga desde que se recogen las muestras hasta que se pueden observar los resultados del experimento.

- 2. Para la observación y manipulación de las muestras se necesita eliminar las piedras y rellenar $\frac{1}{4}$ del volumen de cada bote de cristal con cada muestra. No tapar los botes para que el alumnado pueda observarlas, olerlas, tocarlas, etc. Se pedirá al alumnado que describan las diferencias y semejanzas que pueden observar entre las muestras de suelo: color, olor, densidad, humedad, textura al tacto, presencia de agregados (conjunto de partículas unidas). Si la muestra está húmeda y el material admite moldearlo, indicará abundancia de arcillas y/o limos (puede recordar a la arcilla que se usa en cerámica). En cambio, si se deshace al moldearlo o directamente no es posible, indica abundancia de arenas.
- 3. Una vez observadas las muestras, se vierte el agua sobre cada uno de los botes de cristal. A continuación, se añadirá una cantidad de agua que suponga aproximadamente el doble del volumen de suelo, de tal manera que quedará $\frac{3}{4}$ del bote lleno. Para finalizar, el bote se tapa y se agita energicamente durante 1 minuto.
- 4. La mezcla de agua y tierra tiene que reposar entre 30 minutos y 1 hora. Tras este tiempo la mayor parte de las partículas se habrán depositado en función de su tamaño y se podrá observar tres bandas de materiales de diferente tamaño (arenas, limos y arcillas) (Figura 5). Si el agua permanece turbia se debe probablemente a que las arcillas no se han depositado totalmente (si es posible, se puede alargar el tiempo de reposo). La materia orgánica suele tener un color más oscuro y quedará flotando, siempre y cuando no esté agregada con partículas minerales que se depositen (en ese caso aparecerá mezclada con alguna o todos los tipos de partículas minerales) (Figura 5).



Fuente: https://www.fao.org/fishery/static/FAO_Training/FAO_Training/General/x6706s/x6706s06.html

Figura 5. Esquema del resultado final del experimento con la distribución de arenas limos y arcillas.

- **5.** Con los resultados a la vista, se fomentará la observación y reflexión del alumnado. Algunas preguntas que pueden lanzarse son las siguientes: ¿Qué es lo que ha pasado al remover el suelo con el agua y dejarlo reposar? ¿Por qué se han organizado en el frasco las partículas del suelo por tamaños? ¿Cuál es la proporción de cada una de ellas? ¿Qué fracción es la que se queda flotando? ¿Podemos relacionar las diferencias observadas con la ubicación y la vegetación asociada a las diferentes muestras?
- **6.** Se cerrará la actividad haciendo un resumen de los conceptos trabajados. Se puede acompañar de un esquema de las diferentes texturas de las muestras de suelos recogidas.
- **7. Extra.** Las fracciones de suelo de cada bote pueden secarse, eliminando el exceso de agua y dejándolas secar fuera del bote extendidas sobre una superficie plana. Con las muestras secas, el alumnado puede pegarlas usando cola blanca sobre cartulinas para representar su textura. Se puede completar el ejercicio, añadiendo información acerca de la vegetación que fue encontrada sobre cada uno de los suelos.

Sesión 2. Efecto protector de la vegetación frente a la erosión del suelo

El suelo, el agua y la vegetación interactúan de manera muy estrecha. Cuando llueve, la vegetación actúa como parapeto protector del suelo, retiene el agua y lo ralentiza, de tal manera que llega menor cantidad de agua y el suelo tiene capacidad de absorberlo y retenerlo. Sin embargo, en un suelo desnudo sin vegetación, el agua cae directamente al suelo encharcándose éste rápidamente. El agua entonces se mueve por la superficie del suelo con mucha rapidez, arrastrando a su paso partículas del suelo, lo que produce erosión y genera turbidez en los ríos a los que llega esa agua cargada de sedimentos. Al agua que discurre por la superficie del suelo se le conoce como **escorrentía superficial**. Es importante conservar la vegetación para controlar la escorrentía superficial y proteger el suelo de la erosión. En esta actividad se propone realizar tres modelos que muestren estas interacciones entre suelo, agua y vegetación, cada uno de los cuales simulará el comportamiento de suelos con diferentes características en el momento de recibir la lluvia. El primer modelo simulará un suelo con cobertura vegetal, el segundo un suelo con protección de hojarasca y restos vegetales sin vegetación viva. El tercero simulará un suelo sin ningún tipo de protección.

Preparación de la actividad:

Puede realizarse como una tarea más en la que participa el alumnado o solo el equipo docente:

- **1.** Preparar tres garrafas de plástico de 5 litros (si fuera necesario, pueden sustituirse por botellas de agua de 1,5 litros, empleando menos cantidad de suelo y menos cantidad de agua en el experimento).

-
- 2. Realizar un corte en cada una de ellas y rellenar cada botella con suelo, de acuerdo a la (Figura 6). Perforar el tapón de la botella haciendo orificios pequeños para que drene el agua que posteriormente recogeremos. A la altura de la boca de la botella, colocar un recipiente de tal manera que sea posible recoger el agua que drene por el tapón, que será el agua de escorrentía superficial (Figura 6).
 - 3. Llenar cada garrafa con aproximadamente 1,5-3 kg de suelo (dependerá de la densidad del suelo). Para el modelo de suelo con cobertura vegetal, plantar con antelación alguna especie herbácea de crecimiento rápido como el alpiste (*Phalaris canariensis*), la alfalfa (*Medicago sativa*) o una mezcla de semillas de jardinería para césped. Ubicarlos en un lugar bien iluminado y cuidarlo hasta que las plantas cubran la superficie y hayan desarrollado raíces.

Experimento:

- 1. El día del experimento, se cubrirá el segundo modelo con hojarasca, paja o ramillas secas. El tercer modelo no se cubrirá ni se añadirá ningún material.
- 2. Realizar una breve introducción a la temática de acuerdo al nivel educativo del aula. Colocarlos delante del alumnado, de tal manera que todo el alumnado pueda observarlos adecuadamente. Dividir al alumnado en tres grupos, cada uno de ellos debe encargarse de observar uno de los modelos con especial atención. Al final del experimento cada grupo explicará lo sucedido al resto de la clase.
- 3. Verter lentamente en cada garrafa o modelo de 50 a 75 cl de agua sobre el suelo de la muestra desde la parte superior, al menos a unos 25-30 cm de distancia. Preferiblemente utilizar una regadera para que la caída del agua sea difusa. Para cada uno de los modelos, cronometrar el tiempo que tarda el agua en salir por la boquilla desde que se ha vertido y que se recogerá en el recipiente de salida, será el agua de escorrentía.
- 4. Observar las diferencias entre los tres modelos.

La cantidad de agua recogida en el modelo de suelo con cobertura vegetal será menor porque buena parte del agua está retenida entre la vegetación y parte ha quedado capturada en el suelo que ha tenido tiempo de absorber buena parte del agua. El agua habrá salido más lentamente, ya que la hierba y el suelo estaban frenando la velocidad de caída del agua. Por último, el agua será más clara, porque al haber circulado con menor velocidad, no tiene capacidad de llevarse tantas partículas del suelo, por lo que su poder erosivo es menor. Esto es lo que nos interesa que ocurra en la vida real para tener agua limpia disponible, sin haber erosionado los suelos. Al contrario, la cantidad de agua recogida en el modelo de suelo "desnudo" será mayor, saldrá más rápido y estará más turbia ya que ha erosionado fuertemente el suelo, llevándose sus partículas en suspensión. Esto es lo que ocurre cuando se ha deforestado un bosque. Los sedimentos del suelo que arrastra el agua incrementan su turbidez y dificultad para consumir, colmatan los cauces de los ríos y los embalses y erosionan los suelos dejándolos sin nutrientes y con menor capacidad de realizar sus funciones.

Figura 6. Esquema del experimento de infiltración y erosión ▶



Fuente: <https://www.actividadeseducainfantil.com/2016/11/experimento-doble-filtramos-el-agua-y.html>

Más posibilidades de experimentación: simular el efecto de la pendiente en la erosión de los suelos dándole inclinación a los modelos. Para ello se puede apoyar la parte final de la garrafa sobre un objeto que provoque una pendiente entre el inicio y el final de la muestra de suelo.

El equipo docente propiciará la discusión de los resultados observados antes de comentar la explicación. Algunas preguntas que pueden hacerse al alumnado: ¿En qué modelo se ha recogido más agua en el recipiente? ¿El agua recogida es clara o ha arrastrado materiales? ¿A qué se deben estas diferencias? ¿Qué tipo de cobertura ha protegido más el suelo de la erosión? ¿Qué sucede cuando se aumenta la inclinación del modelo? ¿Cómo modifican estos cambios la manera en que fluye el agua? ¿Qué relación tiene lo observado con la erosión de los suelos?

Finalmente, a modo de cierre de la actividad, invitar al alumnado a reflexionar sobre acciones útiles para disminuir la erosión de los suelos y favorecer su conservación y desarrollo. Se puede usar como caso práctico el espacio donde se han recogido las muestras de suelo u otro espacio conocido o cercano a la comunidad escolar.

3. OTROS RECURSOS PARA EL AULA

Infografías sobre características, estado de conservación, funciones y necesidades de los suelos.

FAO. 2015. Suelos Sanos para una vida Sana. <https://www.fao.org/soils-2015/resources/infographics/es/#c328582>

Materiales didácticos para aprender más sobre suelos. Encontrarás también una guía para docentes y educadores. FAO. 2015. Escarba los secretos del suelo. Material didáctico. <https://www.fao.org/soils-2015/resources/educational/es/>

4. PARA PROFUNDIZAR COMO DOCENTE

Los suelos son un **elemento fundamental de los ecosistemas terrestres y para el bienestar humano** al desempeñar las siguientes tareas: sirven de sustrato para el desarrollo de las plantas terrestres, albergan los organismos que descomponen la materia orgánica y reciclan los nutrientes, captan y filtran el agua dulce, acumulan carbono y regulan el clima, etc. Los suelos surgen de la estrecha interacción entre la litosfera, la biosfera, el clima y el relieve. Están formados por tres componentes principales: minerales de las rocas, materia orgánica y organismos vivos que residen en el suelo (protozoos, bacterias y hongos). Además, el suelo contiene aire y agua en los espacios entre las partículas.

Los suelos son entidades complejas con una **estructura organizada** en capas, de menor a mayor profundidad, que reciben el nombre horizontes. Estos horizontes son dinámicos y su naturaleza (profundidad, composición, estructura, textura, etc.) cambian con el tiempo por efecto del clima, los organismos que viven en él y la topografía. A lo largo del tiempo los materiales minerales originales se van transformando, se va acumulando **materia orgánica** y los horizontes de suelo se van haciendo más profundos. Esto hace que la **capacidad de retención de agua y disponibilidad de nutrientes** para las plantas vaya siendo cada vez mayor. El principal aporte de materia orgánica a los suelos lo realiza la vegetación que crece sobre ellos, mediante la hojarasca, las raíces, los tallos y otros restos vegetales, que son transformados en humus y nutrientes, por los organismos descomponedores de materia orgánica del suelo.

En paralelo al **desarrollo de un suelo** a partir de un material mineral, se da una colonización progresiva en su superficie de plantas vasculares (plantas con tallos y hojas), musgos y líquenes, etc, que van conformando una incipiente vegetación formada por especies capaces de colonizar sustratos minerales sin desarrollo de suelos (conocidas como primocolonizadoras o especies pioneras). Esta vegetación pionera, va alterando progresivamente, junto con los factores climáticos, los minerales del suelo y va favoreciendo la acumulación de materia orgánica y generando en su conjunto **condiciones más favorables para la entrada de otras especies**, que van ocupando estos espacios con suelos incipientes. Progresivamente y a lo largo del tiempo el mayor desarrollo de los suelos incrementa la disponibilidad de agua y nutrientes en el suelo y permite la entrada de especies vegetales que necesitan de esas mejoras del suelo para desarrollarse. Estas suelen ser especies vegetales de mayor tamaño, más longevas, como arbustos altos y árboles. De tal manera que progresivamente, la vegetación se hace más densa, más compleja, con mayor biomasa tanto aérea (tallos, ramas, troncos y hojas), como subterránea (raíces y raicillas) y con mayor biomasa muerta (hojarasca, madera muerta, etc.) que se incorpora al suelo. Este fenómeno de cambio progresivo en la composición y estructura de la vegetación, en paralelo al desarrollo del suelo, tiene su reflejo también en la composición y estructura de las comunidades del resto de organismos del ecosistema (animales, hongos, etc.) y recibe el nombre de **sucesión ecológica** (Figura 4).

La sucesión ecológica es un fenómeno que podemos observar en la ciudad, en algunos de los espacios que conocemos coloquialmente como **descampados**. Algunos de estos espacios atesoran comunidades vegetales diversas, fundamentalmente de especies herbáceas y arbustivas, que han **protegido el suelo de la erosión**, generando **parches de fertilidad** (como los que generan las retamas¹) en los que podemos observar además, aquí y allá salpicando los descampados, rodales o individuos aislados de diferentes especies de árboles y arbolillos de especies autóctonas, como encinas, fresnos,

1 El dicho popular "Debajo de cada retama se cría un cordero", que hace referencia a esta capacidad para mejorar del suelo que poseen las retamas (*Retama sphaerocarpa*). Esta observación se la debemos a las/os pastores que aprecian los pastos de mayor calidad nutritiva para su ganado.

espinos albares que han ido colonizando los espacios más favorables para su desarrollo. **La Mina del Cazador**, ubicada en el Km 30 del mapa del Juego de la Conectividad del Bosque Metropolitano, es uno de estos espacios.

Es importante destacar que la formación del suelo es un proceso muy lento y su desarrollo requiere mucho más tiempo que una vida humana, siendo los suelos actuales elementos cuya formación ha requerido de cientos, incluso miles de años. Los suelos de Madrid presentan diversos **problemas de conservación**, una parte de ellos ha sido destruida por el desarrollo urbanístico del territorio, mientras que otra parte presenta problemas de erosión debido al deterioro de la cobertura vegetal o problemas de contaminación debido a la actividad industrial y el vertido de escombros. Debido a que se requiere mucho tiempo para la regeneración de un suelo degradado, el suelo es un **recurso no renovable**. Sin embargo, sí **podemos intervenir en su conservación**, por ejemplo, ayudando a consolidar una vegetación diversa que impida su erosión y mejore su desarrollo, o apoyando una producción de alimentos que cuide la fertilidad del suelo. Este es uno de los objetivos del Bosque Metropolitano.

Actividad 3

En la cocina ¡no dejes ni huella!

ACTIVIDAD 3: EN LA COCINA ¡NO DEJES NI HUELLA!	
<p>TEMÁTICAS DE TRABAJO:</p> <p>Huella ambiental de los alimentos, sostenibilidad de nuestra alimentación, agricultura y ganadería sostenibles.</p>	<p>MATERIALES</p> <ul style="list-style-type: none"> - Pizarra y tizas/rotuladores - Papel continuo/cartulinas - Pinturas, rotuladores - Pósit - Cinta de carroceros/celofán
<p>ÍTEMS DEL BOSQUE METROPOLITANO RELACIONADOS:</p> <p>Ítem 4: Parque agroalimentario en Dehesa de los Carabancheles Ítem 7: Planta de compostaje y viveros en Valverde.</p>	
<p>TIEMPO: (las sesiones tienen relación, pero pueden desarrollarse independientemente): Sesión 1: 1,5-2h. / Sesión 2: 2h.</p>	
<p>BREVE DESCRIPCIÓN DE LA ACTIVIDAD:</p> <p>Al terminar esta actividad el alumnado conocerá la relevancia de nuestra alimentación para la sostenibilidad del planeta y cómo mejorarla mediante producciones locales y ecológicas. El alumnado aprenderá a identificar el impacto ambiental de los alimentos según diferentes criterios y trabajará los conceptos elaborando recetas con diferente grado de sostenibilidad.</p>	
<p>OBJETIVOS:</p> <ul style="list-style-type: none"> ■ Comprender la importancia para la sostenibilidad de nuestros actos diarios, concretamente de la alimentación y la procedencia de nuestros alimentos. ■ Identificar el impacto ambiental de los alimentos de acuerdo a su producción y procesamiento. ■ Dar a conocer la producción de alimentos de cercanía en nuestro territorio mediante los proyectos existentes y aquellos del Bosque Metropolitano. 	
<p>RESULTADOS ESPERADOS:</p> <p>Sesión 1: Clasificación (en forma de termómetro) de alimentos en base a su sostenibilidad. Sesión 2: Recetario de platos con diferente grado de sostenibilidad.</p>	
<p>SUGERENCIAS DE VISITAS CON EL ALUMNADO:</p> <p>Parque agroecológico Soto del Grillo de Rivas Vaciamadrid https://www.rivasciudad.es/servicio/transicion-ecologica/2020/01/30/parque-agroecologico-soto-del-grillo/862600117804/</p> <p>Parque Agrario de Fuenlabrada https://www.ayto-fuenlabrada.es/index.do?MP=2&MS=216&MN=2&TR=C&IDR=2552</p> <p>Huerta del centro escolar u otra huerta urbana en las inmediaciones del centro https://redhuertosurbanosmadrid.wordpress.com/</p>	

1. INTRODUCCIÓN PARA DOCENTES

Los alimentos que consumimos son frecuentemente producidos en lugares muy alejados de nuestro territorio, lo que provoca consecuencias ambientales y sociales no deseables. Por ejemplo, contribuye al cambio climático debido al CO₂ emitido en el transporte que debe salvar grandes distancias, el uso de fertilizantes químicos contamina el suelo y el agua subterránea almacenada en acuíferos, la biodiversidad (aves, reptiles e insectos beneficiosos) se ve dañada por el uso de pesticidas y herbicidas y se produce una sobreexplotación del agua debido a la producción intensiva y al cultivo de alimentos con grandes requerimientos hídricos (p. ej.: tomate, aguacate). Por todo ello, se dice que la producción de alimentos intensiva y globalizada tiene un gran impacto ambiental, es decir, una elevada “**huella ecológica**” (impacto sobre los ecosistemas) y “**huella hídrica**” (cantidad de agua utilizada).

Sin embargo, **la producción ecológica y local de alimentos apuesta por estar cerca de los consumidores, disminuyendo así el transporte y las emisiones de CO₂**. Las producciones ecológicas recurren a prácticas sostenibles como la fertilización orgánica con compostaje o con estiércol procedente de la ganadería, facilitando el cierre de ciclos de materia. También fomentan el uso de cultivos adaptados a las condiciones del territorio, evitando el uso excesivo de agua o de pesticidas. **Por todo esto, la actividad agraria local y ecológica puede producir comida para nuestra alimentación a la vez que mejora la calidad ambiental del territorio, protegiendo los suelos y la biodiversidad y conservando el agua.**

En algunos municipios madrileños existen experiencias que fomentan la producción y consumo local, como los parques agroalimentarios de Rivas Vaciamadrid y Fuenlabrada. El proyecto Bosque Metropolitano también incluye iniciativas de producción alimentaria, como el parque agroecológico proyectado junto al aeródromo de Cuatro Vientos y conectado con la Dehesa de los Carabancheles (ítem 4). Su objetivo es la producción de alimentos, a la vez que se promueve la investigación y el uso de variedades alimentarias tradicionales. (La Figura 7) representa esa zona, que puede ser localizada en el mapa.

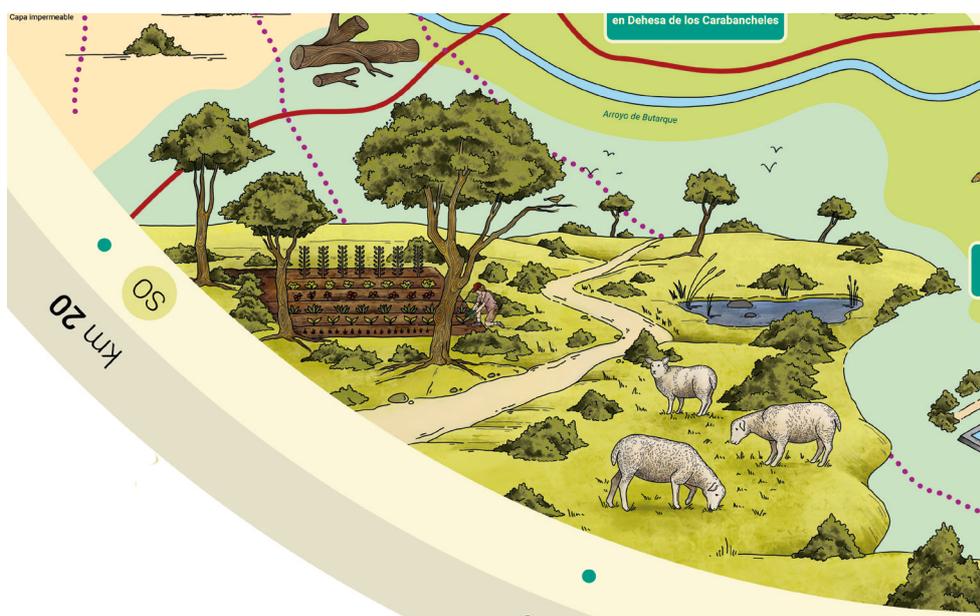


Figura 7. Parque Agroalimentario en Dehesa de los Carabancheles.

2. DESARROLLO DE LA ACTIVIDAD

Sesión 1. La huella ambiental de los alimentos

El cálculo de la huella ecológica e hídrica de los alimentos es una tarea compleja ya que intervienen múltiples factores (el lugar de producción, procesado y consumo, el proceso de manufactura o la presencia de envoltorios). **En términos generales, podemos asumir que los alimentos con una huella ambiental baja son aquellos producidos cerca de los consumidores/as y en producciones no intensivas, su manufactura no provoca grandes impactos ambientales y prescinden de empaquetados o éstos son reutilizables.** En cambio, los alimentos con mayor huella son aquellos que precisan recorrer distancias muy grandes hasta llegar a los consumidores/as, se obtienen en producciones intensivas, precisan una manufactura y procesado intensos y complejos y requieren una distribución con empaquetados plásticos o de aluminio no reutilizables o difícilmente reciclables. Es importante aclarar que **la huella ambiental de los alimentos depende de cómo han sido producidos además del tipo de alimento que sea.** Por ejemplo, las lentejas procedentes de Norteamérica u Oriente Próximo tendrán una elevada huella ambiental. En cambio, las lentejas procedentes de Daganzo de Arriba (Madrid), siendo el mismo alimento, tendrán una huella ambiental mucho más modesta.

En el apartado 5. Imprimibles se puede ver el Listado de Alimentos, que recoge algunos alimentos ordenados en base a una estimación de su huella ambiental de acuerdo a las variables de proximidad, procesado y empaquetado. La tabla muestra ejemplos de productos reales disponibles en el mercado, independientemente de lo frecuente que sea encontrarlos en tiendas. Los colores indican el rango de su huella ambiental: verde (menor), naranja (valores intermedios) y rojo (mayor).

- 1. El equipo docente introducirá las ideas anteriores de acuerdo al nivel del alumnado. Se facilitará a los estudiantes los alimentos que conforman el listado de manera desordenada, ya sea anotando los alimentos en la pizarra o facilitando una copia en papel. Tampoco se les facilitará la escala de colores, pues el objetivo es que puedan reflexionar previamente por sí mismos sobre esto, en base a la introducción y exposición de conceptos e ideas realizadas con anterioridad.
- 2. El alumnado deberá familiarizarse con los alimentos proporcionados y analizar y reflexionar sobre sus características (procedencia, requerimientos de manufactura, envoltorios) y la relación de éstas con la sostenibilidad (indicada por la escala de color de verde a rojo). Sugerencias de preguntas para el alumnado: ¿Usa plástico en su envoltorio? ¿Piensas que ese alimento necesita mucha cantidad de agua para producirse? ¿Dónde te imaginas que se produce ese alimento? ¿Habéis visto alguna vez la planta de ese alimento? ¿Habéis cultivado ese alimento? ¿Crees que viene en avión o en barco? ¿Se trata de un alimento que lo podemos encontrar tal cual en la naturaleza (fruta) o tiene que ser preparado/procesado (kétchup)? No se trata de que deban saber responder, si no de facilitar y fomentar que piensen sobre ello.
- 3. Después de esta reflexión, el alumnado afianzará conocimientos ordenando los alimentos en base a su impacto ambiental. Será elección del equipo docente facilitar en mayor o menor medida el ejercicio, aportando pistas sobre el orden de los alimentos. Si se quiere añadir mayor componente lúdico, puede escribirse el nombre de cada uno de los alimentos en un pósit y asignarse a cada estudiante o grupo de estudiantes, de acuerdo al número de alumnado y la preferencia de jugar individualmente o en equipo. Cada estudiante o grupo de estudiantes, debe mostrar al resto

de la clase el alimento que se le ha asignado. Como un ejercicio en grupo, todos los estudiantes deberán ordenar los alimentos de acuerdo al impacto ambiental de cada uno. Para ello, deberán construir una fila en la que se irán ubicando de menor a mayor impacto ambiental a modo de "termómetro". De esta manera, la fila comenzará por el estudiante o grupo de estudiantes con el alimento de menor impacto ambiental hasta llegar al estudiante o grupo de estudiantes con el alimento de mayor impacto.

- **4.** Para cerrar la sesión, se debatirá con el alumnado sobre el impacto ambiental de los alimentos. Algunas preguntas que pueden lanzarse son: ¿Habías pensado antes en el impacto ambiental de lo que comemos? ¿Sabíais que el lugar de origen de los alimentos influye en su sostenibilidad? ¿Por qué creéis que es mejor evitar los envoltorios de los alimentos? ¿Conocéis otros alimentos con poco/mucho impacto ambiental? ¿Sabéis qué tipo de alimentos debemos comer para ser más sostenibles? ¿Crees que en el supermercado hay más alimentos con más o menos huella ambiental? ¿Por qué?

Sesión 2. Cocinando sin huella

Partiendo de los alimentos con los que se ha trabajado previamente, los estudiantes deberán idear un recetario de cocina. Si no se ha realizado la sesión previa, puede hacerse la sesión 2 explicando al alumnado las ideas teóricas y facilitando el listado de alimentos ordenados en base a su impacto ambiental. Para ello, deberán elaborar al menos una receta de un plato con bajo impacto ambiental y una segunda receta de un plato con alto impacto ambiental.

- **1.** Realizar grupos de 4 o 5 estudiantes. Cada grupo deberá idear las dos recetas con bajo y alto impacto ambiental. Para fomentar la reflexión, deberán preferiblemente inventar las recetas, aunque también pueden trabajar con recetas conocidas o darles ejemplos*. Se facilitará a cada grupo el Listado de Alimentos en el que aparecen los alimentos ordenados de acuerdo a su huella ambiental, ya que será la base con la que elaboren sus recetas. El equipo docente puede ampliar este listado de acuerdo a sus necesidades.
- **2.** Cada grupo deberá representar los platos de las recetas ideadas junto con el listado de ingredientes en un papel continuo o cartulina.
- **3.** Si se quiere aportar una dimensión más lúdica al ejercicio, puede realizarse un concurso final para elegir entre toda la clase la receta con menor impacto ambiental como la receta más sostenible; y la receta con mayor impacto ambiental como la receta más insostenible. Puede darse esta indicación al alumnado al comienzo de la actividad o en el momento de la puesta en común.
- **4.** Se hará una puesta en común de los resultados de cada grupo, que deberán presentar a toda la clase las recetas ideadas y explicar cómo han realizado el ejercicio. Sugerencias de preguntas para el alumnado. ¿Por qué habéis elegido uno u otro ingrediente? ¿Por qué motivo ese ingrediente tiene poco impacto ambiental? ¿Qué pasaría si en vez de ese ingrediente usamos este otro? ¿Habéis probado esa receta? ¿Os gustaría probar vuestra receta?

- 5. El equipo docente realizará una breve recopilación de los contenidos trabajados (sostenibilidad de los alimentos de acuerdo a la procedencia, transformación y empaquetado), haciendo énfasis en la importancia de intentar que nuestra alimentación sea local, ecológica y responsable socialmente para tener un planeta sostenible. Se aclarará que los productos que no pueden producirse localmente en nuestras latitudes (el cacao, el café, etc.), así como los alimentos con huellas ambientales elevadas, deben ser consumidos con mesura y en la medida de lo posible, de producciones ambiental y socialmente responsables (por ejemplo, productos de comercio justo). Se resolverán dudas del alumnado y se propiciará el debate. Sugerencias de preguntas para el alumnado: ¿Existe algún alimento con bajo impacto ambiental que comas habitualmente? ¿Existe algún alimento con elevado impacto ambiental que comas habitualmente? ¿Qué creéis que se debería hacer para que nuestra alimentación sea más sostenible (tenga menor impacto)?

* Ejemplo de un plato con elevado impacto ambiental: hamburguesa de carne de vacuno procedente de Argentina, con bacon y huevo, ketchup y mostaza. Ejemplo de un plato con bajo impacto ambiental: cocido con garbanzos cultivados en la Comunidad de Madrid (Daganzo de Arriba), ternera procedente de ganadería extensiva de la Sierra de Guadarrama y pimentón de Ávila.

3. OTROS RECURSOS PARA EL AULA

Para conocer más sobre la sostenibilidad de la alimentación existe una app con información sobre los impactos de los alimentos: <https://www.comidacritica.org/2020/07/02/comidaprueba-una-app-para-conocer-la-huella-ambiental-de-nuestros-alimentos/>

Para estimar la huella ecológica de cada persona a partir de datos sobre el estilo de vida y consumo, existe la Calculadora de Huella Ecológica <https://www.footprintcalculator.org/home/en/>

4. PARA PROFUNDIZAR COMO DOCENTE

La globalización ha facilitado la deslocalización de la producción, es decir, **los productos que consumimos son producidos en lugares muy alejados de nuestro territorio, provocando consecuencias ambientales y sociales no deseables**. Este fenómeno ocurre a nivel mundial, pero con especial énfasis en las ciudades, ya que todo lo que en ellas se consume (alimentos, agua, textiles, tecnología, materias primas como madera, arena, etc.) se produce fuera de ellas, en ocasiones muy lejos. Esta práctica ocurre en todo tipo de industrias, como la electrónica o la moda, pero también se extiende a la producción de alimentos.

Los impactos ambientales negativos que se derivan de este modelo de producción y consumo son diversos. Por un lado, el transporte por mar o tierra de los alimentos desde el lugar de cultivo al de procesado, al de venta y al de gestión como residuos, consume grandes cantidades de energía y emite a la atmósfera toneladas de CO₂ contribuyendo al **cambio climático**. Los monocultivos, producciones muy vastas en las que únicamente se produce un tipo de cultivo, agotan la tierra porque producen grandes

cantidades de alimento y de manera continuada. Por este motivo, utilizan fertilizantes químicos en grandes cantidades, con el riesgo de contaminar el suelo **y el agua subterránea almacenada en acuíferos**. También suelen hacer uso de productos fitosanitarios (insecticidas, pesticidas, herbicidas) para controlar las plagas de insectos y de “malas hierbas” o hierbas adventicias, lo que **afecta a la biodiversidad como aves, reptiles y otros insectos no dañinos**. Por otro lado, se cultivan grandes cantidades de alimentos que necesitan importantes cantidades de agua, como el tomate o el aguacate. Esto ha provocado la sobreexplotación de las reservas hídricas que pone en riesgo la disponibilidad del agua aun siendo este un recurso esencial para la vida.

Por todos estos impactos ambientales, se dice que **el modelo industrial de producción y consumo de alimentos tiene una gran “huella ecológica” y una elevada “huella hídrica”**. La primera, hace referencia al impacto nocivo que provoca la actividad sobre los ecosistemas. De esta manera, cuanto mayor sea la huella ecológica de una actividad, mayores serán sus consecuencias negativas sobre ecosistemas y poblaciones humanas. La segunda, se refiere a la cantidad de agua que se necesita para producir los alimentos, tanto en el cultivo como en el procesado y desecho. Para este ejercicio hablaremos de huella ambiental para referirnos tanto a la huella ecológica como hídrica. **El deterioro de los recursos naturales como el suelo, el agua o la atmósfera también afecta a las personas, principalmente a las poblaciones locales que ven deteriorado su bienestar**, ya que sufren con mayor intensidad el hecho de que el agua que consumen se contamine o la tierra en la que cultivan sus alimentos pierda la fertilidad.

Sin embargo, existen alternativas a ese modelo productivo intensivo con gran huella ecológica e hídrica, como la relocalización de la producción. **En este modelo, se apuesta por la producción local, abogando por acercar los lugares de producción a los sitios en los que se va a consumir los productos**. De esta manera, disminuye la necesidad de transporte y por tanto emisiones de CO₂. Las producciones locales de cercanía suelen tener dimensiones más reducidas y combinar cultivos diferentes, lo que permite la aplicación de técnicas de agricultura ecológica como el uso de abonos biológicos como el compost. El compost es una enmienda orgánica que se obtiene mediante un proceso controlado de descomposición de la materia orgánica que ha sido desechada (peladuras y restos de cocinado, podas y desbroces de espacios verdes, etc.). Utilizar el compost o el estiércol de animales como abono permite reincorporar nutrientes a los suelos para evitar su erosión a la vez que su producción posibilita el **cierre de los ciclos de materia, transformando los desechos en nutrientes para mejorar los suelos**. Esta manera de producir facilita mantener un control sobre los cultivos, seleccionando aquello con mayor adaptación al clima y a los recursos hídricos para evitar la sobreexplotación de acuíferos y reservas de agua. Por otro lado, las ganaderías de producciones pequeñas y en extensivo, es decir, en aquellas en las que los animales se alimentan de los pastos, en bosques o montes cercanos, ayudan a mantener ecosistemas con alto valor ambiental y generan beneficios ecológicos como la fijación de carbono en el suelo o el control de la biomasa vegetal, importante a la hora de evitar la virulencia de los incendios forestales. Todo esto, hace de **la actividad agropecuaria local y con criterios ecológicos, una actividad beneficiosa con potencial para mejorar la calidad ambiental del territorio sin implicar riesgos nocivos para la biodiversidad**.

En Madrid existen algunas iniciativas que fomentan la producción y consumo local como el parque agroalimentario de Rivas Vaciamadrid o de Fuenlabrada, en los que el ayuntamiento facilita el acceso a terrenos agrícolas a jóvenes o personas que apuestan por la producción agroecológica como salida profesional. Es necesario impulsar el desarrollo de muchos otros proyectos similares, que hagan posible que

el abastecimiento de alimentos de la ciudad de Madrid, proceda en buena medida de su propio entorno. **El proyecto Bosque Metropolitano también incluye experiencias de producción alimentaria como parte de los espacios verdes de cercanía.** Es el caso del parque agroecológico proyectado junto al aeródromo de Cuatro Vientos y conectado con la Dehesa de los Carabancheles (ítem 4). Su objetivo es la producción de alimentos, a la vez que se promueve la investigación y el uso de variedades alimentarias tradicionales.

5. IMPRIMIBLES

LISTADO DE ALIMENTOS

	Producto	Procedencia	Procesado	Envoltorio
1	Pan	Guadalajara	Fresco	Papel
1	Patatas	León	Fresco	Sin envoltorio
1	Garbanzos	Segovia	Fresco	Papel
1	Tomate	Almería	Fresco	Sin envoltorio
2	Almendras	Aragón	Fresco	Plástico
2	Plátanos	Canarias	Fresco	Sin envoltorio
2	Merluza	País Vasco	Fresco	Plástico
2	Mermelada	Burgos	Medio	Cristal
2	Queso	Asturias	Medio	Papel
3	Ketchup	Holanda	Alto	Plástico
3	Leche	Madrid	Fresco	Plástico
3	Arándanos	Alemania	Fresco	Plástico
3	Galletas	Cantabria	Alto	Plástico y papel
3	Mejillón fresco	Galicia	Fresco	malla plástico
3	Pollo	Galicia	Fresco	Plástico
3	Chips (patatas fritas de bolsa)	Burgos	Alto	Plástico
3	Chocolate	Colombia	Medio	Papel
3	Pasta	Grecia	Medio	Papel
4	Piña	Costa Rica	Fresco	Sin envoltorio
4	Bollería industrial	Toledo	Alto	Plástico
4	Jamón york	Gerona	Alto	Plástico
4	Aguacate	Perú	Fresco	Sin envoltorio
4	Salmón	Noruega	Fresco	Papel y plástico
4	Chuletón de ternera	Ávila	Fresco	Plástico y cartón
4	Chuleta de cerdo	Huesca	Fresco	Plástico

Actividad 4

A la caza de la adaptación

ACTIVIDAD 4: A LA CAZA DE LA ADAPTACIÓN	
<p>TEMÁTICAS DE TRABAJO:</p> <p>Adaptaciones biológicas de las plantas, influencia del medio en la biodiversidad vegetal.</p>	<p>MATERIALES</p> <ul style="list-style-type: none"> - Cuaderno de campo y material de oficina (lápices, gomas, sacapuntas, pegamento y cinta adhesiva) - Lupas de mano - Lupa binocular (opcional) - Papel continuo/cartulinas - Tijeras y pala pequeña de jardinería
<p>ÍTEMS DEL BOSQUE METROPOLITANO RELACIONADOS:</p> <p>Ítem 2: Adaptaciones biológicas en cantiles del río Jarama y Manzanares. Ítem 5: Sucesión ecológica en la Mina del Cazador.</p>	
<p>TIEMPO: Una única sesión de 2h.</p>	
<p>BREVE DESCRIPCIÓN DE LA ACTIVIDAD:</p> <p>A partir de la observación directa de las plantas del entorno cotidiano, en esta actividad el alumnado aprenderá el concepto de adaptaciones biológicas al medio en el que habitan. Los estudiantes se familiarizarán con la vegetación, las funciones y necesidades de la flora y comprenderán la estrecha relación del suelo y otros condicionantes en las características morfológicas de las plantas. La época más favorable para realizar esta actividad son los meses de primavera. El resto del año se puede trabajar con plantas de hoja perenne o con plantas caducifolias antes de que pierdan las hojas.</p>	
<p>OBJETIVOS:</p> <ul style="list-style-type: none"> ■ Desarrollar la capacidad de observación de las plantas en nuestro entorno cotidiano ■ Identificar la diversidad de formas y estructuras que presentan las plantas con las que cohabitamos para familiarizarse con el concepto de biodiversidad ■ Reconocer la influencia de distintos factores ambientales en la morfología y diversidad de las especies vegetales 	
<p>RESULTADOS ESPERADOS:</p> <p>Panel o mural con recopilación de adaptaciones vegetales observadas</p>	
<p>SUGERENCIAS DE VISITAS CON EL ALUMNADO:</p> <p>Arboreto ETSI (Escuela Técnica Superior de Ingeniería) de Montes, Forestal y Medio Natural https://www.montes.upm.es/Escuela/Servicios_Generales/Arboreto</p> <p>Real Jardín Botánico de Madrid https://rjb.csic.es/ Parque o espacio verde público en las inmediaciones del centro educativo</p>	

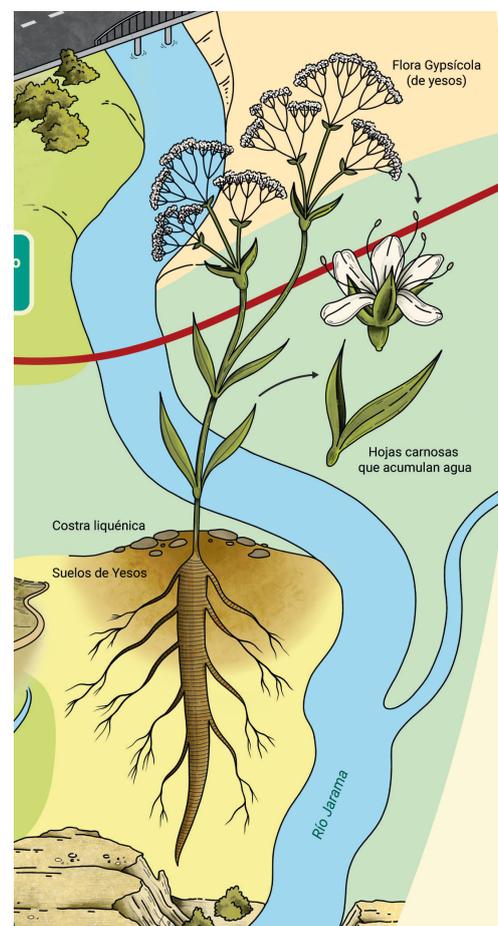
1. INTRODUCCIÓN PARA DOCENTES

Las plantas, al igual que el resto de seres vivos, **se adaptan a su entorno para sobrevivir**. Es decir, ajustan sus estructuras (p. ej.: hojas, tallos, raíces, semillas, etc.) y su funcionamiento (ej.: captación de nutrientes, agua, dispersión de semillas, etc.) a factores como la luz, el tipo de suelo, la disponibilidad de agua o la presencia de otros organismos. En las plantas que nos rodean podemos reconocer algunas, como las adaptaciones a la escasez de agua, la captación de luz, la polinización o la dispersión de semillas.

El Bosque Metropolitano reúne una gran diversidad de especies autóctonas propias del clima mediterráneo, por lo que la vegetación está adaptada para poder superar un **periodo de sequía durante el verano**. Por este motivo, es común encontrar estructuras como hojas y raíces adaptadas a la falta de agua. Otras, como las plantas herbáceas anuales (amapolas, cardos, manzanillas, cebadillas, etc.), completan un ciclo de vida (naciendo, creciendo y produciendo semillas) antes de que el suelo quede completamente seco en verano. Cerca de los ríos, la **humedad es mayor pero la luz escasea, por lo que aquí las plantas necesitan dedicar más recursos a captar luz**.

Algunas especies habitan ambientes tan especiales en el planeta que se convierten en **plantas superespecialistas**. Este es el caso de las plantas que viven en climas secos sobre suelos ricos en yeso, las **plantas gipsícolas** (del griego gypsum -yeso- y del latín colere -habitar-). En el **límite sureste de la ciudad de Madrid**, podemos encontrar escarpes ricos en yeso, conocidos como **cantiles**. La (Figura 8) representa esa zona y las particularidades de su vegetación, puedes ubicarla en el mapa. Estos suelos son pobres en nutrientes y en materia orgánica y ricos en una sal de azufre (el sulfato de calcio o yeso), condiciones de vida difíciles, por lo que la vegetación presenta adaptaciones concretas para desarrollarse. Sin embargo, estos suelos se encuentran protegidos de la erosión por las plantas que allí crecen y por la **costra líquénica**, que está formada principalmente por líquenes (organismos constituidos por la simbiosis de un hongo y un alga), los cuáles se extienden como una alfombra viva sobre el suelo. Este tipo de vegetación mejora las condiciones del medio para la vida y protege de la erosión, ya que facilita que el agua de lluvia se mantenga en el suelo y aumenta el contenido de nutrientes y materia orgánica.

Figura 8. Ejemplo de adaptaciones biológicas en cantiles del río Jarama y Manzanares.



2. DESARROLLO DE LA ACTIVIDAD

A la caza de la adaptación

Esta actividad puede realizarse con las plantas que crecen dentro del espacio escolar (patios, huertos, alcorques de árboles, parterres con vegetación en el patio, grietas del pavimento, etc.). O en espacios cercanos al centro escolar (jardines, parques, plazas, solares, etc.). De forma complementaria, se propone la visita a espacios con colecciones de especies vegetales autóctonas donde el alumnado pueda seguir familiarizándose con la diversidad vegetal que nos rodea. Se puede trabajar con plantas cultivadas o con plantas espontáneas (han llegado hasta allí y se desarrollan sin que nadie las cultive). Para facilitar la interpretación de las adaptaciones en la flora cercana, en el apartado 5. Imprimibles puede encontrarse una Guía de Especies espontáneas y cultivadas frecuentes en la ciudad de Madrid, junto a diferentes tipos de adaptaciones que muestran. En caso de no poder trabajar con especies del entorno cotidiano del centro escolar o para enriquecer la sesión, se pueden utilizar ejemplos de especies muy especializadas en un ambiente muy concreto, como los suelos ricos en yesos.

Previamente a la actividad se identificará la presencia de un conjunto de especies vegetales más o menos diverso en los espacios que posteriormente exploraremos con el alumnado. Se recomienda reconocer las plantas y su morfología e identificar las adaptaciones ayudándose de la guía de especies. No es imprescindible conocer el nombre de todas las especies que podemos encontrar en nuestra exploración ni ceñirse a las que se recogen en la guía.

- 1. Iniciar la sesión realizando una introducción al tema de las adaptaciones ecológicas de las especies, de acuerdo al nivel del alumnado. Se pueden mostrar ejemplos ilustrativos de estas (Figuras 9, 10, 11 y 12).
- 2. Formar grupos de 4-5 estudiantes. A cada uno se le dará un listado de características que tienen que reconocer en una o varias de las plantas presentes en el espacio.
- 3. Los estudiantes deben buscar en el espacio exterior especies con estas características.
- 4. Una vez identificadas las plantas, van a relacionar sus características con adaptaciones a uno o varios factores ambientales como la luz, el agua, el viento, la composición del suelo, la necesidad de atraer a otros organismos, etc. Como dinámica alternativa, asignar a cada grupo una o varias especies concretas que han de observar. Para facilitar la observación cada grupo dispone de una batería de preguntas haciendo énfasis en la observación de la morfología y estructura de las plantas: ¿Qué forma tienen las hojas? ¿Son duras o blandas? ¿Dónde suele vivir esa planta? ¿Observas alguna estructura singular como espinas, escamas, pelos, etc.? ¿Para qué crees que puede servir? ¿Cómo son las semillas?, etc.
- 5. Las observaciones y asociaciones de cada grupo las recogerán en un panel o mural en el que se indiquen ejemplos de características o estructuras observadas y la funcionalidad a las que han sido asociadas. Este panel a modo de collage, puede elaborarse con dibujos, también se pueden emplear individuos (plantas herbáceas) o fragmentos de las plantas (plantas leñosas) o partes de estas (hojas, frutos, semillas, tallos, etc.).
- 6. La actividad se cerrará con un breve debate sobre la diversidad de soluciones o adaptaciones que desarrollan las plantas, para resolver diferentes dificultades o satisfacer diferentes necesidades, fruto de la evolución.

ADAPTACIONES A DISPERSIÓN DE FRUTOS Y SEMILLAS POR EL VIENTO



Ailanto (*Ailanthus altissima*) / Foto: Alba Gutiérrez Girón

Fruto con ala

El fruto alado del ailanto es empujado por el viento favoreciendo su dispersión. El ailanto es una especie invasora que se reproduce con mucha facilidad ya que sus semillas aladas le permite esparcirse por una gran superficie de espacio.



Salsifí (*Tragopogon porrifolius*) / Foto: Alba Gutiérrez. Girón

Fruto con vilano

Los vilanos son estructuras pelosas que funcionan como un "paracaídas" vegetal. Mantiene suspendido en el aire el fruto que al ser muy ligero puede viajar muy lejos, empujado por una simple brisa primaveral.

ADAPTACIONES A SUELOS SECOS



Retama (*Retama sphaerocarpa*) / Foto: Alba Gutiérrez. Girón

Tallos verdes y sin hojas

Perder las hojas es una manera de reducir la pérdida de agua en la planta, ya que pierden agua por los estomas (aberturas para el intercambio de gases). Al perder las hojas son los tallos los que hacen la fotosíntesis, por eso mantienen el color verde.



Encina (*Quercus rotundifolia*) / Foto: Salomé Bielsa <https://www.flickr.com/photos/bambolia/364940163>

Hojas duras y espinosas

Estas hojas duras conservan mejor el agua en verano y aguantan el frío en invierno. Las más cercanas al suelo tienen espinas para que no sean comidas por los herbívoros.

Figuras 9, 10, 11 y 12. Ejemplos de adaptaciones vegetales. ▲

Si fuera necesario, esta actividad se puede realizar en el interior, recopilando previamente muestras de plantas y elaborando fichas de estas especies frecuentes en nuestros entornos cotidianos. En general, la época más favorable para realizar esta actividad son los meses de primavera. Momento en el que las plantas están vegetativas y muchas de ellas florecen y fructifican, por lo que se encontrará fácilmente una gran diversidad. Con arbolado de hoja caduca se puede trabajar en septiembre, octubre y parte de noviembre, hasta que pierden las hojas. Con arbolado de hoja perenne puede trabajarse todo el año.

3. OTROS RECURSOS PARA EL AULA

Para conocer más adaptaciones en plantas que se pueden encontrar en el Real Jardín Botánico <http://www.rjb.csic.es/jardinbotanico/ficheros/documentos/pdf/didactica/talleradaptaciones.pdf>

Para ver fichas sobre las adaptaciones vegetales elaboradas por el Real Jardín Botánico de Sydney <https://www.rbg Syd.nsw.gov.au/learn/living-learning/primary-school-resources/adaptations-of-living-things/plant-adaptations/plant-adaptations-hunt>

4. PARA PROFUNDIZAR COMO DOCENTE

Las plantas, al igual que el resto de seres vivos, **se adaptan a su entorno para poder sobrevivir**. Es decir, tienen que ajustar sus estructuras (ej. hojas, tallos, raíces, semillas, etc.) y su funcionamiento (ej.: captación de nutrientes, agua o luz, polinización, dispersión de sus semillas, etc.) a factores como la luz, el tipo de suelo, la disponibilidad de agua, la presencia de otros organismos que interactúan con las plantas. En las plantas que nos rodean de forma cotidiana podemos reconocer algunas de las adaptaciones que han ido desarrollando las diferentes especies de plantas a lo largo de su historia evolutiva. Entre otras, encontramos adaptaciones a la escasez de agua, para optimizar la captación de luz, la polinización mediada por insectos o la dispersión de las semillas (por animales o por el viento). Conocer estas adaptaciones y saber interpretarlas, ayuda a conocer las condiciones del entorno. Además, son una fuente inagotable de inspiración en la búsqueda de estrategias ante los retos a los que se enfrenta la humanidad.

El bosque metropolitano reúne una gran diversidad de ecosistemas y ambientes. Las especies que los habitan o habitarán en un futuro poseen diversos tipos de adaptaciones que podemos reconocer. Para interpretarlas es importante saber que el bosque metropolitano se desarrolla en un **clima mediterráneo** y que las especies que lo habitan (tanto árboles como matorrales y plantas herbáceas) están adaptadas de diferentes formas a este clima. Básicamente, ser una planta mediterránea requiere poder superar (con diferentes estrategias) un **periodo de sequía durante el verano**. La forma más habitual de afrontar esta situación es con estructuras que permitan resistir la sequía del verano (hojas y raíces adaptadas a la falta de agua), tal y como hacen muchas especies arbóreas y de matorral mediterráneas. Una alternativa para las plantas es completar un ciclo de vida (naciendo, creciendo y produciendo semillas) antes de que el suelo quede completamente seco en verano, como hacen muchas plantas herbáceas anuales (amapolas, cardos, manzanillas, cebadillas, etc.).

Sin embargo, cerca de los cauces de ríos y arroyos, donde **la humedad del suelo es mayor**, incluso en el verano, **las plantas ya no necesitan protegerse tanto de la sequía, pero tiene que dedicar más recursos a captar la luz**, ya que son ambientes en que las plantas crecen con más facilidad y la competencia por la luz es mayor.

Por otro lado, las plantas no solo necesitan captar recursos (agua, nutrientes, luz, etc.), sino que también necesitan asegurar la polinización de sus flores y la dispersión de sus frutos y semillas. Las estrategias que podemos observar para estas necesidades son muy diversas. Por ejemplo, las plantas que son polinizadas por los insectos tienen elementos que las hacen atractivas a estos, en general tienen flores coloridas y les ofrecen alimento en forma de néctar o polen. Otro ejemplo son las semillas dispersadas por el viento que tienen elementos como pelos o alas que las hacen poder suspenderse en el aire. ¿Quién no ha soplado “las pelusas” de un diente de león?

Algunas especies habitan ambientes tan especiales y poco frecuentes en el planeta que se convierten en **plantas superespecialistas**. Este es el caso de las plantas que viven en suelos ricos en yeso en climas se-cos, **plantas gipsícolas** (del griego gypsum -yeso- y del latín colere –habitar-). En el **límite sur de la ciudad de Madrid**, podemos encontrar algunas de estas plantas habitando escarpes sobre materiales geológicos ricos en yeso. Estos escarpes se conocen como **cantiles** y se caracterizan por tener unos suelos pobres en nutrientes y en materia orgánica, pero ricos en elementos como el calcio y azufre. Este tipo de suelos resultan difíciles para la vida de muchas plantas. Además estos suelos se pueden erosionar con mucha facilidad si no tienen vegetación que los proteja. Una parte de esta **vegetación protectora** está formada por líquenes (organismos constituidos por la simbiosis de un hongo y un alga), que forma una alfombra viva sobre el suelo conocida como **costra líquénica**. La vegetación facilita que el agua de lluvia entre y se mantenga en el suelo, protege de la erosión, y aumenta el contenido de nutrientes y materia orgánica en el suelo.

5. IMPRIMIBLES

Guía de especies espontáneas y cultivadas frecuentes en la ciudad de Madrid y diferentes tipos de adaptaciones que muestran.

NOMBRE DE LA ESPECIE	ADAPTACIONES
ÁRBOLES ORNAMENTALES	
Arizonica (<i>Cupressus arizonica</i>), Ciprés (<i>Cupressus sempervirens</i>)	Mis hojas son pequeñas, tienen forma de escamas, y recubren completamente los tallos. Esto me ayuda a conservar mejor el agua.
Platanero oriental (<i>Platanus hispanicus</i>)	Mis hojas son grandes y finas para aprovechar mejor la luz.
Castaño de indias (<i>Aesculus hippocastanus</i>)	Mis hojas son grandes y finas para aprovechar mejor la luz. Mis frutos en forma de castaña, son tóxicos, así evito que los animales se los coman.
ARBUSTOS	
Zarzamora (<i>Rubus ulmifolius</i>)	Mis hojas tienen agujones que me ayudan a trepar para encontrar la luz. Mis frutos son jugosos y dulces y les encantan a los pájaros que dispersan mis semillas.
Retama (<i>Retama sphaerocarpa</i>)	No tengo hojas para evitar perder agua, mis tallos son los que fotosintetizan. Mis flores producen mucho néctar para atraer a insectos polinizadores. Mis raíces son profundas y abundantes para conseguir agua en verano. Mis raíces dan cobijo a una bacteria que me proporciona el nutriente nitrógeno.
Romero (<i>Salvia rosmarinus</i>)	Mis flores producen mucho néctar para atraer a insectos polinizadores. Mis hojas tienen los bordes retorcidos y mucho pelo en el envés para evitar la evaporación del agua. Mis raíces son profundas y abundantes para conseguir agua en verano. Mis raíces son fuertes y pueden penetrar en grietas de la roca.
Tomillo (<i>Thymus vulgaris</i> , <i>T. zygis</i>)	Tengo unas hojas muy pequeñas para evitar perder agua por ellas. Mis flores producen mucho néctar para atraer a insectos polinizadores.
PLANTAS DE SUELOS SOBRE YESOS	
Jarilla de escamas (<i>Helianthemum squamatum</i>)	Mis semillas se recubren de moco al humedecerse y se quedan pegadas al suelo. Eso facilita mi germinación y evita que me coman las hormigas. Mis hojas están recubiertas de unas escamas que reflejan la luz y evitan la evaporación de agua en verano.
Hierba jabonera (<i>Gypsophila struthium</i>)	Mis hojas son algo carnosas, porque acumulo agua en ellas, que me ayuda a sobrellevar la falta de agua y la acumulación de sales en el suelo rico en yeso. Tengo una raíz gruesa y fuerte, que puede crecer adentrándose en grietas y que no se daña con los cristales de yeso. Próximo a la superficie del suelo desarrollo abundantes raíces finas para captar el agua rápidamente cuando llueve.
Boja (<i>Lepidium subulatum</i>)	Soy una planta espinosa, eso me hace poco apetecible para los animales herbívoros. Mis hojas son de pequeño tamaño para evitar perder mucha agua en verano.
Hierba pincel (<i>Coris monspeliensis</i>)	Mis hojas son algo carnosas, porque acumulo agua en ellas, que me ayuda a sobrellevar la falta de agua y la acumulación de sales en el suelo rico en yeso. Mis flores son de un color llamativo para los insectos que me polinizan.
Garbancillo (<i>Ononis tridentata</i>)	Mis hojas son algo carnosas, porque acumulo agua en ellas, que me ayuda a sobrellevar la falta de agua y la acumulación de sales en el suelo rico en yeso. Mis raíces dan cobijo a una bacteria que me proporciona el nutriente nitrógeno, poco abundante en suelos ricos en yeso.

NOMBRE DE LA ESPECIE	ADAPTACIONES
HERBÁCEAS	
Llantén (<i>Plantago ssp.</i>)	Mis semillas se recubren de moco al humedecerse y se quedan pegadas al suelo. Eso facilita mi germinación y evita que se las coman las hormigas.
Malva (<i>Malva sylvestris</i>)	Mis hojas de color verde intenso, grandes y redondeadas, captan muy bien la luz.
Alfileres o pico de cigüeña (<i>Erodium cicutarium, E. moschatum</i>)	Mi fruto se retuerce al humedecerse y se clava en el suelo, eso ayuda a que emerja una nueva planta el año siguiente (prueba a dejar secar un fruto y humedecerlo posteriormente, verás el movimiento).
Manzanillas locas (<i>Anacyclus clavatus, Anthemis arvensis</i>)	Mis inflorescencias (conjunto de flores) atrae a los insectos que me polinizan.
Viborera (<i>Echium vulgare, E. plantagineum</i>)	Mis flores son de color azul intenso y producen néctar que les gusta a los insectos que me polinizan.
	Estoy recubierta de pelos rígidos que les disgustan a muchos herbívoros que prefieren no comerme.
	Supero la sequía del verano en forma de semillas que permanece en el suelo hasta las primeras lluvias de la primavera siguiente.
Ortiga (<i>Urtica urens, U. dioica</i>)	Tengo unos pelos urticantes que me ayudan a protegerme de los animales herbívoros
	Mi color verde intenso me ayuda a aprovechar mejor la luz.
Amapola (<i>Papaver rhoeas</i>)	Mis flores producen mucho polen para los insectos que me polinizan.
	Mis semillas son muy pequeñas y las dispersa el viento.
	Mi fruto es una cápsula con numerosas perforaciones en la parte de arriba que al agitarse con el viento libera semillas.
	Supero la sequía del verano en forma de semillas, que permanece en el suelo, hasta las primeras lluvias de la primavera siguiente.
Cardo (<i>Cardus tenuifolius, C. picnophalus, C. bougeanus</i>); Cardo mariano (<i>Silybum marianum</i>)	Mis hojas y mi inflorescencia (conjunto de flores) es espinosa para que no me coman los animales herbívoros.
	Mis frutos tienen una estructura en forma de plumero (vilano) que ayuda a que las semillas vuelen lejos con el viento.
Diente de león (<i>Taraxacum officinalis</i>)	Mis frutos tienen una estructura en forma de plumero (vilano) que ayuda a que las semillas vuelen lejos con el viento.
	Mis hojas se disponen pegadas al suelo para protegerse del frío y calentarse rápido en la primavera.
Cebadilla (<i>Hordeum murinum</i>)	Mis frutos se enganchan en tus calcetines y al pelo de muchos animales, esto es útil para que mis semillas lleguen mucho más lejos.
	Mis raíces son muy finas, abundantes y crecen cerca de la superficie, eso me ayuda a recoger rápidamente el agua cuando llueve.
Amor de hortelano (<i>Galium aparine</i>), Rubia (<i>Rubia peregriana</i>)	Mis frutos parecen recubiertos de velcro y se enganchan en tus calcetines y al pelo de muchos animales. esto es útil para que mis semillas lleguen mucho más lejos.
Zanahoria silvestre (<i>Daucus carota</i>)	Mis frutos parecen recubiertos de velcro y se enganchan en tus calcetines y al pelo de muchos animales.
Gordolobo (<i>Verbascum ssp.</i>)	Mis hojas están recubiertas de un pelo blanquecino que me protege del sol y me ayuda a no perder mucha agua en verano.

NOMBRE DE LA ESPECIE	ADAPTACIONES
PLANTAS EN LA HUERTA	
Zanahoria (<i>Daucus carota</i>)	Tengo una raíz que acumula agua y nutrientes para el siguiente año.
Ajo, cebolla (<i>Allium sativum</i> , <i>A. cepa</i>)	Mis hojas bajo el suelo se engrosa y forman un bulbo que acumula agua y nutrientes para el año siguiente.
Habas (<i>Vicia faba</i>)	Mis raíces dan cobijo a una bacteria que me proporciona el nutriente nitrógeno.
Girasol (<i>Helianthus annuus</i>)	Mis flores son llamativas para los insectos que me polinizan.
Borraja (<i>Borago officinalis</i>)	Mi flor es llamativa para los insectos que me polinizan.
Fresa (<i>Fragaria vesca</i>)	Mi fruto es vistoso y sabroso para que los animales lo coman y dispersen mis semillas.
Guisante (<i>Pisum sativum</i>)	Tengo unas hojas que termina en zarcillos que me ayudan a trepar para conseguir luz.
ÁRBOLES	
Encina (<i>Quercus rotundifolia</i>)	Mis hojas son gruesas y fuertes, así funcionan también en invierno.
	Las hojas de las ramas más bajas son espinosas, así son menos atractivas para los herbívoros.
	Mis hojas son muy impermeables por el haz y tiene pelo en el envés que me ayudan a no perder mucha agua en el verano.
Alcornoque (<i>Quercus suber</i>)	Mi corteza es gruesa y resiste al fuego.
	Mis hojas son muy impermeables por el haz y tiene pelo en el envés que me ayudan a no perder mucha agua en el verano.
Olivo (<i>Olea europaea</i>)	Mis hojas son gruesas y fuertes, así pueden resistir varios años y estar disponibles para fotosintetizar en también en invierno.
	El envés de mis hojas está cubierto de pelos en forma de escama que evitan que pierda mucha agua en verano.
Fresno (<i>Fraxinus angustifolia</i>)	Mis hojas son grandes y finas para aprovechar mejor la luz.
	Mis frutos son alados, así el viento puede dispersar fácilmente mis semillas.
	Pierdo las hojas en otoño y paso la época del invierno aletargado para que el frío no me dañe.
Arces (<i>A. pseudoplatanus</i> , <i>A. negundo</i> , <i>A. campestre</i>)	Mis hojas son grandes y finas para aprovechar mejor la luz.
	Mis frutos son alados, así el viento puede dispersar fácilmente mis semillas.
	Pierdo las hojas en otoño y paso la época del invierno aletargado para que el frío no me dañe.
Olmo (<i>Ulmus minor</i>)	Mis frutos son alados, así el viento puede dispersar fácilmente mis semillas.
	Mis flores son pocas vistosas y producen mucho polen, que dispersa en viento.
	Pierdo las hojas en otoño y paso la época del invierno aletargado para que el frío no me dañe.
Aligustre (<i>Ligustrum vulgare</i>)	Mis frutos son carnosos y les gustan a las aves que dispersan mis semillas.
Chopos (<i>Populus nigra</i> , <i>P. alba</i>)	Mis semillas están rodeadas de pelos sedosos y finos que ayudan a dispersarlas por el aire.
Almez (<i>Celtis australis</i>)	Mis frutos son carnosos y les gustan a las aves que dispersan mis semillas.
	Mis hojas son grandes y de un color verde intenso para aprovechar mejor la luz.

Juego de la conectividad

Conectividad ecológica y biodiversidad

El juego consiste en ponerse en la piel de cuatro personajes diferentes (un insecto polinizador como la abeja, una oveja, una nutria y una persona que se desplaza a pie) para moverse por el tablero del Bosque Metropolitano según las necesidades y condiciones indicadas para cada personaje. Para ello se dividirá el alumnado en cuatro grupos y a cada grupo se le asignará un personaje. Los movimientos de cada personaje irán guiados por diferentes retos que les permitirán llegar a su destino. Cada reto está relacionado con la ecología de los personajes o con el territorio que transitan en sus diferentes trayectos. Para la resolución de cada reto, existe el personaje "Brújula", encarnado por el/la docente, quien puede orientarles para resolver el reto y que será responsable de asegurarse de que cada grupo pueda ir avanzando en cada reto. No siempre existe un único itinerario a realizar en el tablero, ya que a veces varias opciones de movimiento por el tablero cumplen las condiciones de movimiento del personaje concreto.

Dado que cada personaje tiene unas condiciones especiales y unos requerimientos ecológicos determinados, el alumnado recorrerá el mismo espacio en el que se asentará el Bosque Metropolitano, con diferentes miradas, reconociendo la biodiversidad, la variedad de espacios y su conectividad ecológica.

1.INTRODUCCIÓN PARA DOCENTES

La conectividad entre los espacios verdes de la ciudad de Madrid y de su entorno es esencial para conservar la biodiversidad y los ciclos biológicos. Para trabajar esta temática se ha puesto especial énfasis en la posibilidad de abordar su dimensión espacial.

El Juego de la Conectividad se asemeja a un juego de mesa en el que el tablero es el territorio que ocupará el Bosque Metropolitano y el alumnado se organiza en grupo al que se les asigna un rol animal o persona que debe desplazarse por el municipio de Madrid, entrando y saliendo de la ciudad para satisfacer sus necesidades.

Una parte del funcionamiento de los ecosistemas está relacionado con que estos estén conectados entre sí y que haya una continuidad en el territorio, de tal manera que los organismos vivos puedan transitarlos. Los espacios verdes dentro de la ciudad de Madrid deben estar conectados entre sí y con aquellos periurbanos de las inmediaciones urbanas. Las infraestructuras, principalmente las viarias, fragmentan el territorio, siendo obstáculos en muchas ocasiones insalvables para la biodiversidad. Sin embargo, la conexión entre los distintos espacios territoriales es esencial para asegurar el desplazamiento y la dispersión de la biodiversidad, aspectos necesarios para su conservación. La conectividad es el atributo ecológico que garantiza que la infraestructura verde funcione y genere beneficios para la biodiversidad y por tanto, para la sociedad urbana.

La noción de conectividad ecológica es compleja, porque depende de los requerimientos de cada organismo y de la conformación del territorio. Por este motivo, se ha recurrido a la metodología propuesta para abordar la dimensión espacial del concepto. La vida urbana dificulta percibir la ciudad como parte de un territorio mayor en el que se encuentra embebida, con el que puede estar más o menos conectado en función del organismo que tenga que transitar este territorio. Sin embargo, este territorio más allá de los límites urbanos es esencial para que pueda haber vida urbana.

El proyecto del Bosque Metropolitano busca conectar los espacios verdes ya existentes en la corona de Madrid, añadiendo y/o regenerando otros espacios a modo de conectores, aumentando la conectividad de esta manera.

Objetivos

- Proporcionar al alumnado un medio ameno y distendido para reconocer diferentes elementos del Bosque Metropolitano y comprender su funcionalidad ecológica.
- Comprender el término conectividad ecológica identificando como los espacios pueden estar conectados o desconectados para un organismo concreto en función de sus necesidades.
- (Re)pensar en las ciudades integrando elementos que permitan asentarse a la biodiversidad urbana.
- Contribuir al desarrollo de actitudes cooperativas y comunicativas entre iguales.
- Permitir la consolidación de los conocimientos adquiridos a lo largo de las sucesivas actividades.
- Fomentar el pensamiento crítico y analítico mediante los retos que deben resolver. Introducir el pensamiento sistémico mediante la comprensión y estudio de realidades complejas como los sistemas urbanos.

2.CONTENIDOS DEL JUEGO

1-Tablero: Mapa del Bosque Metropolitano de Madrid en el que se señalan características y elementos ecológicos relevantes del territorio (ítems 1 a 8) que han sido destacados por encontrarse presentes en la actualidad o ser parte de los objetivos de mejora de los proyectos que engloba el Bosque Metropolitano.

Se contará con el mapa en formato 1,5 m de diámetro, con el que se realizará la puesta en común para toda la clase al final del juego. Este mismo tablero también se proporciona en formato PDF para que pueda ser impreso en DIN A2, para que el alumnado pueda jugar dividido en grupos.

Para ello, se tendrán que hacer cuatro copias, una para cada equipo de jugadores (abeja, oveja, nutria y caminante).

2-Fichas de PERSONAJES: cuatro fichas redondas una para cada personaje, una abeja, una oveja, una nutria y una persona caminante (a pie). Serán las fichas de los personajes las que se desplacen por el tablero realizando los retos.

1.



2.



3-Cartas de los PERSONAJES: cuatro **tarjetas rectangulares** donde el anverso tiene la figura del personaje y el reverso su descripción.



4-Cartas Reto: **tarjetas rectangulares** con la descripción de los retos que deben completar. Cada personaje dispondrá de cuatro cartas RETO.

Reto 1 Nutria 

Naciste hace dos años en el Monte del Pardo, al norte de la ciudad de Madrid, y fuiste criada en uno de sus arroyos. El invierno se termina y has iniciado un viaje hacia el sur en busca de un nuevo territorio en el que establecerte, porque no hay espacio suficiente para alimentarte y tener refugio en el lugar en el que estás ahora. Debes buscar un río para llegar a tu destino y que en las orillas de este río crezca abundante vegetación. Esto último es importante porque la vegetación te proporciona refugio donde descansar y te permite pasar desapercibida para sentirte segura en tu viaje. Asegúrate de que el río te lleve hacia el sur de la forma más directa y busca un buen sitio en el río para tomar un descanso. Te damos una pista, hace unos años vieron a una amiga nutria por allí. Está cerca del antiguo estadio del Atlético de Madrid, el Vicente Calderón. ¿Ya sabes qué río coges y dónde debes parar? Díselo a la Brújula a ver si has acertado.

5-Guía para la brújula: Para poder desempeñar el papel de Brújula correctamente, el/la docente dispondrá de una clave donde están las respuestas de cada pregunta planteada en los retos.

3. INSTRUCCIONES DEL JUEGO PARA DOCENTES

El objetivo del juego consiste en que cada personaje consiga desplazarse por el tablero del Bosque Metropolitano para realizar cada uno de sus retos, de acuerdo a lo especificado en las cartas RETO. No se podrán desplazar por el tablero libremente, si no que los movimientos de cada personaje quedan restringidos al uso de un tipo de conector (infraestructuras viarias, vías pecuarias, cauces de ríos y arroyos y caminos. Para poder realizar cada reto, el grupo de alumnas y alumnos deben antes responder adecuadamente a una pregunta. Para ello, la Brújula les ayudará con pistas y les confirmará cuando su respuesta sea correcta. En ese momento, los jugadores podrán avanzar para realizar el reto. Cada uno de los retos les llevará a una posición concreta en el mapa (en ocasiones solo habrá una posible posición correcta y en otras habrá múltiples posibilidades y deberán ser el alumnado quien elija por dónde avanzar de acuerdo a su destino final.

Los pasos a seguir para completar el desarrollo del juego son los siguientes:

- Introducir al alumnado la importancia de la conectividad para la biodiversidad y los ecosistemas de acuerdo al nivel del aula, tal y como se recoge más arriba.
- Antes de comenzar, se debe familiarizar al alumnado con el tablero y piezas del juego. Usando el mapa de grandes dimensiones, se explicará qué representa el mapa, los elementos que podemos encontrar y las demás piezas del juego. Para ello, se sugiere hacer énfasis en lo siguiente:
 - Repasar los sitios emblemáticos de Madrid que seguramente conocen (Las 4 Torres, Wanda Metropolitano, Casa de Campo, etc).
 - Repasar la leyenda del mapa: vías de comunicación, suelos, características ecológicas de cada ítem y otros elementos del mapa.
 - Trabajar la orientación de los puntos cardinales.
 - Comentar la escala del mapa de acuerdo al kilometraje marcado en el perímetro (la distancia entre dos cifras son 5 km).
- Realizar 4 grupos de 5-6 estudiantes. Cada grupo deberá tener un tablero impreso en DIN A2. de esta manera, los equipos podrán jugar de manera simultánea.

-
- A cada uno de los grupos se le asignará un personaje de los 4 posibles: una abeja, una oveja, una nutria y una persona caminante. Una vez asignado el personaje se repartirá a cada grupo su carta PERSONAJE, así como el resto de piezas del juego: ficha y cartas RETO (4 por personaje). Cada grupo podrá consultar en la carta PERSONAJE sus características básicas sobre alimentación, reproducción o desplazamiento.
 - Se explicará que el/la docente tiene el papel de la Brújula, a quien han de consultar para saber si las respuestas a las preguntas planteadas en cada reto son las correctas. Si responden adecuadamente, podrán seguir las instrucciones de la carta RETO para moverse. Si no, tendrán que seguir pensando antes de poder avanzar.
 - Una vez explicada la dinámica de juego, cada grupo puede leer su primera carta RETO y comenzar a jugar. En ocasiones no existe una única manera de cumplir los retos, los equipos deberán decidir por qué ruta optarán de acuerdo a las condiciones y situaciones planteadas en el texto de cada carta RETO.
 - Los grupos irán completando los retos de forma simultánea. En caso de que los equipos resuelvan los 3 primeros retos rápidamente, pueden cambiarse los roles de tal manera que cada equipo pueda jugar con diferentes jugadores o personajes.

Al final del juego, toda la clase se reunirá en torno al tablero central y cada grupo expondrá el recorrido que ha realizado su jugador. Pueden marcar el recorrido hecho con rotulador. Podrán explicar al resto de compañeros si han conseguido cumplir los retos y de qué manera lo han logrado, o si por el contrario no lo han conseguido y cuáles han sido los motivos. Si varios grupos han jugado con el mismo personaje, pueden intercambiar resultados. Es interesante que reflexionen qué dificultades han encontrado y si identifican alternativas para facilitar el movimiento de la biodiversidad. Se debe hacer énfasis en la importancia de los conectores ecológicos que permitan a la biodiversidad moverse y mantener conectados a los ecosistemas para que no estén aislados y funcionen adecuadamente.

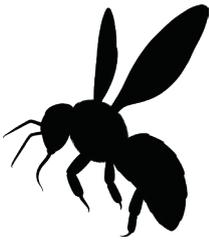
El objetivo de cada grupo es completar los 3 primeros retos que tiene que superar su personaje, los cuales se detallan en las cartas RETO. El reto número 4 contempla un ejercicio proyectual en el que deben de aplicar lo que han aprendido en el juego para que su centro escolar o su barrio sean entornos más amables con el animal que les ha tocado como personaje. Por este motivo, el reto 4 es más largo y requiere una dedicación mayor. Es opción del equipo docente realizarlo en esa misma sesión o reservarlo para una segunda sesión.

MAPA DEL BOSQUE METROPOLITANO DE MADRID. Tablero del Juego.



Guía de la brújula

Este documento está destinado al/la docente que encarnará el papel de Brújula. En él se recoge la descripción de los personajes, los retos que cada uno de ellos deberá resolver y las claves de las respuestas a cada reto. El alumnado, que se ha organizado en grupos según el personaje que les haya tocado encarnar, tendrá disponible en las tarjetas del juego la descripción de los personajes y los retos que deben resolver. Sin embargo, la información clave para cada reto que será de utilidad para la figura de Brújula, únicamente estará disponible en este documento.



PERSONAJE ABEJA

Carta PERSONAJE Abeja

¡Hola abeja de la miel! Eres un insecto que se alimenta del néctar y el polen que recoges del interior de las flores. Con eso, eres capaz de fabricar miel para conservar nutrientes que tú y tus compañeras de colmena podréis consumir cuando las flores escasean en invierno y otoño. Al visitar una flor, el polen se adhiere a tus patas y lo transportas a la siguiente flor que visitas. Gracias a esto, las flores se fecundan y los frutos pueden crecer. Si no existieras, al menos un tercio de los alimentos que necesitan las personas no se producirían, por lo que habría menos comida disponible.

Bebes agua de estanques o charcos. Vives en colmenas, en comunidad con otras muchas abejas y haces tus nidos en trozos de madera, como troncos de árboles muertos.

Vuelas y puedes moverte por cualquier sitio, siempre que no haya demasiada contaminación. Pero en este juego, te vas a desplazar utilizando los bordes y márgenes de las infraestructuras viarias (carreteras y autovías). No es que puedas conducir, si no que a los lados de las carreteras hay vegetación de la que puedes alimentarte y encuentras sombra donde te puedes cobijar. Prefieres moverte por fuera de la ciudad, porque en su interior te cuesta encontrar refugio, alimento y agua. Recuerda que para realizar tus retos siempre deberás moverte ¡siguiendo las carreteras y autovías! Las identificarás en el mapa porque son vías de color rojo.

RETO 1 Abeja

Eres una abeja reina que está en la Dehesa de los Carabancheles, donde debes situar tu ficha. Estás buscando un lugar adecuado para reproducirte y fundar tu colmena. Pero...¡espera! Antes de hacer ese largo camino necesitas beber agua y para ello te enfrentas a una gran dificultad. El invierno ha sido muy poco lluvioso por lo que está todo muy seco y el arroyo Butarque cada vez tiene menos agua. Necesitas dirigirte a algún lugar donde haya suficiente agua a pesar de la sequía. ¿Sabes cómo se llama el río más cercano al que te puedes dirigir? Te doy una pista, atraviesa la región y la ciudad de Madrid de Norte a Sur.

Cuando tengas la respuesta, dirígete a la Brújula para saber si has acertado el nombre de este famoso río madrileño. Si su respuesta es afirmativa, dirígete a este río. Pero ¡ojo!, debes llegar a él por la ruta más corta y no podrás recorrer más de 10 km por carretera.

Brújula reto 1 - Abeja: La respuesta es el río Manzanares. Como pista se puede indicar que es el único río que pasa cerca del centro de la ciudad (al lado de Príncipe Pío, atravesando Moncloa y bordeando Carabanchel, Arganzuela, Usera y Villaverde). También, que el parque de Madrid Río está construido en torno a él. Su nueva posición será el punto del río Manzanares más cercano por carretera. Si se necesita calcular la distancia de 10 km en el tablero pueden emplear la información de Kilometraje que aparece en la parte externa de éste, tomando como referencia alguna longitud de su mano (ej: número de dedos, palmo, etc.) que sea fácilmente trasladable al trayecto que quieran realizar en el tablero. También se puede emplear una regla. La escala empleada es aproximada, por lo que no se trata de tener una medida exacta sino de entender el concepto de escala y cómo poder emplearlo de forma práctica en la interpretación de información gráfica.

RETO 2 Abeja

¡Bravo! Has acertado, ¡es el río Manzanares! Has llegado al lugar donde puedes beber agua pero ahora tienes otra gran dificultad. ¡Tienes hambre! Necesitas ingerir un alimento rico en azúcares, que te de energía rápidamente. Debes escoger si buscar polen o néctar en las flores que visitas ¿Cuál de los dos alimentos es más rico en azúcar? Piénsalo y dale la respuesta a la Brújula. Si ella te dice que es correcto, ponte en marcha para buscar ese alimento que tanto necesitas. Una pista para encontrarlo, en suelos sobre yesos crecen unos tomillos y unas salvias muy ricas; ¿ya sabes dónde tienes que ir? Recuerda que debes poder llegar por carretera, aunque estando en el río, por esta vez también puedes moverte por él si te ayuda a encontrar alimento.

Brújula reto 2 - Abeja: La respuesta es el néctar, una sustancia rica en hidratos de carbono (azúcares) y, por tanto, muy energética. El polen, por el contrario, proporciona proteínas, que también les sirve para construir su cuerpo (podría decirse que las proteínas son los ladrillos del cuerpo, mientras que los hidratos de carbono proporcionan energía). Para ayudarles en esta respuesta, se les puede preguntar si han probado el néctar de alguna flor. Quizá recuerden que es dulce y pueden relacionarlo con la abundancia de azúcares (hidratos de carbono). Su nueva posición será los Cantiles del río Jarama y Manzanares, aunque puede que no atiendan a la pista sobre yesos y decidan visitar otras flores que encuentren en el mapa.

RETO 3 Abeja

¡Bien hecho! Has conseguido comer y beber en Madrid gracias a las flores y a los cursos de agua. Ahora sí estás preparada para encontrar un sitio tranquilo donde establecerte. Por desgracia, se ha fumigado la zona en la que te encuentras debido a una plaga, y las flores en las que podrías alimentarte, ahora son un auténtico veneno para ti también. ¡Debes huir y buscar otro sitio no contaminado! ¿Recuerdas cuál es el lugar idóneo para fundar tu colmena? Piénsalo con el resto de abejas y cuéntaselo a la Brújula. Si has respondido correctamente, dirígete a ese lugar. Debes elegir aquél más cercano, para no gastar energía. Ya sabes, usa las carreteras para desplazarte. ¡Buena suerte!

Brújula reto 3 - Abeja: Las abejas de la miel (*Apis mellifera*) hacen sus colmenas en troncos viejos y huecos, por lo que deben buscar un lugar en el que encuentren este material. Esta información la han leído en la carta del Jugador. Si no lo recuerdan, se les puede guiar preguntando dónde podrían construir una colmena las abejas en un bosque. Puede que respondan que en el suelo, lo cual es cierto para alguna especie de abejas y avispas. Sin embargo, las abejas de la miel suelen usar troncos de árboles muertos, oquedades en la madera, etc., ya que este material aísla del frío y del calor (por eso se usa en construcción). Se les puede preguntar si saben que a los osos les gusta la miel, que la buscan en los troncos (aunque también buscan ingerir las larvas de estos insectos, ricas en proteínas).

RETO 4 Ayuda a las abejas

¡Enhorabuena, abeja! Has conseguido establecer tu colmena después de hidratarte, y alimentarte. Te enfrentas a este último reto: el alumnado de este colegio está preocupado por la falta de árboles, flores y matorrales en el barrio y quiere pedirte ayuda. Saben que, vosotras las abejas de la miel, ayudáis a la reproducción de las plantas transportando polen de unas a otras mientras os alimentáis. Por eso quieren convertir su colegio en un lugar que podáis visitar para alimentaros en primavera. Para ello:

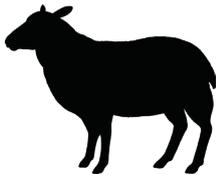
1. Ubica el colegio en el que estás ahora mismo en el mapa. Aunque sigas siendo una abeja, sabes perfectamente dónde estás.
2. Explica y dibuja en un papel continuo qué sería necesario transformar en este colegio y en este barrio para que vosotras las abejas podáis visitarlo para alimentaros y, de paso, polinizar las flores. Piensa y pon en práctica todo lo que has aprendido durante este juego junto a tus compañeras de la colmena sobre tu supervivencia y desplazamiento a través de Madrid y su futuro Bosque Metropolitano.

Brújula reto 4 - Abeja: Además de lo aprendido durante el juego, estos materiales didácticos extra pueden ayudar a dar más detalles y pistas para que proyecten un colegio y un entorno adecuado para abejas y demás polinizadores.

SOS polinizadores: guía para docentes y educadores ambientales <https://www.miteco.gob.es/es/ceneam/recursos/materiales/sos-polinizadores.aspx>

PolinizAPP <https://www.miteco.gob.es/es/ceneam/recursos/pag-web/polinizapp.aspx>

Guía de los polinizadores más comunes de las zonas verdes de Madrid <https://www.miteco.gob.es/es/ceneam/recursos/materiales/guia-polinizadores-madrid.aspx>



PERSONAJE OVEJA

Carta PERSONAJE Oveja

¡Hola oveja! ¿Ya sabes que eres un mamífero doméstico que crían las personas por tu preciada lana para fabricar ropa y otros textiles? Seguramente sepas que también aprovechan tu leche y tu carne porque son magníficos alimentos. Te alimentas de hierbas tiernas que crecen en los pastos o a los lados de los caminos. Gracias a esto, consigues que en el campo no crezca demasiada vegetación, manteniéndolo aclarado y reduciendo el riesgo de incendios.

Bebes agua de abrevaderos, manantiales, ríos o arroyos. Vives con muchas otras ovejas en rebaño. Los veranos los pasas en un pueblo de la Sierra Norte de Madrid. Los inviernos, cuando las temperaturas son muy bajas y suele nevar, las hierbas de las que te alimentas escasean. Por eso, en invierno tu pastor o pastora te acompañan a zonas más templadas donde hay más alimentos. Estos viajes buscando comida, se conocen como trashumancia y es una actividad que la humanidad lleva realizando con sus animales desde hace miles de años. Aunque ahora mismo se encuentra en retroceso, algunos rebaños siguen realizando la trashumancia.

Os desplazáis caminando por unos caminos llamados cañadas reales y necesitáis que os guíe vuestra pastora, a la que ayudan los perros pastores que viajan con todas vosotras para protegeros de ataques y despistes. o Recuerda que para realizar tus retos siempre deberás moverte ¡siguiendo las vías pecuarias o sendas reales! Las identificarás en el mapa porque son vías de color naranja clarito o violeta.

RETO 1 Oveja

Saliste ayer junto a tu rebaño de un pueblo de la Sierra Norte de Madrid y acabáis de llegar al Monte de Viñuelas. Sitúa allí tu ficha. Tu meta será llegar a la Casa de Campo, donde pasaréis el invierno porque es un sitio menos frío y con más alimento. Como ovejas, sabéis que os desplazáis por vías pecuarias, que son caminos especializados para el paso de ganado. Curiosamente, el Monte de El Pardo no tiene ninguna vía pecuaria porque tradicionalmente ese monte se ha dedicado a otra actividad relacionada con la fauna. ¿Sabes qué actividad humana ha predominado durante mucho tiempo en el Pardo? Piensa que está relacionada con la fauna. Cuando sepas la respuesta pregúntale a la Brújula y si aciertas, dirígete a alguna de las vías pecuarias próximas al Monte de El Pardo. Pero ¡cuidado!, para moverte de forma segura, cuando no hay vías pecuarias, tienes que hacerlo a través de las zonas verdes que puedas atravesar junto con el resto del rebaño.

Brújula reto 1 - Oveja: La respuesta es la caza. Se les puede dar ideas sobre las diferentes relaciones y actividades que las personas realizan con los animales en la naturaleza. Por ejemplo, las personas pueden observar aves y otros animales, pueden usar animales para arar o labrar la tierra de cultivo... ¿y qué más?. Si les resulta difícil, se les puede preguntar cómo creen que se conseguía antes la carne y la piel de algunos animales. Otra pista puede ser contarles algunos de los animales que podemos encontrar allí (ciervos, jabalíes, gamos, por ejemplo). No podrán salir de la zona sombreada en verde para alcanzar la vía pecuaria que elijan coger.

RETO 2 Oveja

¡Muy bien, oveja! El Monte de El Pardo se ha dedicado desde hace mucho tiempo a la caza, y por lo tanto no incluye vías aptas para rebaños trashumantes. Afortunadamente, has llegado a una vía pecuaria sin salirte de las zonas verdes del Bosque Metropolitano. Ahora está a punto de caer la noche, por lo que antes debes buscar una majada para descansar tranquilamente. Como buena oveja, sabrás que las majadas son pequeñas chozas que os sirven de resguardo situadas cerca de vuestro alimento favorito. Pero para encontrar comida, ¿recuerdas por qué hacéis la trashumancia hacia el sur en invierno y hacia el norte en verano?. Díselo a la Brújula, a ver si no te ha fallado la memoria. Si tu respuesta es correcta, busca la majada a la que puedas llegar antes para no perder mucho tiempo. Recuerda que solo podrás hacer uso de las vías pecuarias o sendas reales.

Brújula reto 2 - Oveja : La respuesta es que, en invierno bajan las temperaturas y la hierba sufre heladas, por lo que migran al sur buscando temperaturas más amables y pastos que puedan crecer mejor sin tanto frío. En verano, huyen de las altas temperaturas del sur y se desplazan al norte, donde encuentran más agua y por tanto más alimento. Si tienen dificultades, se les puede recordar que son animales herbívoros y rumiantes y que comen hierba. Se les puede preguntar qué pasa con la hierba en verano con mucho calor, si la temperatura es la misma en verano en la Sierra de Madrid que en la ciudad (efecto de la altitud), si han viajado al norte de España puede que recuerden que todo está más verde (efecto de la latitud).

RETO 3 Oveja

¡Bien, oveja! ¡No te has olvidado de lo que es la trashumancia! Ha amanecido un nuevo día y todo el rebaño está hambriento, así que lo primero que habéis hecho es pastar en la rica hierba de la majada. Al final de este reto tendrás que haber llegado a tu destino, la Casa de Campo; ¿sabes ya dónde está?. Sin embargo, después de comer os encontráis muy sedientas, y los arroyos de esa majada están secos tras el verano muy caluroso y un otoño seco. Necesitáis beber agua para hidrataros porque os espera una larga jornada para llegar a la Casa de Campo. Por desgracia, os habéis despistado y no sabéis qué dirección tomar. Tampoco veis a vuestra pastora. ¿Sabes de quién os podéis ayudar para orientaros de nuevo? Díselo a la Brújula y si la respuesta es correcta, coge el camino más fácil y rápido para llegar a la Casa de Campo. Recuerda que tenéis que seguir las vías pecuarias.

Brújula reto 3 - Oveja: Se trata de que vuelvan a identificar la importancia de la pastora (o al pastor), así como de los perros pastores. Estos las ayudan a mantenerse unidas si alguna se despista. También son esenciales para protegerlas de posibles ataques de lobos. Los mastines son los perros más adecuados para ello. Se les puede contar que los perros pastores no son lo que entendemos por mascotas. Si no que realizan una labor concreta y que si los encontramos por el campo, no debemos acercarnos a ellos ni molestarlos.

RETO 4 Ayuda a las ovejas

¿Habéis llegado a la Casa de Campo para pasar el invierno?, ¡Enhorabuena! Te enfrentas a este último reto. El alumnado de este colegio se ha dado cuenta de la gran importancia que es tener rebaños de ovejas cerca para obtener productos como lana, leche o carne producidos en Madrid. Pero eso no es todo, ¿te has dado cuenta de que teniendo ovejas no hace falta cortacésped y además, abonan el suelo?. Por eso, en este colegio quieren ayudaros en la trashumancia y, de paso, saludaros al pasar. ¡Quieren convertir este colegio en un lugar apto para que paséis por allí cuando salgáis de la Casa de Campo!. Para ello:

1. Ubica el colegio en el que estás ahora mismo en el mapa. Aunque sigas siendo una oveja, sabes perfectamente dónde estás.
2. Explica y dibuja en un papel continuo qué sería necesario transformar en este colegio y en este barrio para que vosotras las ovejas pudiéseris utilizarlo en vuestro recorrido. Piensa en todo lo que has aprendido durante este juego junto a tus compañeras del rebaño sobre tu supervivencia y desplazamiento a través de Madrid y su futuro Bosque Metropolitano.

Brújula reto 4 - Ovejas: Además de lo aprendido durante el juego, estos enlaces extra pueden ayudar a dar más detalles y pistas para que proyecten un entorno amigable para las ovejas.

Información sobre el rebaño de ovejas que pasan el invierno en la Casa de Campo, Centro de Educación Ambiental de la Casa de Campo <https://diario.madrid.es/cieacasadecampo/tag/rebano/>

Asociación Trashumancia y Naturaleza Fiesta de la Trashumancia en Madrid (mes de octubre) <https://trashumanciaynaturaleza.org/>



PERSONAJE NUTRIA

Carta PERSONAJE Nutria

¡Hola nutria! Seguro que ya sabes que eres un mamífero carnívoro que se alimenta fundamentalmente de pescado, aunque también te gustan los cangrejos y otras especies acuáticas. Vives en ríos medianos y pequeños. En los ríos no solo encuentras tu alimento sino que también es tu lugar de refugio para descansar y poder reproducirte. Al lado de los ríos, arroyos y lagunas es dónde haces las madrigueras.

En los años 80 casi desaparece tu especie en la provincia de Madrid, porque apenas existían depuradoras y los ríos estaban muy contaminados. Además, la vegetación de las riberas estaba muy deteriorada y se habían construido presas que os impedían moveros a lo largo de los ríos. Desde entonces, el estado de los ríos ha ido mejorando, y poco a poco las nutrias habéis vuelto a habitar una parte de los ríos de la provincia. Recuerda que para realizar tus retos siempre deberás moverte ¡siguiendo los cursos de agua, ríos y arroyos! Los identificarás en el mapa porque son de color azul.

RETO 1 Nutria

Naciste hace dos años en el Monte de El Pardo, al norte de la ciudad de Madrid, y fuiste criada en uno de sus arroyos. El invierno se termina y has iniciado un viaje hacia el sur en busca de un nuevo territorio en el que establecerte, porque no hay espacio suficiente para alimentarte y tener refugio en el lugar en el que estás ahora. Debes buscar un río para llegar a tu destino y que en las orillas de este río crezca abundante vegetación. Esto último es importante porque la vegetación te proporciona refugio donde descansar y te permite pasar desapercibida para sentirte segura en tu viaje. Asegúrate de que el río te lleve hacia el sur de la forma más directa y busca un buen sitio en el río para tomar un descanso. Te damos una pista, hace unos años vieron a una amiga nutria por allí en la parte baja del río Manzanares. ¿Ya sabes qué río coges y dónde debes parar? Díselo a la Brújula a ver si has acertado.

Brújula reto 1 - Nutria: El río que lleva más directamente hacia el sur es el río Manzanares y deben parar en su parte baja. El estado de las riberas del Manzanares a su paso por la ciudad, ha mejorado mucho en los últimos años, gracias al proyecto de renaturalización que se ha llevado a cabo. Se les puede preguntar si han estado alguna vez cerca del río o en algún parque cercano como el Madrid río o el Parque Lineal del Manzanares, si recuerdan árboles, arbustos o vegetación alta en sus orillas. Si no conocen el río se les puede animar a visitarlo con sus familias, sabiendo que, gracias a la renaturalización del río, en la actualidad sí existe vegetación de ribera. No es una invención que se haya visto una nutria al lado del antiguo estadio Vicente Calderón, hoy ya desaparecido. En 2019 se detectó un ejemplar macho nadando en el río Manzanares por la ciudad de Madrid (https://elpais.com/sociedad/2019/06/20/actualidad/1561007625_268315.html).

RETO 2 Nutria

¡Muy bien! Has conseguido moverte hacia el sur sin ser vista. La vegetación en las orillas del río Manzanares se ha recuperado gracias a la eliminación de las presas en el tramo del río que atraviesa la ciudad. Ahora crecen árboles, arbustos y hierbas altas que han dado protección a aves y se han generado bancos de arena y recovecos en el río y puedes ver abundantes peces e incluso tortugas. Para habitar un río necesitas que el agua esté limpia, o de lo contrario no tendrías peces de los que alimentarte. Por esto es importante para ti, que las aguas residuales de las ciudades y pueblos sean depuradas antes de ser vertidas al río. Las depuradoras se encuentran cerca de los ríos y suelen ser balsas grandes redondas donde el agua pasa un tiempo limpiándose. Cuando el agua se ha conseguido limpiar adecuadamente, puede vertirse a los ríos o usarse para... Un momento, ¿sabes para qué se puede usar el agua depurada y para qué no se puede usar? ¿Puedes encontrar alguna depuradora en tu camino por el río Manzanares? Díselo a la Brújula y averigua si tu respuesta es correcta, avanza hasta la depuradora que encontrarás en tu camino hacia el sur.

Brújula reto 2 - Nutria: El agua depurada se puede usar para regar las plantaciones de árboles y arbustos durante los primeros años, para asegurar su establecimiento, o para regenerar espacios de humedales naturales como charcas (muy importantes para aves y anfibios). En Madrid el agua depurada se usa para regar jardines o limpiar calles. Sin embargo, el agua depurada procedente de las depuradoras no es apta para su consumo, por lo que no se puede beber. Se les puede recordar que están viajando hacia el sur de Madrid, para dirigir la búsqueda de las depuradoras (estructuras en el mapa en forma de balsa redondas).

RETO 3 Nutria

¡Bien hecho! Perfecto, has encontrado una depuradora de agua. En la ciudad de Madrid, la mayoría de las depuradoras, se concentran en el sur. Gracias a ellas las aguas de los ríos han mejorado su calidad. Sin embargo, no es un sitio que te guste mucho así que sigues tu viaje. Por el camino te has ido alimentando de barbos, unos peces que viven en los ríos de Madrid y que son tu alimento preferido. Estás engordando porque pronto en primavera nacerán tus crías. Necesitas encontrar un tramo del río con más recovecos y abundante vegetación para mantener protegida a tu camada. Fuera de la ciudad, donde se une el río Manzanares con el río Jarama, podría ser un buen lugar. Esta zona es el Parque Regional del Sureste y está protegida, por lo que será más difícil que os puedan molestar o destruir la vegetación que os da refugio. El río Jarama es otro de los ríos más importantes en la Comunidad de Madrid y discurre en dirección norte-sur. Busca el río Jarama en el tablero y traza dos líneas imaginarias por las que podrían continuar hacia el sur los cauces del río Manzanares y el río Jarama. Donde se cruzan está tu futuro hogar. Si tienes dudas sobre dónde está el sur, fíjate en los puntos cardinales del mapa (N, S, E y O). ¡Enséñale a la Brújula el lugar de tu próxima casa y ve hacia él!

Brújula reto 3 - Nutria : Puede ser necesario ayudarles a encontrar el río Jarama recordando las indicaciones de que es un río importante y la dirección de su cauce. Puede resultar desconcertante para ellos ubicar un lugar fuera del mapa. Confirmar

que el reto consiste en ubicar ese punto siguiendo las indicaciones. Este ejercicio sirve para visualizar la continuidad de algunos de los elementos más allá del mapa y que es importante asegurar que hay conectividad de la ciudad de Madrid con otros espacios naturales de su alrededor. El proyecto de Bosque Metropolitano busca mejorar la conectividad.

RETO 4. Ayuda a las nutrias y a otros inquilinos de los ríos

¡Enhorabuena nutria! Has conseguido alimentarte y establecerte en un nuevo territorio donde poder criar a tu camada. Te enfrentas a este último reto: alumnado de este colegio le gustaría poder ver más animales salvajes (aves, nutrias, peces etc.) en los ríos de Madrid. Saben lo importante que sois la fauna y demás biodiversidad. Por eso, quieren que los ríos de la ciudad sean espacios donde pudieran vivir más animales salvajes.

Piensa en todo lo que has aprendido en este juego sobre la vida salvaje en los ríos atravesando el Bosque Metropolitano.

1. Ubica el colegio en el que estás ahora mismo en el mapa. Aunque sigas siendo una nutria, sabes perfectamente dónde estás.

Busca el cauce del río/arroyo más cercano al colegio. ¿Has estado allí alguna vez?

2. ¿Sabes algo de este cauce?, ¿Tiene vegetación en sus orillas?, ¿Está limpio o hay basura?, ¿Qué animales se pueden ver?

3. Explica y dibuja en un papel continuo el cauce de un río con todo lo necesario para que la fauna (peces, anfibios, reptiles, aves, mamíferos, insectos, etc), puedan asentarse, alimentarse y descansar tranquilamente. Piensa y pon en práctica todo lo que has aprendido durante este juego sobre tu supervivencia y desplazamiento a través de Madrid y su futuro Bosque Metropolitano.

Brújula reto 4 - Nutria: Es probable que cueste identificar un cauce de un río cercano al centro escolar. El motivo de esto es la enorme transformación de la red hidrográfica de la ciudad, debido al gran desarrollo urbano que ha desdibujado y hecho desaparecer una parte importante de esta red. Lo más probable es que sean completamente desconocidos para el alumnado. Apoyándose en el mapa del tablero de juego se pueden identificar los principales arroyos. Si se quiere indagar con más detalle en el trazado de cauces cercanos al centro escolar, se puede emplear cartografía escala 1:25.000 e imágenes aéreas disponibles en el visor del Instituto Geográfico Nacional (<https://www.ign.es/iberpix/visor/>). Además, estos enlaces y materiales didácticos extra, pueden ayudar a dar más detalles y pistas sobre cómo los ríos y riberas pueden alcanzar un buen estado ecológico

Aprovechamiento didáctico del río Manzanares a su paso por Madrid, Ecologistas en Acción https://www.ecologistasenaccion.org/wp-content/uploads/2018/06/actividades_manzanares.pdf

Centro de educación ambiental del Parque Regional del Sureste, El Campillo <https://centro-campillo.wordpress.com/>



PERSONAJE CAMINANTE

Carta PERSONAJE Caminante

¡Hola caminante! Eres una persona que camina para ir de un lugar a otro. Puedes recorrer de 3 a 4 km en una hora. Moverte a pie te permite conocer espacios inaccesibles desde un coche o una moto, te mantiene con salud y no contamina el aire de tu ciudad. Son todas ventajas, pero la realidad es que recorrer Madrid y su entorno caminando, puede ser más difícil de lo que parece. Las carreteras, autovías y otras infraestructuras dificultan el movimiento de caminantes y otros animales terrestres.

Por eso, junto con unos amigos y sus familias habéis ideado un plan; salir de Madrid caminando para llegar a Manzanares el Real, un pueblo en la Sierra de Madrid del que queréis conocer su castillo Medieval. Esta aventura os llevará varios días, así que cargáis con algo de comida, cantimploras y un saco de dormir. Habéis descubierto que dos caminos históricos os llevan hasta allí: La Senda Real y el Camino de Santiago. Estos dos caminos comparten su trazado desde el norte de Madrid hasta Manzanares el Real. Los identificarás en el tablero porque es una línea de color amarillo anaranjado. Al ser caminante, también podrás moverte para realizar tus retos por las vías pecuarias, que son caminos para el ganado. Las identificarás en el tablero porque son líneas discontinuas de color morado. Vuestro objetivo para esta primera etapa es alcanzar estos dos caminos históricos en la zona norte de Madrid.

RETO 1 Caminante

Vuestro viaje parte del km 0 del Bosque Metropolitano. En ese punto se encuentra el Cerro Almodóvar, un lugar elevado de la ciudad desde el que podéis tener una buena vista panorámica. Desde allí, en dirección noroeste, podéis ver la sierra de Madrid, hacia donde os dirigís. Dos ríos recorren en dirección norte-sur vuestra panorámica, intentad divisarlos porque os servirán de referencia. ¿Ya sabéis en qué dirección tenéis que ir para llegar a la sierra? ¿Habéis identificado los ríos y sus nombres? ¿Dónde están los caminos históricos a los que tenéis que llegar? Cuando tengáis estas respuestas, consultad con la Brújula si son correctas y podréis empezar vuestra caminata. ¡Ojo! antes de emprender camino revisáis vuestras cantimploras y necesitáis más agua. Avanzaréis hasta una fuente cercana.

Brújula reto 1 - Caminante: Este primer reto está orientado a que se ubiquen en el territorio, reconociendo los elementos geográficos más próximos y puedan orientarse empleando las direcciones (N, S, E y O). La Sierra de Madrid se encuentra al norte y noroeste de la ciudad. Los principales ríos que cruzan Madrid son el río Manzanares (desde el noroeste al sureste) y el río Jarama (hacia el este). Se les puede dar pistas de los puntos cardinales en los que pueden encontrar estos elementos, y que se ayuden de las indicaciones del propio mapa.

RETO 2 Caminante

Ahora que os habéis asegurado de tener agua para el camino y que os habéis ubicado en vuestro mapa, tenéis que comenzar a avanzar en dirección a vuestro destino. Para moveros sin riesgo de atropello, recordad que podéis caminar por vías pecuarias, en las que no hay circulación motorizada. Para hacer vuestro camino más sencillo tenéis que escoger la mejor ruta y para ello tendrá que ser la más corta posible y la menos peligrosa. ¡Cuántas menos veces tengáis que cruzar la carretera, mejor! Para cruzar las carreteras usaréis pasos a nivel y pasos para fauna o ecoductos. Una vez escogida la mejor ruta, avanzad hasta haber recorrido la mitad de vuestro camino. Confirma con la Brújula que el camino que habéis escogido es seguro.

Brújula reto 2 - Caminante: No hay una única solución para este reto. El objetivo es que planifiquen su ruta. Pueden decidir atravesar la ciudad en dirección oeste, rodearla por el lado este, etc. El objetivo es visibilizar que la conexión de espacios para vehículos motorizados a través de las carreteras suele generar una desconexión del espacio para las personas que se mueven a pie. Hay dos posibles rutas: 1. Por la zona este aparece un ecoducto cuyo objetivo es permitir el paso a animales para salvar el obstáculo de las infraestructuras viarias. 2. La opción más directa es coger la Senda Real que se une al Camino de Santiago en el norte de Madrid (cerca del kilómetro 45 del Bosque Metropolitano). Si no lo han identificado, se les puede indicar. No obstante, pueden decidir ir por otra ruta ya que se pueden mover libremente por las vías pecuarias. Eso sí, quizá no sea la opción más directa.

RETO 3 Caminante

Lleváis la mitad del camino hecho y ya es hora de descansar. Es primavera pero al mediodía hace calor. Buscad un punto en vuestro camino donde haya un arroyo o un río y el ambiente será fresco. Si permanecéis tranquilos podéis imaginar que otros animales escogen también ese lugar: un martín pescador, un ruiseñor, una focha. ¡Un momento! Un animal del tamaño de un perro mediano aparece nadando por el río. Al veros, sale del agua en la otra orilla y se oculta entre la hierba alta y unas ramas de sauce. Es un animal con pelo ¿Pero qué animal es? Una de las personas de vuestro grupo ha visto que llevaba un pez en la boca agarrado fuertemente con los colmillos. Otra se ha fijado en que tiene una cola larga y fuerte y unas orejas pequeñas. Por último, alguien comenta que tenía una patas cortas en relación a la longitud de su tronco ¿Qué animal podéis imaginar ver pasar por el río? Cuando lo acertéis, podréis seguir vuestro camino hasta encontrar el inicio del Camino de Santiago en el norte de Madrid.

Brújula reto 3 - Caminante: Se trata de una nutria. Es probable que mencionen animales como una rata gigante, un zorro, un perro, etc. Se les puede ir recordando las pistas de las características que tienen para ir descartando esos animales. Se les puede sugerir que consulten a los demás grupos (especialmente a aquél cuyo jugador es la nutria), por si ellos pueden ayudarles a discernir qué animal es. Desde el punto en el que están, debes asegurarte de que puedan llegar al Camino de Santiago caminando por vías pecuarias o sendas.

RETO 4. Ayuda a la conectividad ecológica

¡Enhorabuena caminante! Ya has recorrido buena parte del camino y en breve podrás salir del municipio de Madrid hacia la sierra. Ahora debes enfrentarte al último reto: gracias a la experiencia caminando por Madrid y sus alrededores, te has dado cuenta de que para otros muchos animales las carreteras son una barrera infranqueable. Conejos, zorros, ranas, sapos, lagartijas, erizos, etc., necesitan otras formas de conectar los espacios separados por las carreteras que los atraviesan.

Como tú, el alumnado de este colegio está preocupado por conservar la biodiversidad por lo que:

1. Ubica el colegio en el que estás ahora mismo en el mapa.
2. ¿Hay alguna solución en el Bosque Metropolitano? Para ayudarte a encontrarlo piensa en un bosque que crece también en puentes construidos sobre carreteras y que se extiende de forma continua por los bordes de las carreteras.
3. Puedes pensar en una gran carretera cerca de tu colegio y diseña un paso de fauna para animales salvajes pequeños. Explica y dibuja en un papel continuo qué sería necesario transformar en esa carretera para que los animales pudieran atravesarla. Piensa y pon en práctica todo lo que has aprendido durante este juego sobre el desplazamiento a través de Madrid y su futuro Bosque Metropolitano.

Brújula reto 4 - Caminante: Se les puede guiar recordándoles el ecoducto que aparece en el mapa. Además de lo aprendido durante el juego, estos materiales didácticos extra pueden ayudar a dar más detalles y pistas para que proyecten un barrio y una ciudad más adecuada para la fauna.

Ecoductos: Puentes verdes para la fauna, blog UPM <https://blogs.upm.es/puma/2019/01/14/ecoductos-puentes-verdes-para-la-fauna/>

Glosario

Acuífero: material subterráneo que puede contener agua almacenada y/o en movimiento.

Adaptación: los organismos ajustan, mediante la evolución, sus estructuras, su fisiología y su comportamiento para poder sobrevivir en unas condiciones ambientales determinadas. Podemos observar múltiples ejemplos de adaptaciones biológicas en la biodiversidad de Madrid.

Alóctono: se trata de organismos que no son originarios de ese territorio o espacio, y que han llegado a él por la acción de la especie humana que los ha transportado de forma consciente o accidental. Entre los numerosos ejemplos de introducciones de organismos deliberadas, tenemos la introducción de la patata en Europa, proveniente de los Andes en Sudamérica, o la introducción del café en Centroamérica y Sudamérica procedente de Oriente Medio. Por otro lado, la introducción de cotorras argentinas o del mosquito tigre son ejemplos de introducciones accidentales.

Autóctono: se trata de organismos que son originarios de ese territorio o espacios. Entre los numerosos ejemplos podemos citar especies como la encina, el fresno o el romero en la vegetación autóctona de Madrid.

Autótrofo (organismo): ser vivo que es capaz de sintetizar materia orgánica a partir de compuestos inorgánicos y una fuente de energía. Un ejemplo son las plantas, capaces de sintetizar azúcares a partir de CO₂, H₂O y luz.

Biodiversidad: variabilidad de organismos vivos del planeta. Comprende las diferentes especies de organismos, su variabilidad genética y la variabilidad de ecosistemas. La biodiversidad incluye a todos los organismos, desde las bacterias microscópicas hasta las más complejas plantas y animales.

Cadena trófica: (ver Red trófica)

Cambio climático: cambios a largo plazo en los patrones climáticos que afectará a fenómenos atmosféricos como las precipitaciones, la temperatura, la humedad relativa o los vientos. Las sequías, el derretimiento de los polos, el aumento del nivel del mar o el incremento de la frecuencia de eventos extremos como lluvias torrenciales, tifones, olas de calor o incendios, son algunas de las consecuencias del cambio climático.

Compost: producto obtenido de la descomposición controlada de la materia orgánica que ha sido desechada (peladuras y restos de cocinado, podas y desbroces de espacios verdes, etc.).

Conectividad ecológica: se refiere a la continuidad de los ecosistemas, de tal manera que los seres vivos que habitan en ellos puedan desplazarse de un lugar a otro para conectar sus poblaciones y así, transportar materia y energía entre los espacios. Los corredores ecológicos permiten esa conexión entre distintos territorios, mientras que la fragmentación del hábitat provoca el efecto contrario de desconexión del territorio.

Conservación (de los ecosistemas/de la biodiversidad): protección de los ecosistemas y de la biodiversidad que habita en ellos para preservar su integridad y funcionalidad.

Costra liquénica: comunidad de organismos compuesta fundamentalmente por líquenes (pero también se encuentran musgos, algas, hongos y bacterias) que tapiza la superficie de suelos ricos en yesos a modo de costra fina y dura. Además de albergar una alta diversidad de organismos, juega un papel importante en el funcionamiento de estos ambientes, en relación a la entrada y conservación de agua en el suelo, la germinación de especies vegetales y la protección de los suelos frente a la erosión.

Fitosanitarios: productos químicos, la mayoría sintetizados en procesos industriales, empleados para eliminar plagas o enfermedades de cultivos (plaguicidas) o hierbas adventicias (herbicidas). El uso generalizado de fitosanitarios en la mayor parte de los cultivos está causando severas pérdidas de diversidad y tiene también efectos muy negativos sobre la salud de las personas.

Fragmentación de hábitat: proceso por el que ecosistemas y hábitats se dividen en extensiones más pequeñas (fragmentos). La fragmentación es uno de los procesos más graves de pérdida de biodiversidad. Las infraestructuras de transporte (carreteras y ferrocarril) son los responsables fundamentales de la fragmentación de hábitats en la superficie terrestre.

Ecosistema: conjunto de especies de un espacio concreto que interactúan entre ellas y con su ambiente abiótico (es decir, con la materia inerte y las condiciones de temperatura, humedad, condiciones físico-químicas, etc). Un ejemplo puede ser el ecosistema de encinar del Monte del Pardo, formado por el conjunto de especies (animales, vegetales, hongos, bacterias y protozoos) que interactúan entre ellas y con las condiciones (edáficas, climáticas, etc.) que se dan en este lugar.

Equilibrio ecológico: estado de los ecosistemas en el que sus elementos vivos y no vivos se encuentran en equilibrio dinámico, de tal manera que los ciclos de materia y energía se mantienen equilibrados.

Erosión (del suelo): proceso en el que se produce una pérdida de materiales de los horizontes más superficiales del suelo (aunque puede afectar a la totalidad del suelo) y que conlleva una pérdida de fertilidad del suelo, lo que limita las posibilidades que éstos tienen de albergar biodiversidad (vegetación natural o cultivos, microinvertebrados, microorganismos, etc.).

Escorrentía (agua de): agua proveniente de las precipitaciones que al llegar al suelo no se filtra, sino que circula por la superficie, a favor de la pendiente, arrastrando materiales de las partes superficiales del suelo. Cuanto mayor es el volumen de agua de escorrentía, mayor es el riesgo de erosión de un suelo. La existencia de vegetación que cubra el suelo o un mayor contenido en materia orgánica son elementos que protegen de la escorrentía y por tanto de la erosión.

Especie emblemática: especie que por su valor biológico, ecológico, cultural o antrópico, posee atributos carismáticos que la hacen adecuada para ser presentada como símbolo de protección de la naturaleza.

Dehesa: ecosistema que se caracteriza por la combinación de arbolado disperso (encinas, alcornoques, etc.) y plantas herbáceas que sirven de pasto para el ganado.

Dispersión (de un organismo): fenómeno por el cual un organismo puede llegar a espacios más o me-

nos alejados de su lugar de origen. La capacidad de dispersión de los organismos puede ser desde nula a miles de km. En las plantas la capacidad de dispersión de sus semillas o de otro tipo de estructuras de reproducción (tallos, rizomas, bulbos, etc.) es muy importante ya que se trata de organismos sésiles (no se desplazan). Por ello, encontramos una gran diversidad de estructuras en las semillas y frutos (estructuras de reproducción sexual), así como en otras estructuras de reproducción vegetativa (reproducción no sexual).

Ganadería extensiva: actividad ganadera en la que los animales son alimentados con pastos y vegetación natural, que consumen in situ, pasando gran parte de su vida en espacios abiertos. Son prácticas ganaderas con una sostenibilidad elevada que además, mediante una gestión adecuada, tienen la capacidad de realizar ciertas mejoras ecológicas como la fertilidad del suelo.

Herbicida: producto tóxico empleado para matar plantas adventicias de cultivos o jardines. Otro nombre que reciben las plantas adventicias es malas hierbas. Ver "fitosanitarios".

Heterótrofos (organismo): ser vivo que no tiene la capacidad de sintetizar materia orgánica a partir de compuestos inorgánicos, por lo que fabrica su propia materia orgánica y energía consumiendo otros organismos.

Huella ecológica: impacto de las actividades humanas sobre los ecosistemas, tales como la producción de alimentos, el transporte de mercancías, o la producción de energía. Las actividades con mayor huella ecológica son aquellas que más recursos naturales necesitan y que más desechos generan.

Huella hídrica: impacto que tiene una actividad sobre los recursos hídricos. El turismo o la agricultura convencional son actividades con una alta huella hídrica. Las prácticas sostenibles en agricultura buscan reducir también el uso intensivo del agua y mejorar su conservación y calidad.

Nutrientes: sustancias químicas que requieren los organismos para desarrollarse adecuadamente.

Parque agroecológico: proyectos que promueven el desarrollo de iniciativas profesionales dedicadas al cultivo y producción de alimentos con criterios ecológicos y sociales. Suelen estar impulsados por las administraciones locales y/o regionales, que buscan facilitar el acceso a tierras y estabilizar económicamente estas alternativas profesionales.

Plaguicida: producto químico empleado para exterminar plagas y enfermedades de cultivos agrícolas. Ver "fitosanitarios".

Planta gipsófila: planta especializada en vivir en suelos ricos en yesos. El yeso es una sal de sulfato de calcio cuyo origen en Madrid es la evaporación de agua de un pequeño mar cerrado que ocupaba parte de la provincia de Madrid hace miles de años.

Pionera (vegetación o especie): especie o comunidad que primero coloniza un espacio hasta ese momento inhabitado por organismos similares. Por ejemplo, algunas especies de líquenes y musgos son especies pioneras que colonizan la superficie de afloramientos rocosos. En suelos descubiertos son con frecuencia las plantas herbáceas las que inician la colonización.

Polinización: proceso biológico en el que el polen de una planta llega a la parte floral femenina de ese mismo individuo vegetal u otro de la misma especie. De esta manera, el óvulo de la planta será fecundado y dará origen a la semilla.

Producción local: producción de bienes o servicios que se lleva a cabo en regiones relativamente cercanas a las personas que los van a consumir.

Recurso no renovable: recurso natural cuyo tiempo de renovación es muy largo (en comparación con el tiempo de vida humana) o por su naturaleza no tiene un proceso de renovación. El petróleo, el carbón o los minerales empleados en las baterías eléctricas son recursos no renovables.

Recurso renovable: recurso natural que se puede renovar por procesos naturales en un tiempo más corto que el que es empleado por la especie humana para consumirlo. La energía solar, el viento, las mareas son recursos renovables. La madera o el agua dulce son recursos renovables siempre y cuando se manejen adecuadamente para asegurar su regeneración.

Red trófica: vinculación entre organismos de un ecosistema en base a su relación trófica, es decir, en base a qué organismos se alimentan de otros. Suelen representarse gráficamente.

Servicios de los ecosistemas: son aquellas contribuciones directas e indirectas de los ecosistemas al bienestar humano. Son la base de la salud, la economía y la calidad de vida de las poblaciones humanas. Los servicios ambientales o ecosistémicos resultan del propio funcionamiento de los ecosistemas. Por ejemplo, un bosque genera multitud de servicios ambientales tales como: la provisión de madera, la conservación del suelo, la regulación del clima, la conservación de la biodiversidad, la provisión de un espacio de esparcimiento o la provisión de vínculos culturales y afectivos con un territorio.

Sostenibilidad/desarrollo sostenible: desarrollo humano que garantiza "satisfacer las necesidades de la generación presente sin comprometer la capacidad de las generaciones futuras para satisfacer sus propias necesidades», de acuerdo al informe Nuestro futuro común (1987), también conocido como Informe Brundtland, apellidado de la presidenta de la comisión de Naciones Unidas que se encargó de su redacción.

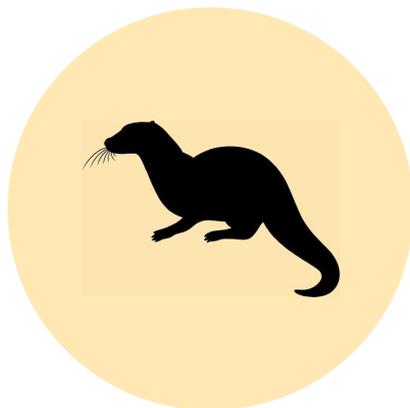
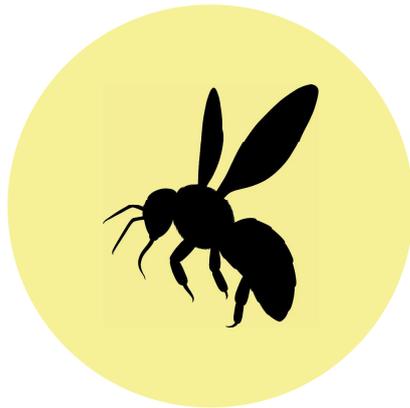
Sucesión ecológica: proceso natural en el que se produce una secuencia de cambios en las especies que constituyen los ecosistemas y por tanto en el funcionamiento de los ecosistemas. Estos cambios son observables en el tiempo y en el espacio. Un ejemplo de sucesión puede ser lo que sucede en un campo de cultivo abandonado que inicialmente es colonizado por especies herbáceas, y posteriormente por especies arbustivas e incluso arbóreas, siempre y cuando no haya problemas de erosión del suelo.

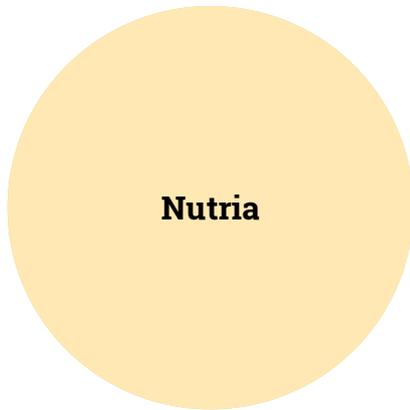
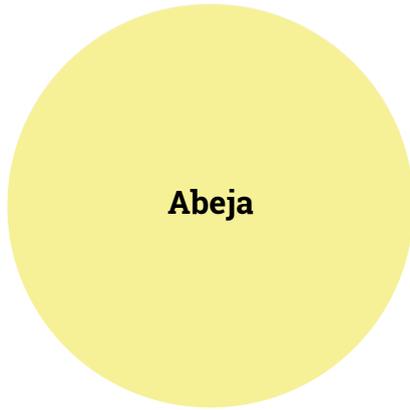
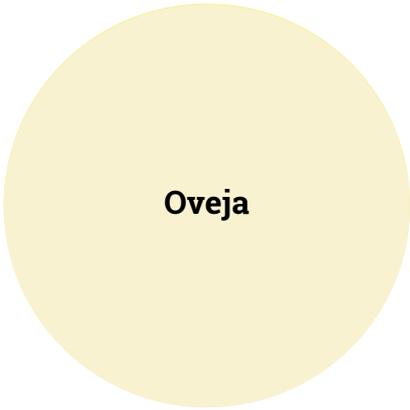
Textura (del suelo): indica el contenido relativo de partículas en el suelo de diferente tamaño, como la arena, el limo y la arcilla. La textura tiene que ver con la facilidad con que se puede trabajar el suelo, la cantidad de agua y aire que retiene y la velocidad con que el agua penetra en el suelo y lo atraviesa.

Variedad local: variedad de un especie de cultivo originaria de un territorio concreto y que tiene unas características que la confieren una mayor adaptación a las condiciones ambientales y culturales de ese espacio. En el caso de animales se emplea el término raza autóctona. Algunos ejemplos de variedades y razas locales pueden ser el melón amarillo de Villaconejos o la oveja colmenareña.

Recortables

FICHAS DE PERSONAJES PARA EL JUEGO DE LA CONECTIVIDAD







Personaje Abeja



¡Hola abeja de la miel! Eres un insecto que se alimenta del néctar y el polen que recoges del interior de las flores. Con eso, eres capaz de fabricar miel para conservar nutrientes que tú y tus compañeras de colmena podréis consumir cuando las flores escasean en invierno y otoño. Al visitar una flor, el polen se adhiere a tus patas y lo transportas a la siguiente flor que visitas. Gracias a esto, las flores se fecundan y los frutos pueden crecer. Si no existieras, al menos un tercio de los alimentos que necesitan las personas no se producirían, por lo que habría menos comida disponible.

Bebes agua de estanques o charcos. Vives en colmenas, en comunidad con otras muchas abejas y haces tus nidos en trozos de madera, como troncos de árboles muertos.

Vuelas y puedes moverte por cualquier sitio, siempre que no haya demasiada contaminación. Pero en este juego, te vas a desplazar utilizando los bordes y márgenes de las infraestructuras viarias (carreteras y autovías). No es que puedas conducir, si no que a los lados de las carreteras hay vegetación de la que puedes alimentarte y encuentras sombra donde te puedes cobijar. Prefieres moverte por fuera de la ciudad, porque en su interior te cuesta encontrar refugio, alimento y agua. Recuerda que para realizar tus retos siempre deberás moverte ¡siguiendo las carreteras y autovías! Las identificarás en el mapa porque son vías de color rojo.

Personaje Nutria



¡Hola nutria! Seguro que ya sabes que eres un mamífero carnívoro que se alimenta fundamentalmente de pescado, aunque también te gustan los cangrejos y otras especies acuáticas. Vives en ríos medianos y pequeños. En los ríos no solo encuentras tu alimento sino que también es tu lugar de refugio para descansar y poder reproducirte. Al lado de los ríos, arroyos y lagunas es dónde haces las madrigueras.

En los años 80 casi desaparece tu especie en la provincia de Madrid, porque apenas existían depuradoras y los ríos estaban muy contaminados. Además, la vegetación de las riberas estaba muy deteriorada y se habían construido presas que os impedían moveros a lo largo de los ríos. Desde entonces, el estado de los ríos ha ido mejorando, y poco a poco las nutrias habéis vuelto a habitar una parte de los ríos de la provincia. Recuerda que para realizar tus retos siempre deberás moverte ¡siguiendo los cursos de agua, ríos y arroyos! Los identificarás en el mapa porque son de color azul.

Personaje Oveja



¡Hola oveja! ¿Ya sabes que eres un mamífero doméstico que crían las personas por tu preciada lana para fabricar ropa y otros textiles? Seguramente sepas que también aprovechan tu leche y tu carne porque son magníficos alimentos. Te alimentas de hierbas tiernas que crecen en los pastos o a los lados de los caminos. Gracias a esto, consigues que en el campo no crezca demasiada vegetación, manteniéndolo aclarado y reduciendo el riesgo de incendios.

Bebes agua de abrevaderos, manantiales, ríos o arroyos. Vives con muchas otras ovejas en rebaño. Los veranos los pasas en un pueblo de la Sierra Norte de Madrid. Los inviernos, cuando las temperaturas son muy bajas y suele nevar, las hierbas de las que te alimentas escasean. Por eso, en invierno tu pastor o pastora te acompañan a zonas más templadas donde hay más alimentos. Estos viajes buscando comida, se conocen como trashumancia y es una actividad que la humanidad lleva realizando con sus animales desde hace miles de años. Aunque ahora mismo se encuentra en retroceso, algunos rebaños siguen realizando la trashumancia.

Os desplazáis caminando por unos caminos llamados cañadas reales y necesitáis que os guíe vuestra pastora, a la que ayudan los perros pastores que viajan con todas vosotras para protegeros de ataques y despistes. o Recuerda que para realizar tus retos siempre deberás moverte ¡siguiendo las vías pecuarias o cañadas reales! Las identificarás en el mapa porque son vías de color naranja claro.

Personaje Caminante



¡Hola caminante! Eres una persona que camina para ir de un lugar a otro. Puedes recorrer de 3 a 4 km en una hora. Moverte a pie te permite conocer espacios inaccesibles desde un coche o una moto, te mantiene con salud y no contamina el aire de tu ciudad. Son todo ventajas, pero la realidad es que recorrer Madrid y su entorno caminando, puede ser más difícil de lo que parece. Las carreteras, autovías y otras infraestructuras dificultan el movimiento de caminantes y otros animales terrestres.

Por eso, junto con unos amigos y sus familias habéis ideado un plan: salir de Madrid caminando para llegar a Manzanares el Real, un pueblo en la Sierra de Madrid del que queréis conocer su castillo Medieval. Esta aventura os llevará varios días, así que cargáis con algo de comida, cantimploras y un saco de dormir. Habéis descubierto que dos caminos históricos os llevan hasta allí: La Senda Real y el Camino de Santiago. Estos dos caminos comparten su trazado desde el norte de Madrid hasta Manzanares el Real. Los identificarás en el tablero porque son líneas de color amarillo anaranjado. Al ser caminante, también podrás moverte para realizar tus retos por las vías pecuarias, que son caminos para el ganado. Las identificarás en el tablero porque son líneas discontinuas de color morado. Vuestro objetivo para esta primera etapa es alcanzar estos dos caminos históricos en la zona norte de Madrid.

Reto 4 Nutria



Ayuda a las nutrias y otros inquilinos del río

¡Enhorabuena nutria! Has conseguido alimentarte y establecer en un nuevo territorio donde poder criar a tu camada. Te enfrentas a este último reto: al alumnado de este colegio le gustaría poder ver más animales salvajes (aves, nutrias, peces etc.) en los ríos de Madrid. Saben lo importante que sois la fauna y demás biodiversidad. Por eso, quieren que los ríos de la ciudad sean espacios donde pudieran vivir más animales salvajes.

Piensa en todo lo que has aprendido en este juego sobre la vida salvaje en los ríos atravesando el Bosque Metropolitano.

1. Ubica el colegio en el que estás ahora mismo en el mapa. Aunque sigas siendo una nutria, sabes perfectamente dónde estás.

2. Busca el cauce del río/arroyo más cercano al colegio. ¿Has estado allí alguna vez? ¿Sabes algo de este cauce? ¿Tiene vegetación en sus orillas? ¿Está limpio o hay basura? ¿Qué animales se pueden ver?

3. Explica y dibuja en un papel continuo el cauce de un río con todo lo necesario para que la fauna (peces, anfibios, reptiles, aves, mamíferos, insectos, etc), puedan asentarse, alimentarse y descansar tranquilamente. Piensa y pon en práctica todo lo que has aprendido durante este juego sobre tu supervivencia y desplazamiento a través de Madrid y su futuro Bosque Metropolitano.

Reto 2 Nutria



¡Muy bien! Has conseguido moverte hacia el sur sin ser vista. La vegetación en las orillas del río Manzanares se ha recuperado gracias a la eliminación de las presas en el tramo del río que atraviesa la ciudad. Ahora crecen árboles, arbustos y hierbas altas que han dado protección a aves y se han generado bancos de arena y recovecos en el río y puedes ver abundantes peces e incluso tortugas. Para habitar un río necesitas que el agua esté limpia, o de lo contrario no tendrías peces de los que alimentarte. Por esto es importante para ti, que las aguas residuales de las ciudades y pueblos sean depuradas antes de ser vertidas al río. Las depuradoras se encuentran cerca de los ríos y suelen ser balsas grandes redondas donde el agua pasa un tiempo limpiándose. Cuando el agua se ha conseguido limpiar adecuadamente, puede vertirse a los ríos o usarse para...Un momento, ¿sabes para qué se puede usar el agua depurada y para qué no se puede usar? ¿Puedes encontrar alguna depuradora en tu camino por el río Manzanares? Díselo a la Brujula y averigua si tu respuesta es correcta, avanza hasta la depuradora que encontrarás en tu camino hacia el sur.

Reto 4 Caminante



Ayuda a la conectividad ecológica

¡Enhorabuena caminante! Ya has recorrido buena parte del camino y en breve podrás salir del municipio de Madrid hacia la sierra. Ahora debes enfrentarte al último reto: gracias a la experiencia caminando por Madrid y sus alrededores, te has dado cuenta de que para otros muchos animales las carreteras son una barrera infranqueable. Conejos, zorros, ranas, sapos, lagartijas, erizos, etc., necesitan otras formas de conectar los espacios separados por las carreteras que los atraviesan. Como tú, el alumnado de este colegio está preocupado por conservar la biodiversidad por lo que:

1. Ubica el colegio en el que estás ahora mismo en el mapa.

2. ¿Hay alguna solución en el Bosque Metropolitano? Para ayudarte a encontrarlo piensa en un bosque que crece también en puentes contruidos sobre carreteras y que se extiende de forma continua por los bordes de las carreteras.

3. Puedes pensar en una gran carretera cerca de tu colegio y diseñar un paso de fauna para animales salvajes pequeños. Explica y dibuja en un papel continuo qué sería necesario transformar en esa carretera para que los animales pudieran atravesarla. Piensa y pon en práctica todo lo que has aprendido durante este juego sobre el desplazamiento a través de Madrid y su futuro Bosque Metropolitano.

Reto 2 Caminante



Ahora que os habéis asegurado de tener agua para el camino y que os habéis ubicado en vuestro mapa, tenéis que comenzar a avanzar en dirección a vuestro destino. Para moveros sin riesgo de atropello, recordad que podéis caminar por vías pecuarias, en las que no hay circulación motorizada. Para hacer vuestro camino más sencillo tenéis que escoger la mejor ruta y para ello tendrá que ser la más corta posible y la menos peligrosa. ¡Cuantas menos veces tengáis que cruzar la carretera, mejor!. Para cruzar las carreteras usaréis pasos a nivel y pasos para fauna o ecoductos. Una vez escogida la mejor ruta, avanzad hasta haber recorrido la mitad de vuestro camino. Confirma con la Brujula que el camino que habéis escogido es seguro.

Reto 1 Nutria



Naciste hace dos años en el Monte del Pardo, al norte de la ciudad de Madrid, y fuiste criada en uno de sus arroyos. El invierno se termina y has iniciado un viaje hacia el sur en busca de un nuevo territorio en el que establecerte, porque no hay espacio suficiente para alimentarte y tener refugio en el lugar en el que estás ahora. Debes buscar un río para llegar a tu destino y que en las orillas de este río crezca abundante vegetación. Esto último es importante porque la vegetación te proporciona refugio donde descansar y te permite pasar desapercibida para sentirte segura en tu viaje. Asegúrate de que el río te lleve hacia el sur de la forma más directa y busca un buen sitio en el río para tomar un descanso. Te damos una pista, hace unos años vieron a una amiga nutria por allí. Está cerca del antiguo estadio del Atlético de Madrid, el Vicente Calderón. ¿Ya sabes qué río coges y dónde debes parar? ¿Diselo a la Brujula a ver si has acertado.

Reto 1 Caminante



Vuestro viaje parte del km 70 del Bosque Metropolitano. En ese punto se encuentra el Cerro Almodóvar, un lugar elevado de la ciudad desde el que podéis tener una buena vista panorámica. Desde allí, en dirección noroeste, podéis ver la sierra de Madrid, hacia donde os dirigís. Dos ríos recorren en dirección norte-sur vuestra panorámica, intentad divisarlos porque os servirán de referencia. ¿Ya sabéis en qué dirección tenéis que ir para llegar a la sierra?, ¿habéis identificado los ríos y sus nombres? ¿dónde están los caminos históricos a los que tenéis que llegar? Cuando tengáis estas respuestas, consultad con la Brujula si son correctas y podréis empezar vuestra caminata. ¡Ojo!, antes de emprender camino revisáis vuestras cantimploras y necesitáis más agua. Avanzaréis hasta una fuente cercana.

Reto 3 Nutria



¡Bien hecho! Perfecto, has encontrado una depuradora de agua. En la ciudad de Madrid, la mayoría de las depuradoras, se concentran en el sur. Gracias a ellas las aguas de los ríos han mejorado su calidad. Sin embargo, no es un sitio que te guste mucho así que sigues tu viaje. Por el camino te has ido alimentando de barbos, unos peces que viven en los ríos de Madrid y que son tu alimento preferido. Estás engordando porque pronto en primavera nacerán tus crías. Necesitas encontrar un tramo del río con más recovecos y abundante vegetación para mantener protegida a tu camada. Fuera de la ciudad, donde se une el río Manzanares con el río Jarama, podría ser un buen lugar. Esta zona es el Parque Regional del Sureste y está protegida, por lo que será más difícil que os puedan molestar o destruir la vegetación que os da refugio. El río Jarama es otro de los ríos más importantes en la Comunidad de Madrid y discurre en dirección norte-sur. Busca el río Jarama en el tablero y traza dos líneas imaginarias por las que podrían continuar hacia el sur los cauces del río Manzanares y el río Jarama. Donde se cruzan está tu futuro hogar. Si tienes dudas sobre dónde está el sur, fíjate en los puntos cardinales del mapa (N, S, E y O). ¡Enseñale a la Brujula el lugar de tu próxima casa y ve hacia él!

Reto 3 Caminante



Lleváis la mitad del camino hecho y ya es hora de descansar. Es primavera pero al mediodía hace calor. Buscad un punto en vuestro camino donde haya un arroyo o un río y el ambiente será fresco. Si permanecéis tranquilos veréis que otros animales escogen también ese lugar: un marlin pescador, un ruiseñor, una focha. ¡Un momento! Un animal del tamaño de un perro mediano aparece nadando por el río. Al veros, sale del agua en la otra orilla y se oculta entre la hierba alta y unas ramas de sauce. Es un animal con pelo, ¿pero qué animal es? Una de las personas de vuestro grupo ha visto que llevaba un pez en la boca agarrado fuertemente con los colmillos. Otra se ha fijado en que tiene una cola larga y fuerte y unas orejas pequeñas. Por último alguien comenta que tenía una patas cortas en relación a la longitud de su tronco. ¿Qué animal acabáis de ver pasar por el río? Cuando lo acertéis, podréis seguir vuestro camino hasta encontrar el inicio del Camino de Santiago en el norte de Madrid.

Reto 4 Abeja

Ayuda a las abejas

¡Enhorabuena, abeja!
Has conseguido establecer tu colmena después de hidratarte, y alimentarte. Te enfrentas a este último reto: el alumnado de este colegio está preocupado por la falta de árboles, flores y matorrales en el barrio y quiere pedirlos ayuda. Saben que, vosotras las abejas de la miel, ayudáis a la reproducción de las plantas transportando polen de unas a otras mientras os alimentáis. Por eso quieren convertir su colegio en un lugar que podáis visitar para alimentaros en primavera. Para ello:

1. Ubica el colegio en el que estás ahora



mismo en el mapa. Aunque sigas siendo una abeja, sabes perfectamente dónde estás.

2. Explica y dibuja en un papel continuo qué sería necesario transformar en este colegio y en este barrio para que vosotras las abejas podáis visitarlo para alimentaros y, de paso, polinizar las flores. Piensa y pon en práctica todo lo que has aprendido durante este juego junto a tus compañeras de la colmena sobre tu supervivencia y desplazamiento a través de Madrid y su futuro Bosque Metropolitano.

Reto 4 Oveja

Ayuda a las ovejas

¿Habéis llegado a la Casa de Campo para pasar el invierno?, ¡Enhorabuena! Te enfrentas a este último reto. El alumnado de este colegio se ha dado cuenta de la gran importancia que es tener baños de ovejas cerca para obtener productos como lana, leche o carne producidos en Madrid. Pero eso no es todo, ¿te has dado cuenta de que teniendo ovejas no hace falta cortacésped y además, abonan el suelo?. Por eso, en este colegio quieren ayudaros en la trashumancia y, de paso, saludaros al pasar. ¡Quieren convertir este colegio en un lugar apto para que paséis por allí cuando salgáis de la Casa de Campo!. Para ello:

1. Ubica el colegio en el que estás ahora mismo en el mapa. Aunque sigas siendo una oveja, sabes perfectamente dónde estás.!
2. Explica y dibuja en un papel continuo qué sería necesario transformar en este colegio y en este barrio para que vosotras las ovejas pudiérais utilizarlo en vuestro recorrido. Piensa en todo lo que has aprendido durante este juego junto a tus compañeras del rebaño sobre tu supervivencia y desplazamiento a través de Madrid y su futuro Bosque Metropolitano.



Reto 2 Abeja

¡Bravo! Has acertado, ¡es el río Manzanares! Has llegado al lugar donde puedes beber agua pero ahora tienes otra gran dificultad. ¡Tienes hambre! Necesitas ingerir un alimento rico en azúcares, que te de energía rápidamente. Debes escoger si buscar polen o néctar en las flores que visitas ¿Cuál de los dos alimentos es más rico en azúcar? Piénsalo y dale la respuesta a la Brújula. Si ella te dice que es correcto, ponte en marcha para buscar ese alimento que tanto necesitas. Una pista para encontrarlo, en suelos sobre yesos crecen unos tomillos y unas salvias muy ricas; ¿ya sabes dónde tienes que ir? Recuerda que debes poder llegar por carretera, aunque estando en el río, por esta vez también puedes moverte por él si te ayuda a encontrar alimento.



Reto 2 Oveja

¡Muy bien, oveja! El Monte de El Pardo se ha dedicado desde hace mucho tiempo a la caza, y por lo tanto no incluye vías aptas para baños trashumantes. Afortunadamente, has llegado a una vía pecuaria sin salirte de zonas verdes del Bosque Metropolitano. Ahora está a punto de caer la noche, por lo que antes debes buscar una majada para descansar tranquilamente. Como buena oveja, sabrás que las majadas son pequeñas chozas que os sirven de resguardo situadas cerca de vuestro alimento favorito. Pero para encontrar comida, ¿recuerdas por qué hacéis la trashumancia hacia el sur en invierno y hacia el norte en verano?. Díselo a la Brújula, a ver si no te ha fallado la memoria. Si tu respuesta es correcta, busca la majada a la que puedas llegar antes para no perder mucho tiempo. Recuerda que solo podrás hacer uso de las vías pecuarias.



Reto 1 Abeja



Eres una abeja reina que está en la Dehesa de los Carabancheles, donde debes situar tu ficha. Estas buscando un lugar adecuado para reproducirte y fundar tu colmena. Pero...¡espera! Antes de hacer ese largo camino necesitas beber agua y para ello te enfrentas a una gran dificultad. El invierno ha sido muy poco lluvioso por lo que está todo muy seco y el río Butarque cada vez tiene menos agua. Necesitas dirigirte a algún lugar donde haya suficiente agua a pesar de la sequía. ¿Sabes cómo se llama el río más cercano al que te puedes dirigir? Te doy una pista, atraviesa la región y la ciudad de Madrid de Norte a Sur.

Cuando tengas la respuesta, dirige te a la Brujula para saber si has acertado el nombre de este famoso río madrileño. Si su respuesta es afirmativa, dirige te a este río. Pero ¡ojol!, debes llegar a él por la ruta más corta y no podrás recorrer más de 10 km por carretera.

Reto 3 Abeja



¡Bien hecho! Has conseguido comer y beber en Madrid gracias a las flores y a los cursos de agua. Ahora si estás preparada para encontrar un sitio tranquilo donde establecerte. Por desgracia, se ha fumigado la zona en la que te encuentras debido a una plaga, y las flores en las que podrías alimentarte, ahora son un auténtico veneno para ti también. ¡Debes huir y buscar otro sitio no contaminado! ¿Recuerdas cuál es el lugar idóneo para fundar tu colmena? Piénsalo con el resto de abejas y cuéntaselo a la Brujula. Si has respondido correctamente, dirige te a ese lugar. Debes elegir aquel más cercano, para no gastar energía. Ya sabes, usa las carreteras para desplazarte. ¡Buena suerte!

Reto 1 Oveja



Saliste ayer junto a tu rebaño de un pueblo de la Sierra Norte de Madrid y acabáis de llegar al Monte de Viñuelas. Sitúa allí tu ficha. Tu meta será llegar a la Casa de Campo, donde pasaréis el invierno porque es un sitio menos frío y con más alimento.. Como ovejas, sabéis que os desplazáis por vías pecuarias, que son caminos especializados para el paso de ganado. Curiosamente, el Monte de El Pardo no tiene ninguna vía pecuaria porque tradicionalmente ese monte se ha dedicado a otra actividad relacionada con la fauna. ¿Sabes qué actividad humana ha predominado durante mucho tiempo en el Pardo? Piensa que está relacionada con la fauna. Cuando sepas la respuesta pregúntale a la Brujula y si aciertas, dirige te a alguna de las vías pecuarias próximas al Monte de El Pardo. Pero ¡cuidadol!, para moverte de forma segura, cuando no hay vías pecuarias, tienes que hacerlo a través de una zona verde que puedas atravesar junto con el resto del rebaño.

Reto 3 Oveja



¡Bien, oveja!, ¡No te has olvidado de lo que es la trashumancia! Ha amanecido un nuevo día y todo el rebaño está hambriento, así que lo primero que habéis hecho es pastar en la rica hierba de la majada. Al final de este reto tendrás que haber llegado a tu destino, la Casa de Campo; ¿sabes ya dónde está?. Sin embargo, después de comer os encontraréis muy sedientas, y los arroyos de esa majada están secos tras el verano muy caluroso y un otoño seco. Necesitáis beber agua para hidrataros porque os espera una larga jornada para llegar a la Casa de Campo. Por desgracia, os habéis despistado y no sabéis qué dirección tomar. Tampoco veis a vuestra pastora. ¿Sabes de quién os podéis ayudar para orientaros de nuevo? Diselo a la Brujula y si la respuesta es correcta, coge el camino más fácil y rápido para llegar a la Casa de Campo. Recuerda que tenéis que seguir las vías pecuarias.

