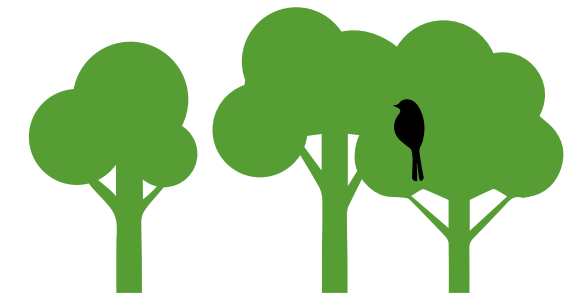
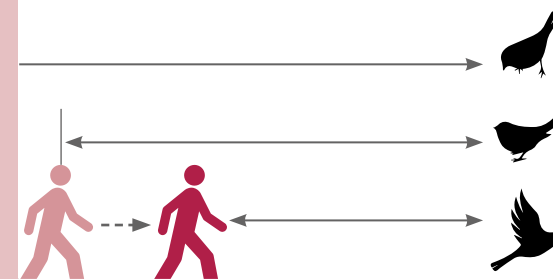
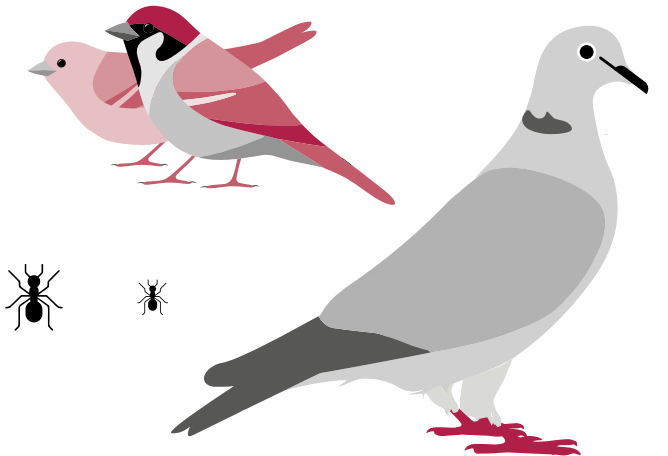
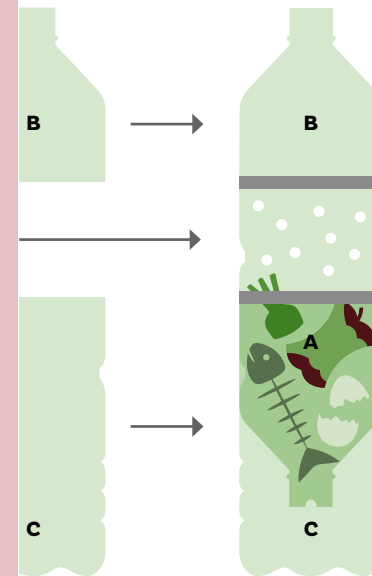


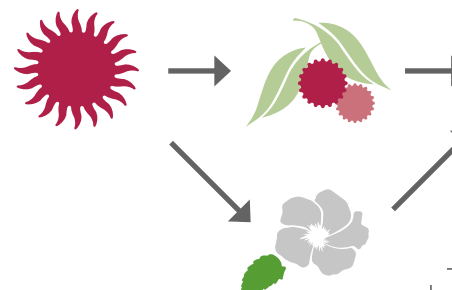
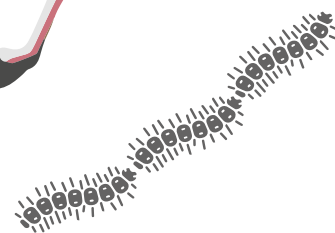
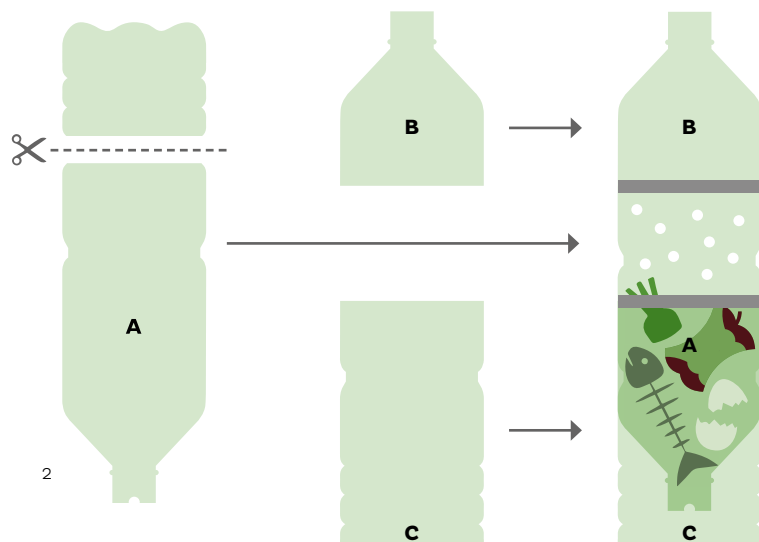
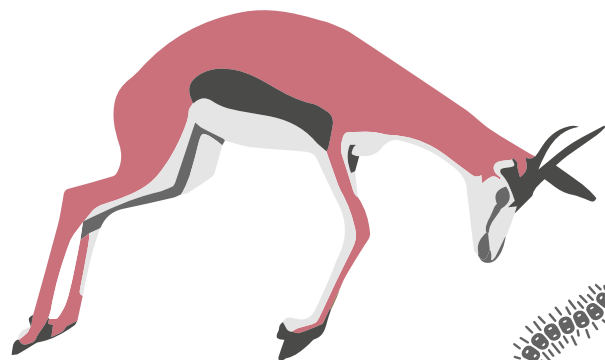
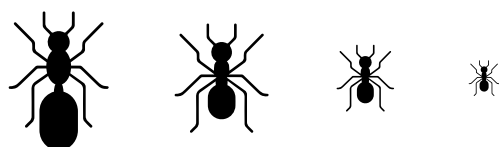
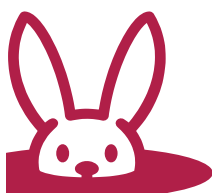
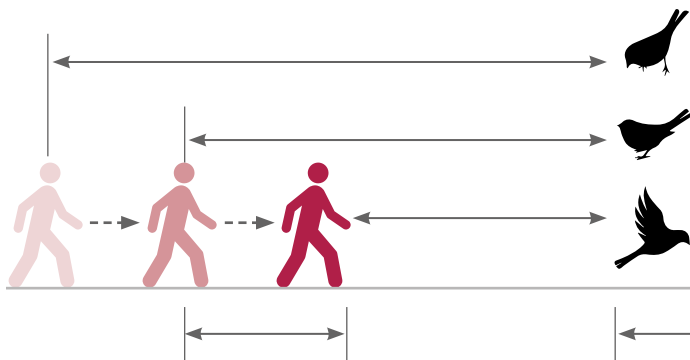
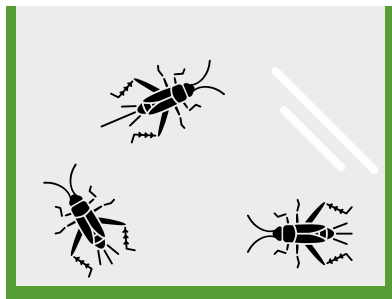
Investigamos las relaciones entre los seres vivos

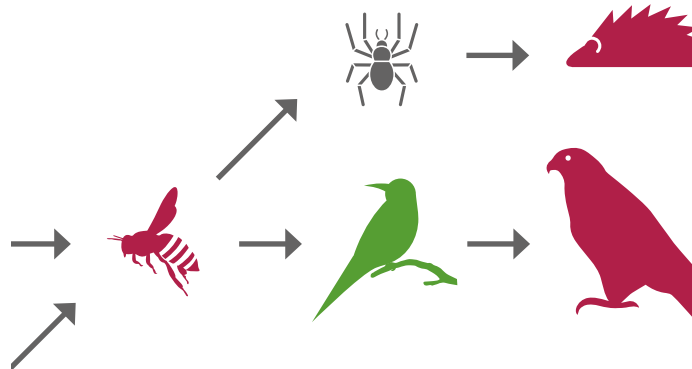
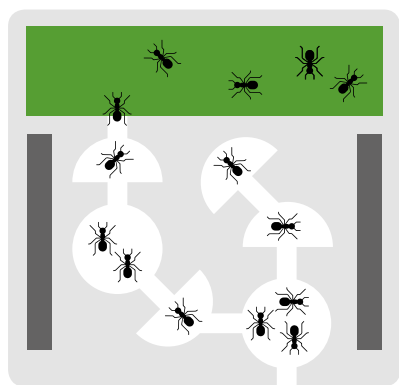
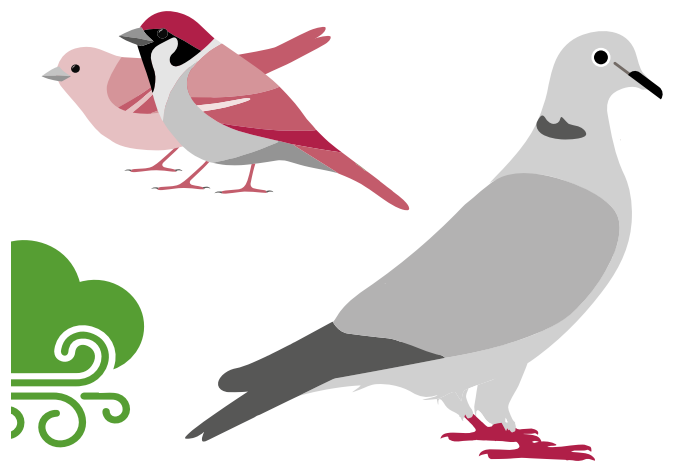
Jordi Martí, Arnau Amat e Isabel Jiménez



Investigamos las relaciones entre los seres vivos

Jordi Martí, Arnau Amat e Isabel Jiménez





Presentación

Pequeños Talentos Científicos es un programa de actualización científica que quiere fomentar la experimentación, la indagación y el descubrimiento en el aprendizaje de las ciencias por parte del alumnado de educación infantil y primaria.

El objetivo es proporcionar a los centros educativos una serie de recursos y orientaciones para que las maestras y los maestros puedan aplicar metodologías más participativas y creativas en el aula y que permitan al alumnado hacer pequeños trabajos de investigación. El programa Pequeños Talentos Científicos se inició el curso 2013-2014. A partir del curso 2015-2016 los contenidos se han ido focalizando cada año en un área temática concreta: primero fueron la materia, el cuerpo humano y los fenómenos astronómicos; ahora, las interacciones entre los seres vivos, y después se continuará con los fenómenos geológicos y otros temas.

En este libro se reúnen los contenidos y las propuestas de trabajo práctico sobre el estudio de las interacciones entre los seres vivos. Las maestras y los maestros de primaria encontrarán orientaciones didácticas para trabajar esta temática: desde la información científica básica para presentar este tema al alumnado, hasta propuestas concretas de trabajo para investigar aspectos clave de las interacciones entre los seres vivos en un ecosistema, del proceso de descomposición de la materia y sus implicaciones en el ciclo de la materia en un ecosistema, del concepto de hábitat, de las adaptaciones de los seres vivos al medio y del comportamiento de los animales. En todos los casos, se abordan los conocimientos científicos que hay que conocer, las ideas que los alumnos suelen manifestar sobre estos temas, las actividades que se proponen y cómo obtener todo el provecho pedagógico de esto.

Pequeños Talentos Científicos está organizado conjuntamente por el Instituto de Educación del Ayuntamiento de Barcelona, la Fundación Catalana para la Investigación y la Innovación, y EduCaixa, de la Obra Social "la Caixa".

Esperamos que este material sea de utilidad para la comunidad educativa.

Introducción

Esta publicación es la recopilación de los contenidos, las actividades y las propuestas de investigación que se han trabajado en la sexta edición del curso para maestros/as de ciclo medio y superior de educación primaria que forma parte del programa Pequeños Talentos Científicos, coorganizado por el Instituto de Educación del Ayuntamiento de Barcelona, la Fundación Catalana para la Investigación y la Innovación, y EduCaixa, de la Obra Social “la Caixa”. A lo largo del curso 2018-2019, el programa se centró en ayudar al profesorado a desarrollar proyectos de investigación con su alumnado sobre las relaciones de los seres vivos entre ellos y con su entorno, uno de los bloques curriculares básicos del área de conocimiento del medio natural. Si bien en el título del libro hablamos de seres vivos, cabe decir que los animales son los principales protagonistas de las actividades que se plantean en este libro.

Queremos destacar que hemos procurado ser muy rigurosos para que esta guía sea de utilidad a aquellos maestros/as de primaria que quieran innovar en la enseñanza de las ciencias. Es por este motivo que los conocimientos y las experiencias que se presentan son fruto de las aportaciones de la investigación en didáctica de las ciencias, pero también son resultado de asesoramientos en escuelas y de cursos de formación permanente dirigidos a maestros y maestras, llevados a cabo desde el grupo de investigación Coneixement i Didàctica (CODI) de la Universitat de Vic - Universitat Central de Catalunya.

El material se ha estructurado en dos apartados. En el primer apartado, se presenta el enfoque metodológico del libro, que se basa en implicar al alumnado en procesos de investigación auténtica con el fin de conseguir que, al mismo tiempo que se adquieren nuevos conocimientos, el alumnado se introduzca en el conocimiento

de la cultura científica, es decir, en las formas de actuar de las científicas y los científicos cuando investigan para comprender los fenómenos naturales. En el segundo apartado se presentan doce actividades, que están relacionadas con las que se presentaron y llevaron a cabo a lo largo del curso 2018-2019, estructuradas en tres grandes bloques que delimitan tres ámbitos diferentes sobre los cuales investigar las relaciones entre los seres vivos.

El primer ámbito hace referencia al estudio de los ecosistemas, es decir, a investigaciones para analizar las relaciones que se establecen entre los seres vivos que viven en un determinado lugar y las condiciones físicas del medio donde viven. El segundo ámbito propone investigaciones que giran en torno al concepto de hábitat y de las adaptaciones de los animales al medio donde viven. El tercer ámbito hace referencia a investigaciones sobre el comportamiento de los animales, un aspecto muy poco presente actualmente en las aulas de primaria, pero que consideramos que es muy interesante y que abre muchas posibilidades para implicar al alumnado en la investigación auténtica.

Cada uno de estos tres bloques se ha organizado del mismo modo. En primer lugar, se introduce la información científica necesaria para que el maestro o la maestra adquiera más confianza o amplíe su conocimiento sobre los contenidos científicos que se proponen en dicho bloque. En la segunda parte se describen las ideas y las formas de razonamiento más habituales entre los niños y las niñas cuando construyen nuevos conocimientos en aquel ámbito de problemas. En la tercera parte se presentan las ideas científicas clave que, desde el punto de vista de los autores, hay que trabajar con el alumnado sobre aquel ámbito. Finalmente, para cada uno de los tres bloques, se describen detalladamente cuatro actividades que se pueden llevar a cabo con los niños y las niñas de ciclo medio o ciclo superior. La descripción de cada actividad contiene los materiales que se necesitarán para llevarla a cabo, la identificación de las ideas clave que se trabajan con aquella actividad y, finalmente, la exposición de un conjunto de orientaciones que las maestras y los maestros deberían tener en cuenta para llevar a cabo la actividad en el aula y para gestionar las ideas y los razonamientos del alumnado que se generarán mientras se desarrolla la actividad.

Investigar para comprender las interacciones entre los seres vivos

Hacia una forma auténtica de investigar las relaciones entre los seres vivos

Las relaciones entre los seres vivos son un tema de investigación de gran interés por parte de la comunidad científica, pero que también activa la curiosidad y el interés de los niños y las niñas desde muy pequeños. Esta motivación, inherente al alumnado de primaria, por los seres vivos, y muy especialmente por los animales, es lo que hace que sea más fácil y estimulante plantear investigaciones en el aula sobre este ámbito.

Cada vez más, la comunidad científica usa el conocimiento generado en los estudios de ecología y de comportamiento para aplicarlo a aspectos relacionados con la conservación de la biodiversidad. Las investigaciones sobre las reacciones de los organismos a ciertas perturbaciones ambientales o sobre la flexibilidad en los comportamientos y la selección del hábitat en organismos diversos, serían dos ejemplos.

En este sentido, la nueva Agenda 2030 para el desarrollo sostenible promovida por la ONU entiende que la educación es uno de los 17 objetivos de desarrollo sostenible (ODS), lo que significa que la educación no es solo un objetivo en sí mismo, sino que es una vía para alcanzar los objetivos que se proponen para el 2030.

Más concretamente, los objetivos 14 y 15 hacen referencia a la vida submarina y a la vida terrestre, respectivamente. Desde la Unesco se plantea que los objetivos de desarrollo sostenible se tienen que trabajar en tres ámbitos en las escuelas, y por ello plantea tres tipos de objetivos: objetivos de aprendizaje cognitivo, objetivos de aprendizaje socioemocional y objetivos de aprendizaje comportamental.

Figura 1. Algunos de los objetivos de aprendizaje para trabajar el objetivo de desarrollo sostenible número 15 "Vida terrestre" que propone la Unesco.

Objetivos de aprendizaje cognitivo	El alumno comprende la ecología básica con respecto a los ecosistemas locales y mundiales, identificando las especies locales y comprendiendo la medida de la biodiversidad.
	El alumno comprende los diversos fenómenos que amenazan la biodiversidad, como la pérdida de hábitats, la deforestación, la fragmentación, la sobreexplotación y las especies invasoras, y puede relacionar estas amenazas con su biodiversidad local.
Objetivos de aprendizaje socioemocional	El alumno es capaz de argumentar contra las prácticas medioambientales destructivas que provocan una pérdida de biodiversidad.
	El alumno es capaz de argumentar a favor de la conservación de la biodiversidad por varios motivos, como los servicios ecosistémicos y el valor intrínseco del medio natural.
Objetivos de aprendizaje comportamental	El alumno es capaz de expresarse de manera eficaz en los procesos de toma de decisiones para contribuir a hacer que las zonas urbanas y rurales se conviertan en más permeables a la naturaleza con la creación de corredores naturales, programas agromedioambientales, ecología de la restauración, etc.
	El alumno es capaz de conectar con agrupaciones locales y trabajar para la conservación de la biodiversidad en su zona

De este modo, se entiende que las investigaciones llevadas a cabo sobre vida terrestre se tienen que realizar con la finalidad de que el niño/niña acabe siendo más

consciente de las problemáticas ambientales y pueda tomar decisiones mejor informadas a favor del medio ambiente y la conservación de la biodiversidad.

Tal y como hemos planteado en las otras obras de esta colección (Amat, Martí y Grau, 2016; Amat, Martí y Darné, 2017; Grau, Amat y Martí, 2019), y como se defiende desde la didáctica de las ciencias (NRC, 2007; Martí, 2012), los alumnos aprenden mejor cuando en el aula se los implica en una actividad científica auténtica, que tenga como objetivo final la comprensión de los fenómenos naturales que se producen en nuestro alrededor. Eso supone involucrarlos en las prácticas propias de la actividad científica. Consideramos que estas prácticas son siete: formular preguntas; obtener datos reales; representar y analizar datos; establecer conclusiones empíricas; modelizar (construir, evaluar, revisar y usar modelos); construir explicaciones científicas, y argumentar sobre la base de la evidencia.

En los diferentes bloques del libro abordamos todo este conjunto de prácticas. Aunque en todos los bloques aparecen todas, algunas se presentan de una manera más destacada en algunos bloques. Así, por ejemplo, el primer bloque, que trata sobre la complejidad y la dinámica de las interacciones entre los seres vivos en un ecosistema, se ocupa sobre todo de la modelización (construcción, evaluación, revisión y uso de modelos). El segundo bloque, que versa sobre las necesidades de los organismos para sobrevivir, se refiere especialmente a la argumentación sobre la base de la evidencia. Finalmente, en el tercer bloque, se tratan más a fondo las tres prácticas vinculadas a la investigación empírica, que son la obtención de datos reales, la representación y análisis de datos y el establecimiento de conclusiones empíricas. En los tres bloques, además de involucrar al alumnado en procesos de investigación auténtica, se ha procurado implicarlos también en varias controversias socioam-

bientales que los pueden tocar más o menos de cerca, como las siguientes: las perturbaciones en un ecosistema, la introducción de especies invasoras, la recolonización de nuevos territorios por parte de especies que los habían abandonado, la convivencia de los pájaros y los humanos en los entornos urbanos, etc. En última instancia, aquello que pretendemos es que los niños utilicen el nuevo conocimiento científico que vayan adquiriendo para opinar y tomar decisiones sobre los problemas relacionados con la conservación de la biodiversidad, y que se den cuenta de la importancia de la investigación científica rigurosa para darles una respuesta como sociedad.

De la teoría a la práctica

A lo largo del curso 2018-2019 de Pequeños Talentos Científicos, titulado “Investigamos sobre los seres vivos: ecología y comportamiento”, se presentaron varias propuestas para llevar a cabo investigaciones en el aula o en otros espacios adecuados, como podían ser el patio de la escuela, el entorno natural de la escuela (parques y jardines) o el Zoo de Barcelona. Los Servicios Educativos del Zoo de Barcelona ofrecieron asesoramiento a las escuelas que decidieron investigar sobre el comportamiento de diferentes especies que habitan allí (chimpancés, suricatas, jirafas, lémures de cola anillada, tortugas, etc.), lo cual ayudó a los niños y las niñas a entender mejor, por ejemplo, los diversos programas de enriquecimiento que los parques zoológicos actualmente llevan a cabo para mejorar el bienestar de los animales que los habitan.

En esta publicación, se presentan doce actividades derivadas de este curso y que hemos agrupado temáticamente en tres grandes tipos de problemas que podemos trabajar con el alumnado de ciclo medio y superior de primaria.

• **Cuando el problema es comprender la complejidad y la dinámica de las interacciones entre los seres vivos de un ecosistema.**

Con las actividades de este bloque se quiere ayudar a los alumnos a construir modelos sobre los ecosistemas que contengan la idea de red trófica y de ciclo de la materia, como ideas clave. Las actividades también contribuyen a hacerles ver cómo estos modelos nos pueden ser útiles para argumentar y tomar decisiones relacionadas con varios problemas socioambientales. Las actividades centran especialmente la atención a conseguir que el alumnado profundice en su capacidad de razonamiento causal ante sistemas complejos como son los ecosistemas.

• **Cuando el problema es comprender aquello que un organismo necesita para vivir en un determinado lugar.**

Con las actividades de este bloque se tratan los conceptos de hábitat, de nicho ecológico y de adaptación al medio. Esto significa que centramos más la atención a nivel de poblaciones de una determinada especie que a nivel de ecosistema, donde varias poblaciones interactúan entre ellas. Comprender aquello que un organismo necesita para vivir tiene que ayudar al alumnado a tenerlo en cuenta cuando se abordan problemas socioambientales vinculados a la conservación de la biodiversidad.

• **Cuando el problema es investigar sobre el comportamiento de los animales.**

Con este bloque de actividades se introduce al alumnado en la ecología del comportamiento y los estudios sobre la conducta de los animales. Este es un tema que se trata muy poco en los centros escolares en este momento, pero que ofrece muchas posibilidades para el diseño y la realización de investigaciones por parte de

los niños y las niñas, y este es el objetivo fundamental del conjunto de actividades que se presentan.

Cada uno de los bloques anteriores está organizado del mismo modo. En primer lugar, aparece la información científica básica. En segundo lugar, se presenta una recopilación de los conocimientos que tenemos actualmente sobre las ideas y habilidades de razonamiento de los niños y las niñas cuando se enfrentan al aprendizaje de los conceptos y las formas de razonamiento científico que aparecen en cada bloque. Finalmente, se muestran las ideas más relevantes que se trabajan en cada bloque de problemas. A partir de aquí se describen las actividades y se ofrecen orientaciones para llevarlas a cabo.

En referencia a las actividades de aula que corresponden a los bloques 1 y 2, la primera actividad que se describe respecto a cada problema siempre es una actividad para explorar las ideas de los niños y las niñas. La construcción de conocimiento científico en la escuela tiene que partir de cómo las niñas y los niños conciben el funcionamiento de lo que los rodea. Partimos del principio pedagógico que la ciencia escolar siempre se tiene que hacer desde las ideas de los niños y con las ideas de los niños. Con estas actividades iniciales de exploración se pretende que los niños y las niñas hagan explícitas sus ideas y sus representaciones y modelos mentales sobre los aspectos que se abordan en cada uno de los bloques. En el bloque 3, la primera actividad también es de exploración, pero en este caso se exploran las ideas de los alumnos sobre qué es y cómo se puede investigar el comportamiento animal. A partir de aquí, el resto de las actividades de cada bloque introduce al alumnado en la recopilación, representación y análisis de datos reales, en el establecimiento de conclusiones empíricas, en la construcción de explicaciones, la revisión de mo-

delos y la argumentación sobre la base de la evidencia. La función de los maestros y las maestras en estas actividades es básicamente de acompañamiento y apoyo. Por ello, en las orientaciones didácticas que se dan para la realización de cada actividad, se hace mucho énfasis en la dinámica de aula y, sobre todo, en el rol del discurso en el aula por parte de los docentes. Por este motivo se sugieren muchas acciones discursivas (preguntas, comentarios, reflexiones, etc.) que las maestras/os pueden llevar a cabo para favorecer la construcción colectiva de nuevos conocimientos. Cada bloque contiene cuatro actividades que se presentan siguiendo la misma estructura:

a. Una **lista de material**, siempre pensada para que las niñas y los niños estén organizados en equipos cooperativos de cuatro personas.

b. **Las ideas clave que se trabajan con esta actividad**, donde se concretan las ideas clave que se tratan específicamente en la actividad.

c. **La descripción de la actividad y orientaciones didácticas**, donde se describe de manera detallada cómo se tendría que llevar a cabo la actividad y se ofrecen orientaciones para gestionar la dinámica de aula y los diálogos. En la mayoría de los casos, además, se hace referencia a las ideas y formas de razonamiento que es posible que los niños y las niñas manifiesten en el desarrollo de la actividad.

Cuando el problema es comprender la complejidad y la dinámica de las interacciones entre seres vivos en un ecosistema

Investigar la complejidad y la dinámica de las interacciones en un ecosistema

Tradicionalmente, la escuela ha optado por un enfoque reduccionista que presenta los contenidos referentes a la ecología y las relaciones ecológicas como un conjunto de ideas y conceptos cerrados, estáticos y desconectados entre ellos (González del Solar y Marone, 2001). Se dan, por ejemplo, las definiciones de biocenosis, biotopo o cadena alimentaria; se introduce la clasificación de los organismos según si son productores, consumidores o descomponedores y, en algunos casos, también se definen otros tipos de relaciones entre organismos, como la simbiosis o el mutualismo. Este tipo de enfoque pone el énfasis en las estructuras y los componentes de un ecosistema, pero no ayuda mucho a hacer que los alumnos construyan un modelo mental holístico, sistémico y complejo, más próximo a la idea de ecosistema de los expertos, que posibilite razonar sobre las interacciones entre seres vivos, e interpretar los cambios en estas relaciones.

Por el contrario, tal como se propone en este libro, trabajar las interacciones en los ecosistemas tendría que suponer llegar a entender el tipo, las características y la complejidad de las interacciones que podemos encontrar entre los múltiples elementos que componen un ecosistema. De esta manera contribuiremos a conseguir que los niños y las niñas reconozcan la complejidad organizativa de los ecosistemas y, de resultas, su fragilidad y la necesidad de garantizar su preservación, uno de los principales retos de la educación para el desarrollo sostenible (Rieckmann, 2017).

Sin embargo, comprender las interacciones que se dan en un ecosistema plantea algunos retos. Por una parte, supone aprender a pensar a nivel de poblaciones (y, por

lo tanto, no solo a nivel de cada individuo particular). Implica, también, aprender a razonar sobre las relaciones de causa-efecto de maneras que, a menudo, distan mucho de las formas de razonar de los niños. Tal como se desarrolla en el apartado siguiente, los niños tienden a razonar de manera lineal y simple. Por el contrario, las dinámicas de un ecosistema no se pueden concebir sin entender la existencia de relaciones de dependencia bidireccionales, los llamados efectos dominó no lineales, o las dinámicas cíclicas que aparecen.

Los elementos bióticos (organismos vivos) y abióticos (humedad, temperatura, cobertura vegetal, etc.) de un ecosistema interactúan constantemente entre ellos. Los elementos abióticos determinan la distribución y la composición de la biocenosis (qué tipo y número de poblaciones pueden vivir en un lugar), así como la abundancia de organismos dentro de cada población y el tipo de adaptaciones que presentan estos organismos. Por ejemplo, la falta de agua en un desierto limita el crecimiento de organismos o estimula el desarrollo de estrategias para evitar la pérdida de agua, como la transformación de hojas en espinas en los cactus. Así pues, en un ecosistema habitan unas determinadas especies que pueden sobrevivir porque están adaptadas a aquel medio, aunque, al mismo tiempo, el medio físico es modificado constantemente por la actividad de los organismos que habitan allí.

El nicho ecológico de una especie nos ayuda a caracterizar este tipo de relaciones, ya que define el rango de condiciones en las que vive una especie, así como el rol que aquella especie tiene dentro del ecosistema. Para establecerlo, hay que considerar su hábitat y su estilo de vida, teniendo en cuenta las exigencias alimentarias y las exigencias abióticas: zonas de refugio, rango de

temperatura donde puede vivir, necesidad del viento para la polinización, presencia de depredadores o de competidores, etc. Por ejemplo, si hablamos del nicho ecológico del oso pardo, podemos decir que vive en los bosques de montaña donde hay grandes posibilidades de desplazamiento y áreas rocosas para su cobijo, se alimenta de frutos, insectos y pequeños animales, puede competir con el lobo, contribuye a la dispersión de semillas a través de sus defecaciones, etc.

Entre los elementos abióticos que componen un ecosistema, es imprescindible subrayar el papel central del Sol, dado que la luz solar es la principal fuente de energía en casi todos los ecosistemas. La energía es imprescindible para la actividad biológica de cualquier organismo. Las plantas, las algas y las bacterias fotosintéticas son organismos con nutrición autótrofa, de modo que son capaces de utilizar la energía solar y, a través del proceso de fotosíntesis, transformar la materia inorgánica en la materia orgánica que los constituye, y así obtener la energía necesaria para vivir. Cuando los animales u otros organismos comen plantas o sus restos, se alimentan de esta materia orgánica formada a partir de la energía del Sol. De esta manera, la energía va pasando y transformándose de unos organismos a los otros para que todos ellos puedan realizar sus funciones vitales. Este flujo de energía no es cíclico sino unidireccional. Cada vez que un organismo se come a otro, hay pérdidas importantes de energía (¡cerca del 90%!); ya que de cada 10 kg de alimento que ingiere una determinada población, solo 1 kg se aprovecha para crecer y reproducirse.

En cualquier ecosistema podemos distinguir varios niveles tróficos. Los organismos autótrofos (plantas, algas) constituyen el primer nivel trófico. Son los más abundantes y representan el 99% del total de mate-

ria orgánica de la biosfera. Se denominan productores porque elaboran su propio alimento. El resto de los organismos son heterótrofos, es decir, no pueden producirse su propio alimento y deben alimentarse de otros seres vivos. En este caso hablamos de consumidores porque se alimentan a partir de la materia orgánica de otros organismos. Los consumidores primarios son los que se alimentan únicamente de los productores (la abeja, por ejemplo). Los consumidores secundarios se alimentan, principalmente, de los consumidores primarios (el abejaruco), y así sucesivamente; el halcón peregrino sería un ejemplo de consumidor terciario ya que podría comerse al abejaruco (figura 2). Finalmente, los descomponedores (hongos y bacterias, principalmente) son también organismos heterótrofos capaces de transformar la materia orgánica en materia inorgánica, que volverá a estar disponible para los productores. Por lo tanto, a diferencia de la energía, que circula como un flujo que se va disipando, la materia se mueve dentro de los ecosistemas en forma de ciclo, porque la materia orgánica fabricada por los productores va pasando por cada nivel trófico, hasta que los descomponedores se encargan de cerrar el ciclo. Este ciclo lo conocemos como *ciclo de la materia del ecosistema*

En cualquier ecosistema, hay muchos más productores que consumidores, y más consumidores primarios que consumidores secundarios o terciarios. Así, los diversos niveles tróficos, excepto los descomponedores, adoptan, según su abundancia, una forma de pirámide, la denominada *pirámide ecológica*.

Las relaciones alimentarias que se producen entre los organismos de los diferentes niveles tróficos de un ecosistema se pueden representar de forma sencilla y lineal a través de una cadena trófica.

Figura 2. Ejemplo de una cadena trófica.

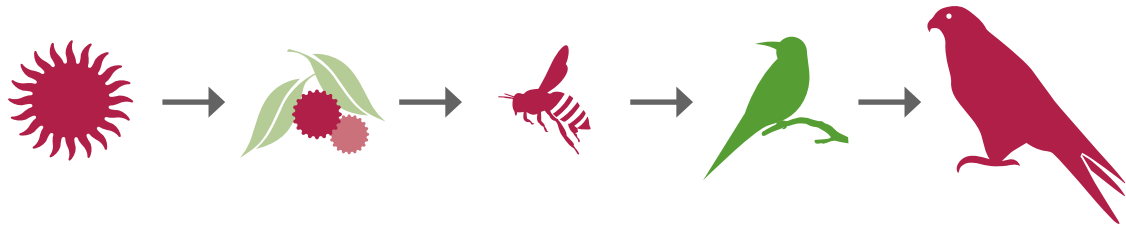
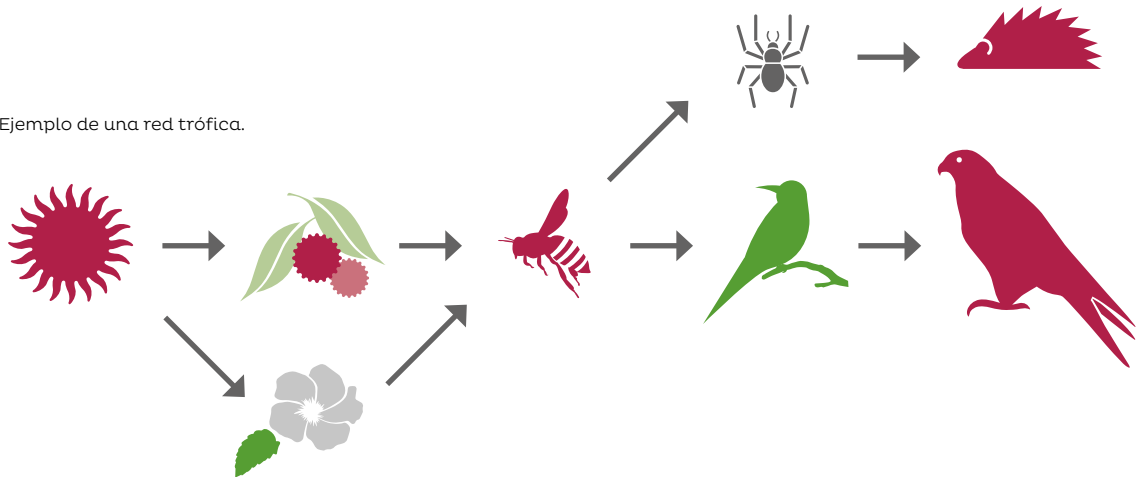


Figura 3. Ejemplo de una red trófica.



Aunque el concepto de cadena trófica es interesante de comprender, en un ecosistema real la mayoría de los productores sirven de alimento a varios consumidores primarios que, a su vez, se alimentan de varios produc-

tores. Cuando existen diferentes niveles de consumidores, se produce una situación similar. Por lo tanto, las cadenas tróficas se convierten, en realidad, en verdaderas redes tróficas (figura 3).

Es importante remarcar que, como toda representación, las cadenas (figura 2) y las redes tróficas (figura 3) son una simplificación de la realidad. Realmente, no aparecen todos los organismos que viven en aquel ecosistema, sino solo los más relevantes o aquellos que a los investigadores les ha interesado representar en función del problema que se haya planteado. Además, cuando leemos la información de la representación de una red trófica, hay que tener en cuenta varias cosas. En primer lugar, debemos tener en cuenta que los organismos que aparecen no se refieren a un único individuo sino a toda una población (la población de madroños, la población de abejas, la población de halcones). También hemos de tener presente que las flechas representan hacia donde va la energía y la materia del ecosistema y, por lo tanto, siempre están orientadas desde una especie hasta aquella, o aquellas, que se alimentan de esta.

Por otra parte, el análisis de una red trófica nos permite ver como una misma especie puede ocupar diferentes niveles tróficos si se alimenta de organismos que pertenecen a diversos niveles tróficos (figura 3). Así, por ejemplo, el jabalí puede ser un consumidor primario porque come bellotas pero, al mismo tiempo, es un consumidor secundario porque ingiere ratones y otros consumidores primarios. Como se muestra en los apartados siguientes, estas ideas no son obvias para los niños y las niñas y, por lo tanto, habrá que prestar mucha atención cuando las introducimos en el aula.

Representar el Sol como primer elemento de la red trófica permite poner énfasis en la importancia que tiene para el funcionamiento de un ecosistema y que no siempre es evidente para las niñas y niños. Asimismo, incorporar la presencia de organismos descomponedores en estas representaciones posibilita hablar del

ciclo de la materia orgánica y permite empezar a establecer distinciones entre el flujo de energía y el ciclo de la materia, porque nos ayuda a constatar que las plantas transforman materia inorgánica en orgánica, y que esta va “viajando” por la red trófica, pasando de un organismo a otro. Cuando un individuo de cualquier nivel trófico muere, los organismos descomponedores convertirán esta materia orgánica en materia inorgánica que se incorporará al suelo para que, de nuevo, pueda ser aprovechada por los organismos productores.

La representación de una red trófica también nos permite constatar que, cuando un eslabón cae, se produce un efecto dominó. Así, una perturbación que afecte a la población de un organismo (un productor, por ejemplo) tendrá efectos en este organismo, pero también en los siguientes eslabones de la cadena, es decir, en aquellos organismos que se alimentan de este y en todos aquellos otros eslabones que de alguna manera dependen de este.

Más allá de las relaciones alimentarias, los elementos que componen un ecosistema están interconectados entre ellos a través de otros tipos de relaciones. Así, por ejemplo aunque la abeja obtiene alimento del madroño, también contribuye a polinizarlo, y esta relación entre el madroño y la abeja no tiene un carácter alimentario. Igualmente, dos especies como el zorro y el halcón pueden estar en competencia por un mismo recurso. En otros casos, dos especies pueden cooperar para sobrevivir, por ejemplo, cuando el arrendajo grazna para avisar de un posible peligro y otros pájaros se benefician de este grito de alarma. En este último caso hablamos de relaciones de mutualismo, que son aquellas en las que individuos de dos especies diferentes obtienen beneficios mutuos de sus interacciones. Las vacas y las garcillas bueyeras serían otro ejemplo.

En el aula, es importante ayudar a visualizar todo este entramado de relaciones, buscando formas de representar la alta conectividad entre los componentes bióticos y abióticos que componen un ecosistema. Además, analizar los cambios y perturbaciones que se producen en estos componentes nos obligará a identificar y saber razonar a partir de patrones de causalidad (relaciones causa-efecto) que no siempre son obvios para el alumnado, porque van más allá de la causalidad lineal simple: una sola causa produce un solo efecto (patrón causal que suelen aplicar habitualmente los niños y las niñas). Así, en un ecosistema podemos identificar lo siguiente:

- **Efectos dominó:** la desaparición de abejas hace disminuir la población de abejarrucos y, a su vez, hace cambiar la dieta de los halcones, y así sucesivamente.
- **Efectos indirectos:** la disminución/desaparición de las abejas afecta a la dieta de los halcones, aunque abejas y halcones no están relacionados directamente entre ellos.
- **Efectos bidireccionales:** el ratón proporciona energía al halcón y, al mismo tiempo, los halcones ayudan a mantener estable la población de ratones, de modo que estos puedan sobrevivir en el ecosistema dada la cantidad de recursos que hay para ellos.
- **Patrones de causalidad cíclicos:** la fertilidad del suelo se mantiene gracias a los descomponedores. El mantenimiento de la fertilidad del suelo favorece el desarrollo de organismos productores que, cuando se mueren, constituyen el alimento de los descomponedores, y cierran el ciclo.

Adoptar patrones de causalidad más complejos ayudará a los niños y las niñas a ver que los efectos de una perturbación o una interacción pueden manifestarse en momentos o lugares distintos. Por ejemplo: a corto plazo, un incendio puede provocar la desaparición de las encinas de un encinar. A largo plazo, puede favorecer la regeneración de este espacio por parte de especies como el pino carrasco. Al mismo tiempo, este incendio puede obligar a huir a muchos de los animales que lo habitaban y así crear un aumento de las poblaciones de estos animales en el nuevo ecosistema donde vayan a parar.

Preguntas como *¿cuál es el papel del Sol en un ecosistema? ¿es lo mismo la desaparición de las garrapatas del zorro que la desaparición de las abejas? ¿qué consecuencias tiene que aumente la población de orugas del pino?, ¿y que disminuya? ¿si hay un incendio y desaparecen los pinos, qué otras especies pueden ocupar su lugar?*, nos pueden ayudar a visualizar e identificar el rol de las diferentes especies y recursos dentro del ecosistema, así como los efectos y las consecuencias de determinadas perturbaciones que las pueden afectar.

Comprender y valorar la complejidad y la conectividad en un ecosistema tiene que permitir valorar tanto su fragilidad y vulnerabilidad como su capacidad de cambio y regeneración

Las ideas de las niñas y los niños en relación con la complejidad y la dinámica de las interacciones en un ecosistema

Desde la didáctica de las ciencias sabemos que los niños, desde muy pequeños, construyen ideas y modelos sobre los fenómenos biológicos que les rodean que, en la mayoría de los casos, no coinciden con las ideas y los

modelos contruidos por los científicos expertos. Estos conocimientos de los niños les permiten predecir y explicar cómo funcionan los seres vivos y cómo se relacionan entre ellos y con su entorno. Son conocimientos que derivan tanto de sus experiencias vinculadas con el contacto directo que hayan podido tener con el medio natural, como de las explicaciones de otras personas o de una serie de recursos cognitivos y de formas de razonar que niños (y adultos) activamos sin darnos cuenta cuando nos encontramos ante un vacío de comprensión sobre un determinado fenómeno biológico.

Así pues, como maestros y maestras tenemos que esperar (y estar preparados) para escuchar y comprender las formas como los niños razonan en relación con los ecosistemas. Razonamientos que, a buen seguro, serán diferentes a los de los científicos expertos. Tal como ya se ha dicho anteriormente, hay que trabajar desde y con las ideas y los razonamientos de los niños y niñas, y hacerlos evolucionar para acercarlos progresivamente a las ideas y razonamientos que usan los expertos.

Existen numerosos estudios que muestran cómo son las ideas y los razonamientos intuitivos de los niños a la hora de entender la complejidad de las interacciones y las dinámicas que se dan en un ecosistema. En este apartado exponemos los resultados más relevantes.

De la tendencia a pensar en individuos hacia un pensamiento centrado en las poblaciones

Comprender las dinámicas de un ecosistema implica razonar sobre qué les pasará a las diferentes poblaciones de organismos que lo componen. Sin embargo, los estudios muestran que las niñas y los niños tienden a pensar en individuos, y omiten los efectos sobre el conjunto de la población (Leach et al., 1996). Cuando los pe-

queños analizan una cadena trófica, por ejemplo, piensan en el *predador* alimentándose de la *presa*, lo que hace que puedan surgir sentimientos de pena por la presa y que no se vean estos tipos de relaciones como un control o como un balance entre un conjunto de individuos que forma parte de una población.

De la tendencia a usar un razonamiento lineal, unidireccional y local hacia el uso de un razonamiento causal complejo

Las niñas y los niños tienden a pensar localmente, de forma unidireccional y lineal (Leach et al., 1996). Es decir, no reconocen la gran interdependencia entre organismos y entre estos y el medio y, por lo tanto, obvian las relaciones causales complejas (efectos dominó, efectos indirectos o formas de causalidad bidireccionales) que, como se ha visto en el apartado anterior, se producen en cualquier ecosistema (Grotzer y Basca, 2003).

De esta manera más simple de razonar se derivan algunas consecuencias como, por ejemplo, pensar que cuando se elimina o se altera el número de productores solo quedan afectados los organismos que dependen de ellos directamente, sin darse cuenta de que la perturbación también afectará a las especies que dependen de los organismos que dependen de los productores.

Por otra parte, pensar las relaciones de manera lineal también comporta que no se tenga en cuenta que las interacciones que se dan a nivel micro pueden tener consecuencias a nivel macro (Penner, 2000), o que puede haber efectos de una perturbación distantes en el tiempo o en el espacio (Grotzer y Basca, 2003). Algunos estudios también muestran la tendencia a juzgar que los efectos de una perturbación se disipan o debilitan a partir del punto en que esta se ha producido (White, 1997).

Es muy importante, por lo tanto, mostrar una visión global y compleja de los ecosistemas que ayude a los niños a razonar de una forma más sofisticada sobre los cambios que se producen fruto de las perturbaciones e interacciones que pueda haber a diferentes escalas, en diferentes momentos y en diferentes lugares.

De la tendencia a centrarse en las relaciones tróficas hacia considerar otros tipos de relaciones

Normalmente los niños y las niñas se fijan en las relaciones depredador-presa, básicamente entre animales. De forma espontánea, raramente incluyen insectos u organismos descomponedores como elementos de un ecosistema (Strommen, 1995). Cuando se les pide que incluyan componentes abióticos dentro de la red de relaciones, o que identifiquen relaciones más allá de las que se basan en la alimentación (de competición, mutualismo, etc.), tienen dificultades para hacerlo (Jurado, Martí y Segalés, 2001).

De la tendencia a eludir el papel del Sol hacia considerarlo como fuente de entrada de energía

Cuando los niños piensan en la nutrición de las plantas, tienden a obviar el papel del Sol. Muy a menudo los niños creen que las plantas *“se alimentan de agua y de nutrientes que cogen del suelo”*. Esta visión dificulta que el alumnado pueda entender que el Sol es la principal fuente de energía de los ecosistemas y que los organismos productores (plantas, algas) tienen un papel clave para el funcionamiento de cualquier ecosistema. Los retos para comprender la transformación de la energía lumínica en energía química y el paso de esta a través de las cadenas y redes tróficas puede mantenerse hasta cursos superiores, incluso después de que se haya trabajado, de forma explícita, la fotosíntesis.

De la tendencia a eludir el papel de los descomponedores en el ciclo de la materia orgánica, hacia considerarlos como responsables del cierre del ciclo

Para el alumnado, la conservación de la materia no se ve necesaria. Tienden a decir, por ejemplo, que, una vez muerta, la materia *“se seca”*, *“se va / desaparece”*, *“se desintegra”* o *“se desgasta”*. Muchos alumnos no están familiarizados con los organismos descomponedores (principalmente hongos y bacterias) y este hecho hace que, en general, no se tenga en cuenta su papel. Muchos niños de entre 7 y 10 años empiezan a apuntar el destino de la materia orgánica en sus descripciones sobre el proceso de descomposición. Sin embargo, el énfasis se pone, principalmente, en el enriquecimiento del suelo, y es que, de hecho, muchos niños y niñas llegan a considerar el suelo como un verdadero ser vivo capaz de absorber, chupar o alimentarse de sustancias..

Dificultades en la interpretación y representación de las cadenas y redes tróficas

Los niños y niñas tienen dificultades en la interpretación y la representación de cadenas y redes tróficas. A menudo las interpretan como una relación depredador-presa que muestra *“quién se come a quién”* o *“quién es comido por quién”*, de manera que les es más fácil identificar aspectos fácilmente visibles y reconocibles (*“quién se come a quien”*), que no aspectos que no se pueden visualizar tan fácilmente (*“X gana energía de X”*). Por este motivo, en la representación de las cadenas y redes tróficas, muy a menudo tienden a revertir el sentido de las flechas. A este respecto, hay que recordar que existe un convenio en la comunidad científica de manera que las flechas siempre apunten en la dirección en la que se mueve el flujo de energía en una cadena o red trófica.

Además, en general, las niñas y niños relacionan los depredadores con organismos feroces y grandes, y ello implica que pase más desapercibido el papel de organismos más pequeños (muchos insectos, los sapos, las comadrejas), que son presa y depredador al mismo tiempo.

Ideas que cal treballar sobre la complexitat i les dinàmiques de les interaccions en un ecosistema

Idea 1: Los elementos abióticos y las poblaciones de organismos de un ecosistema están interconectados entre ellos, de manera que un cambio en uno produce cambios en los otros.

Esta es la idea central de este bloque. Hace referencia a la visión interrelacionada, compleja y holística que tienen los ecólogos. Por una parte, implica poner el énfasis en la riqueza y diversidad de elementos, tanto bióticos como abióticos, que componen los ecosistemas, destacando las múltiples relaciones e interacciones que se dan entre ellos, y que van más allá de las relaciones basadas solo en la alimentación. También supone hacer explícitos los diferentes patrones de causalidad que podemos encontrar, para ayudar a los niños y las niñas a razonar causalmente de una forma más compleja. Finalmente, supone analizar las consecuencias de esta red de relaciones, destacando tanto la fragilidad y vulnerabilidad de los ecosistemas como su capacidad de cambio y regeneración.

Idea 2: Las relaciones entre los diferentes organismos de un ecosistema pueden ser muy diversas.

Esta idea pone el énfasis en la diversidad de relaciones, tanto intraespecíficas como interespecíficas, que se dan en un ecosistema. Por lo tanto, comporta la necesidad de ayudar a conseguir que los niños piensen más allá de las relaciones alimentarias, haciéndoles conscientes de la gran variedad de relaciones que se pue-

den dar (competencia, polinización, parasitismo...). El énfasis no tendría que estar tanto en la enumeración y definición específica de este tipo de relaciones, sino en la toma de conciencia por parte del alumnado de la complejidad y la diversidad del entramado de relaciones que existe en un ecosistema.

Idea 3: La mayor parte de ecosistemas se mantienen gracias a la energía procedente del Sol.

Esta idea tiene que ayudar a entender que el Sol es la principal fuente de energía de los ecosistemas, y a destacar el papel biológico de los organismos productores dentro del ecosistema. Servirá, también, para poder empezar a diferenciar, en etapas escolares posteriores, entre el flujo de energía y el ciclo de la materia. Para introducir esta idea, no es necesario trabajar a fondo el proceso de fotosíntesis, sino que se puede introducir explicando que las plantas obtienen la energía que necesitan para vivir a partir de la luz del Sol y que, a través de un proceso denominado *fotosíntesis*, son capaces de transformar la energía lumínica en energía química. Esta energía química, en forma de alimentos, será aprovechada por los diversos niveles de consumidores y, finalmente, por los descomponedores.

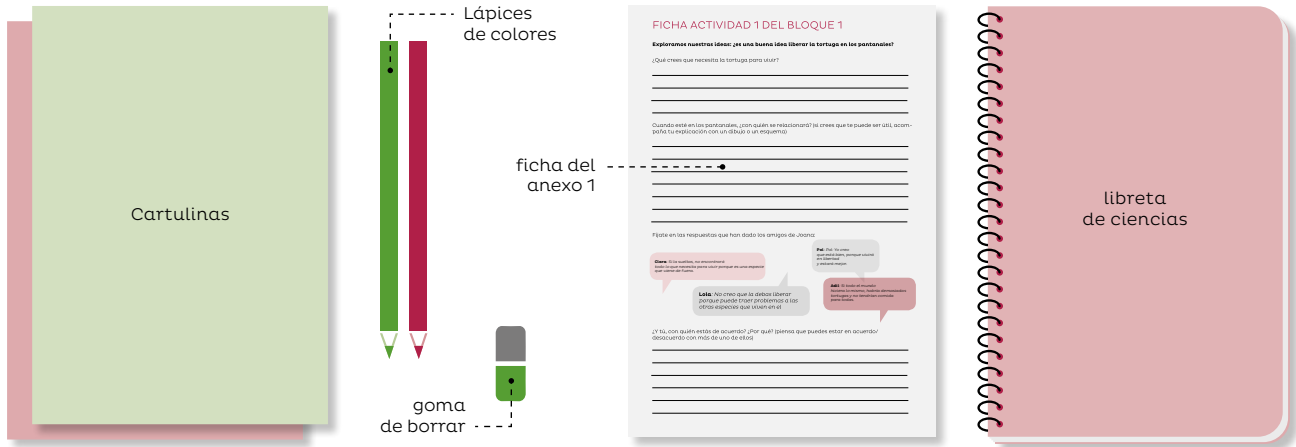
Idea 4: En la naturaleza se dan diferentes ciclos de descomposición de la materia de forma simultánea gracias a la acción de los organismos descomponedores.

Trabajar esta idea supone contribuir a que los niños y las niñas se familiaricen con los organismos descomponedores y con el rol importantísimo que estos organismos tienen en el funcionamiento de los ecosistemas. También implica hacer que los niños y las niñas se den cuenta de que en la naturaleza siempre hay materia orgánica en diferentes estadios de descomposición, lo que les tiene que permitir tomar conciencia del reciclaje constante de la materia.

	Actividad 1. La liberación de la tortuga de Joana	Actividad 2. Representar las interacciones entre los componentes de un ecosistema	Actividad 3. Observación del proceso de descomposición de la materia orgánica	Actividad 4. Revisión de las respuestas iniciales
Idea 1. Los elementos abióticos y las poblaciones de organismos de un ecosistema están interconectados entre ellos, de manera que un cambio en uno produce cambios en los otros.				
Idea 2. Las relaciones entre los diferentes organismos de un ecosistema pueden ser muy diversas.				
Idea 3. La mayor parte de ecosistemas se mantienen gracias a la energía procedente del Sol.				
Idea 4. En la naturaleza se dan diferentes ciclos de descomposición de la materia de forma simultánea gracias a la acción de los organismos descomponedores.				

Actividad 1

LA LIBERACIÓN DE LA TORTUGA DE JOANA



Material para un grupo de cuatro:

Fotocopia con las respuestas de los amigos de Joana (ver la ficha en el anexo 1), folios o libreta de ciencias, lápices de colores y goma de borrar y cartulinas

Las ideas clave trabajadas con esta actividad

Idea 1: Los elementos abióticos y las poblaciones de organismos de un ecosistema están interconectados entre ellos, de manera que un cambio en uno produce cambios en los otros

Idea 2: Las relaciones entre los diferentes organismos de un ecosistema pueden ser muy diversas.

Descripción de la actividad y orientaciones didácticas

Iniciaremos la investigación presentando una situación que provoque que los niños y las niñas deban usar

tanto las informaciones y los conocimientos que tienen como sus ideas y modelos mentales referentes a las interacciones y dinámicas de un ecosistema. Por este motivo, empezaremos la actividad explicando la historia siguiente:

“Hace unos años regalaron una tortuga de Florida a Joana. Esta especie es fácil de distinguir de las que viven naturalmente en los ríos de Cataluña, porque las tortugas de Florida tienen una mancha roja a cada lado de la cabeza, detrás del ojo. Joana ha estado cuidando durante muchos años de su tortuga. Ahora, sin embargo, ha crecido mucho. Ya hace unos 20 centímetros de longitud y no cabe en el acuario que tenía. La familia de Joana vive en un piso pequeño y su madre y su padre dicen que no pueden tener un acuario mayor. Además, la tortuga es cada vez más agresiva y alguna vez ya los ha mordido mientras intentaban limpiar su espacio. Joana está pensando en soltarla en los pantanales que hay cerca del pueblo, donde sabe que viven otras especies

de tortugas, pero no está convencida de que sea una buena idea y, por ello, pide consejo a sus amigos."

Llegados al final de la historia, en primer lugar, es necesario que los niños se imaginen un día de la vida de la tortuga en libertad. Entonces, pediremos lo siguiente: *¿Qué creéis que necesita la tortuga para vivir? ¿Una vez que esté en los pantanales, con qué organismos se relacionará y qué necesitará de su entorno?* Con estas preguntas, se pretende empezar a explorar las ideas de los niños y niñas en relación con la diversidad de interacciones que tiene un organismo, tanto con los elementos abióticos del medio como con el resto de los organismos. Dejaremos un tiempo para que los niños piensen y escriban individualmente sus respuestas en una hoja o en su libreta de ciencias.

Después, daremos a cada grupo una fotocopia con las diferentes respuestas de un grupo de amigos de Joanna (ver la ficha en el anexo 1) y pediremos que piensen individualmente con cuál o con cuáles de los personajes están más de acuerdo y por qué. Es muy importante remarcar que pueden estar de acuerdo con más de un personaje y que lo más importante es que justifiquen por qué están de acuerdo o en desacuerdo. Asimismo, es interesante animarlos a representar las relaciones que establecerá la tortuga, sugiriéndoles que ideen esquemas para ayudarles a representar estas relaciones.

Una vez terminado este trabajo individual, propondremos que se debatan las diferentes respuestas para favorecer, de esta manera, una construcción colectiva del conocimiento. Para ello, podemos seguir la estructura 1-2-4 (o 1-4). La dinámica 1-2-4 es una estructura cooperativa en que primero los niños piensan y responden individualmente las preguntas planteadas, después lo hacen en parejas y, finalmente, con los cuatro miembros

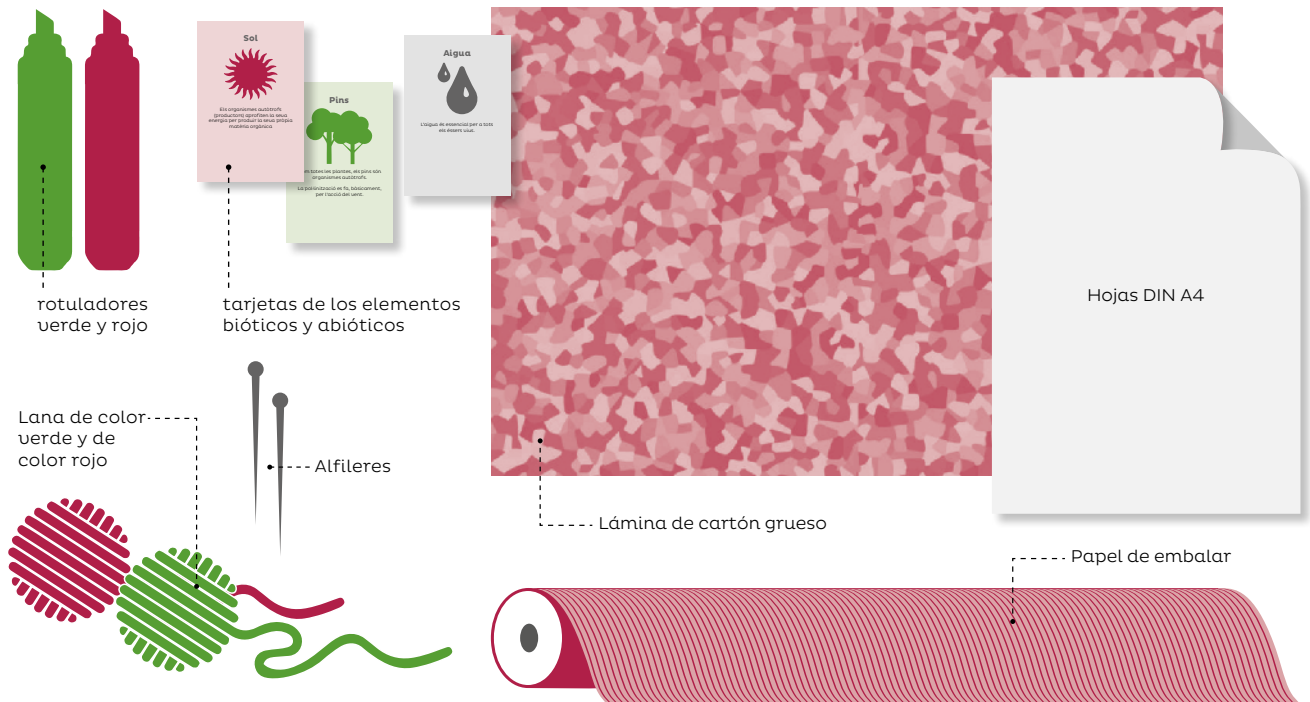
del equipo cooperativo. Explicaremos a los niños que el objetivo final es consensuar una respuesta común, que presentarán al resto de los grupos usando la cartulina que les hemos facilitado. Remarcaremos que, aunque tienen que llegar a un consenso, en la puesta en común final pueden exponer las discrepancias que consideren más significativas entre los miembros del grupo.

A lo largo de toda esta actividad nos fijaremos en el tipo de elementos que incluyen los niños, qué clase de relaciones representan, si añaden flechas y, si es así, en qué dirección. También pediremos a los niños que nos aclaren las ideas que no se entiendan y velaremos porque la dinámica se lleve a cabo correctamente. Sin embargo, no introduciremos nueva información ni daremos explicaciones que puedan orientar la respuesta de los niños, ya que, como hemos dicho, nos interesa que se hagan explícitas sus ideas.

Una vez realizada la exposición oral de las respuestas y los esquemas de relaciones elaborados por cada grupo, y después de aclararse las dudas que se hayan podido generar, guiaremos una conversación que: (a) ayude a poner de manifiesto las diferencias/semelanzas entre las diferentes ideas/esquemas de relaciones: *En vuestro esquema vosotros habéis identificado X pero vosotros no. ¿Creéis que X puede ser importante?*; (b) haga énfasis en aquellos aspectos donde parece que existe consenso y en aquellos donde parece que no: *Parece que todos estamos de acuerdo en que... sin embargo, en cambio, solo unos cuantos creen que...;* (c) identifique las ideas/palabras que posteriormente nos pueden servir para seguir construyendo conocimiento: *Habéis dicho que los gatos o las gaviotas son predadores de las tortugas. La palabra 'predadores' es importante que la retengamos durante estos días,* y (d) ponga de manifiesto las dudas que van apareciendo.

Actividad 2

REPRESENTAR LAS INTERACCIONES ENTRE LOS COMPONENTES DE UN ECOSISTEMA



Material para un grup de cuatro:

Tarjetas de los elementos bióticos y abióticos (ver el anexo 2), lana de color verde y de color rojo, alfileres, lámina de cartón grueso (o cualquier soporte para poder clavar los alfileres), hojas DIN A4, papel de embalar, rotuladores verde y rojo

Las ideas clave trabajadas con esta actividad

Idea 1: Los elementos abióticos y las poblaciones de organismos de un ecosistema están interconectados entre ellos, de manera que un cambio en uno produce cambios en los otros.

Idea 2: Las relaciones entre los diferentes organismos de un ecosistema pueden ser muy diversas.

Idea 3: La mayor parte de ecosistemas se mantienen gracias a la energía procedente del Sol.

Descripción de la actividad y orientaciones didácticas

Preparación de la actividad

Para hacer esta actividad, necesitaremos un juego de tarjetas (ver el anexo 2) por cada grupo de cuatro, más un juego extra para hacer la red conjunta. Estas tarjetas representan los componentes bióticos y abióticos que podemos encontrar en un bosque mediterráneo, concretamente un pinar, pero se pueden adaptar al ecosistema concreto que se quiera trabajar. Así, si la escuela está situada cerca de otro tipo de ecosistema que sea más familiar al alumnado, cambiaremos algunas de las tarjetas por otras que representen elementos/organismos del ecosistema escogido. Por un roble-dal, por ejemplo, cambiaremos la tarjeta del pino por

la del roble; la del madroño por una fresa silvestre, y la de la procesionaria del pino por la de la oruga del roble.

Las tarjetas utilizadas deben permitir representar una posible red de relaciones que vaya más allá de una simple red trófica. Así pues, si queremos ampliar, modificar o crear una nueva red son importantes los aspectos siguientes:

- En la red que creemos se deben incluir tanto elementos bióticos como abióticos.
- Entre los elementos abióticos deben estar: el Sol (como principal generador de energía del ecosistema), el agua (como elemento necesario de todos los organismos) y el suelo (como hábitat principal de los organismos descomponedores responsables del cierre del ciclo de la materia orgánica).
- Tienen que aparecer organismos de todos los niveles tróficos, incluidos los descomponedores.
- Aparte de las relaciones tróficas, la red tiene que permitir encontrar otros tipos de relaciones como relaciones de mutualismo, competencia, comensalismo, parasitismo, etc.
- En la construcción de las redes se debe hacer evidente que los organismos que se muestran no representan un solo individuo sino toda una población. Eso lo podemos conseguir dibujando más de un individuo dentro de cada tarjeta.

Representar las interacciones en el ecosistema

Explicaremos a los niños y las niñas que, en esta actividad, construiremos una red que representará las in-

teracciones y la conectividad del ecosistema. Esta red nos servirá de modelo y nos permitirá visualizar las relaciones y dinámicas que se dan, o se pueden dar, entre los componentes del ecosistema.

Antes de empezar a trabajar en pequeño grupo y para situar a los niños, les pediremos que piensen en el ecosistema del que construiremos la red (en el caso del ejemplo proporcionado, el pinar propio de un bosque mediterráneo). Entonces preguntaremos: *¿Qué organismos viven en el pinar? ¿Qué factores abióticos son importantes para que estos organismos puedan vivir allí?*

Una vez que los niños y las niñas hayan aportado sus ideas, cogeremos las tarjetas que previamente habremos recortado, o las que habremos creado nosotros siguiendo las indicaciones expuestas en el apartado anterior, y daremos un juego a cada grupo. Entre todos examinaremos las tarjetas. Comprobaremos, en primer lugar, que las tarjetas representan tanto elementos abióticos como bióticos. Acto seguido explicaremos que cada tarjeta representa una especie y que, para construir la red de relaciones, debemos pensar en una población formada por más de un individuo. Finalmente, observaremos que muchos de los elementos que se muestran en las diferentes tarjetas son los que ellos ya han nombrado o que son equivalentes. Por ejemplo: en las tarjetas que figuran en el anexo 2, el madroño representa uno de los organismos autótrofos del pinar. Por lo tanto, si los niños han hablado de la jara o de las zarzas, les haremos ver que los madroños, en este caso, también representan este tipo de planta.

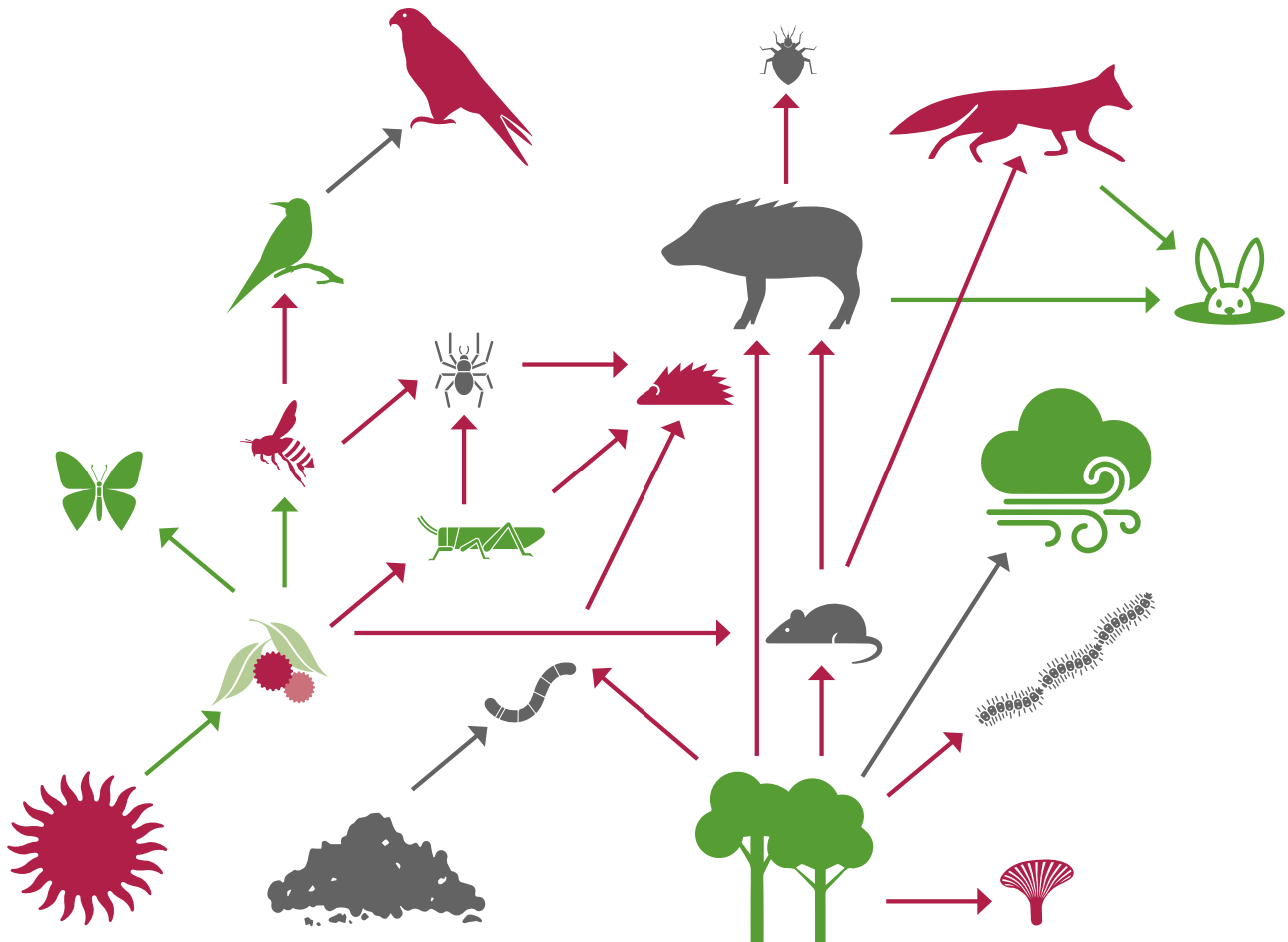
Repartiremos las diversas tarjetas entre los diferentes miembros del grupo y daremos cierto tiempo para que

cada niño/niña se familiarice con los diferentes organismos o elementos abióticos que le hayan tocado. Explicaremos que, a partir de aquel momento, cada uno tiene que pensar como si fuera el organismo o elemento que aparece en las tarjetas que le han correspondido y que, teniendo en cuenta la información que figura en cada tarjeta y sus propios conocimientos, deben pensar en las relaciones que tienen que establecer con los otros organismos y factores abióticos del ecosistema para poder sobrevivir. Los niños y las niñas han de pensar lo siguiente: *¿Con qué otro organismo me relaciono en este ecosistema? ¿Con qué otros elementos que no son organismos me relaciono para poder sobrevivir?*

Cuando cada niño tenga claro con qué otros organismos o factores abióticos tiene que interactuar, les propondremos hacer muy visibles estas relaciones uniendo los elementos que estén relacionados entre sí con un trozo de lana. Si la relación que se establece no perjudica a ninguno de los dos elementos relacionados, utilizaremos lana de color verde. Si la relación perjudica a uno de los dos elementos, usaremos lana de color rojo. Emplearemos los alfileres para poder enganchar las lanas y las tarjetas al plafón de cartón que les habremos proporcionado.

Dejaremos un rato para que cada grupo vaya creando la red de relaciones. Durante este tiempo facilitaremos la tarea de los niños resolviendo las dudas que surjan o haciendo visibles las relaciones que no hayan constatado a través de preguntas como estas: *¿Qué más crees que necesita X para vivir? ¿Seguro que has pensado en todo aquello que necesita X para vivir?* En la figura 4 mostramos un ejemplo del tipo de red que podemos representar con las tarjetas proporcionadas en el anexo 2.

Figura 4. Ejemplo de red de relaciones.



Análisis del modelo construido: identificación de componentes y tipos de relaciones

El objetivo de esta parte de la actividad es ayudar a conseguir que las niñas y los niños sean conscientes de la diversidad de organismos y relaciones que existen en el ecosistema representado, así como del rol de algunos de estos elementos dentro del ecosistema. Para ello, animaremos a los niños y las niñas a analizar la red que habrán construido entre todos.

Para facilitar este análisis, seguiremos la estructura cooperativa del lápiz en el centro y pediremos a los niños que respondan preguntas como estas: *¿Quién se come a quién en vuestra red? ¿De dónde sacan las plantas la energía que necesitan para vivir?, ¿y los animales? ¿Hay animales que solo coman plantas? ¿Hay animales que solo coman otros animales? Aparte de las relaciones basadas en la alimentación, ¿podéis identificar otros tipos de relaciones? ¿Qué elementos abióticos del medio están representados?, ¿con qué organismos están relacionados? ¿Podéis pensar en otras relaciones que todavía no estén reflejadas en la red?*

En esta fase no nos interesa tanto que los niños utilicen el vocabulario específico (productores, consumidores, relaciones de mutualismo, relaciones tróficas, etc.), sino que vayan identificando diferentes roles ecológicos y diferentes tipos de interacciones explicándolo con sus propias palabras. Tampoco es necesario que cada grupo lo identifique todo, ya que, una vez terminado el trabajo en pequeño grupo, propiciaremos una puesta en común que facilite el intercambio de ideas.

Para la puesta en común, utilizaremos un juego de tarjetas nuevo. Partiendo de las aportaciones de los diferentes grupos, crearemos una nueva red, común para

todo el grupo clase, que dejaremos expuesta en un plató para que todo el mundo la pueda ver bien. Para ello, cogeremos cualquier elemento de la red y pediremos que los diferentes grupos digan con quién o con qué lo han relacionado, de qué color han marcado dicha relación y por qué, etc. En este caso, pegaremos las tarjetas en un papel de embalar e identificaremos las relaciones a través de líneas verdes (si la relación que se establece no perjudica a ninguno de los dos elementos relacionados) y rojas (cuando uno de los dos elementos sale perjudicado) hechas con rotulador.

Aprovecharemos la puesta en común para ir introduciendo el vocabulario específico del tema y para ir reflexionando sobre las ideas y los razonamientos que aporten los niños y las niñas. En este sentido, es importante guiar el debate a través de intervenciones y preguntas para conseguir lo siguiente:

- Ayudar a que las niñas y los niños sean conscientes de que todos los organismos necesitan energía para realizar las diferentes funciones vitales y crecer, con preguntas como estas: *¿De dónde sacan la energía para crecer y hacer sus funciones vitales las plantas como el pino o el madroño?, ¿y los animales como el ratón?, ¿y el halcón o el jabalí? ¿De dónde obtienen la energía las lombrices?, ¿y las setas como el níscolo?*
- Explicar a los niños que los organismos de un ecosistema pueden clasificarse en tres grandes niveles tróficos: *productores, consumidores y descomponedores*, según de dónde consiguen la energía para realizar sus funciones vitales, y explicar también que existen diferentes tipos de consumidores.
- Propiciar que los niños y las niñas identifiquen es-

tos tipos de organismos en la red: *¿Qué organismos de la red dependen directamente de la luz del Sol? ¿Qué organismos de la red son capaces de descomponer la materia orgánica?*

- Ayudar a hacer que los niños vean que algunos organismos pueden ocupar diferentes niveles tróficos simultáneamente: *¿Si el ratón puede alimentarse tanto de insectos como de plantas, a qué nivel trófico pertenece?*

- Ayudar a constatar la importancia de la energía lumínica para que todo el ecosistema funcione.

- Empezar a visualizar el flujo de energía de un ecosistema. En este caso, por ejemplo, podemos aprovechar las líneas creadas en el mural conjunto y transformarlas en flechas para representar “quién da la energía a quién”. Por lo tanto, si el Sol da la energía a las plantas, dibujaremos una flecha que parta del Sol y apunte a las plantas, etc.

- Hacer que los niños y las niñas identifiquen otros tipos de relaciones: *el madroño es importante para el ratón —está directamente relacionado con él— porque el ratón puede comerse sus frutos. ¿Qué os parece que pasará con las semillas de estos frutos que se ha comido el ratón? ¿De qué otra manera, pues, se relacionan la población de ratones y la población de madroños? ¿Y las abejas y el madroño tienen algún tipo de relación que no sea alimentaria?, etc.* En la figura 4 se incluye un ejemplo de red —creada a partir de las tarjetas del anexo— y se identifican algunas de estas posibles relaciones.

- Identificar las relaciones que existen con los elementos abióticos del entorno: *¿Para poder pro-*

tegerse, qué necesitan los diferentes organismos? ¿Qué organismos dependen del agua para vivir?

Aplicación del modelo construido para realizar predicciones sobre cambios en el ecosistema, identificar diferentes patrones de causalidad y detectar efectos distantes en el tiempo y en el espacio

Seguiremos el análisis de la red, usándola para predecir los cambios que se pueden ocasionar en el ecosistema. Esta práctica tiene que ayudar a identificar el rol de los diferentes organismos o elementos abióticos en el ecosistema, los distintos patrones de causalidad y los efectos que se pueden producir en momentos y lugares distantes, fruto de una perturbación.

Como en la fase anterior, guiaremos y facilitaremos el debate a través de plantear situaciones concretas a los niños y niñas, y formularles preguntas que los ayuden a pensar. Es importante que sean ellos los que tomen la iniciativa y, por lo tanto, solo expondremos las preguntas y situaciones que no salgan de ellos mismos. Cada vez que se plantee una nueva situación, haremos salir a uno o más niños para manipular la red expuesta, retirando o añadiendo elementos y relaciones, de modo que se facilite la visualización de aquello de lo que se esté hablando.

Para identificar los **efectos dominó**, por ejemplo, podemos pedirles: *¿Qué os parece que pasaría si desaparecieran las abejas del ecosistema?* Dicho esto, pediremos a uno de los niños o niñas que retire la tarjeta de las abejas y las líneas que identifican sus relaciones directas. Identificaremos los organismos que quedan afectados por este cambio y, a partir de aquí, seguiremos identificando qué otros organismos también se verán afectados de manera indirecta. Para facilitar que se

comprenda este efecto dominó, también nos puede ser útil hacer el símil con este juego, donde la caída de una pieza hace caer a las siguientes.

Para identificar los **efectos indirectos** podemos preguntar, por ejemplo: *¿De qué manera os parece que la disminución de abejas puede afectar al halcón?* Con respecto a los efectos bidireccionales, podemos plantear: *¿Si de sopetón los zorros, los jabalíes, los halcones, etc. dejaran de comer ratones, qué creéis que podría pasar?* Como en el caso anterior, manipularemos la red para identificar todos estos patrones de causalidad más complejos, y sus consecuencias.

Es importante constatar que algunas perturbaciones pueden provocar cambios muy drásticos en la población: *¿Qué os parece que pasaría si aumentara mucho la población de procesionaria del pino?*, mientras que las consecuencias de otros cambios pueden ser fácilmente reparables: *¿Si disminuye la población de garrapatas o de ratones, que os parece que pasaría?* Una plaga de la procesionaria del pino puede tener graves consecuencias para el ecosistema, ya que afecta a los organismos del nivel trófico más bajo, mientras que una disminución de ratones se puede paliar más fácilmente, puesto que los consumidores que se alimentan de ellos pueden cambiar de dieta, a menos que tuvieran una dieta muy especializada. La disminución de garrapatas no afecta prácticamente a la dinámica del ecosistema. Por otra parte, también será importante exponer que no siempre son los organismos más grandes y feroces los que provocan cambios más importantes. Por eso utilizaremos ejemplos como los de la procesionaria del pino.

Más allá de los efectos que pueden provocar las relaciones entre organismos, analizaremos también las re-

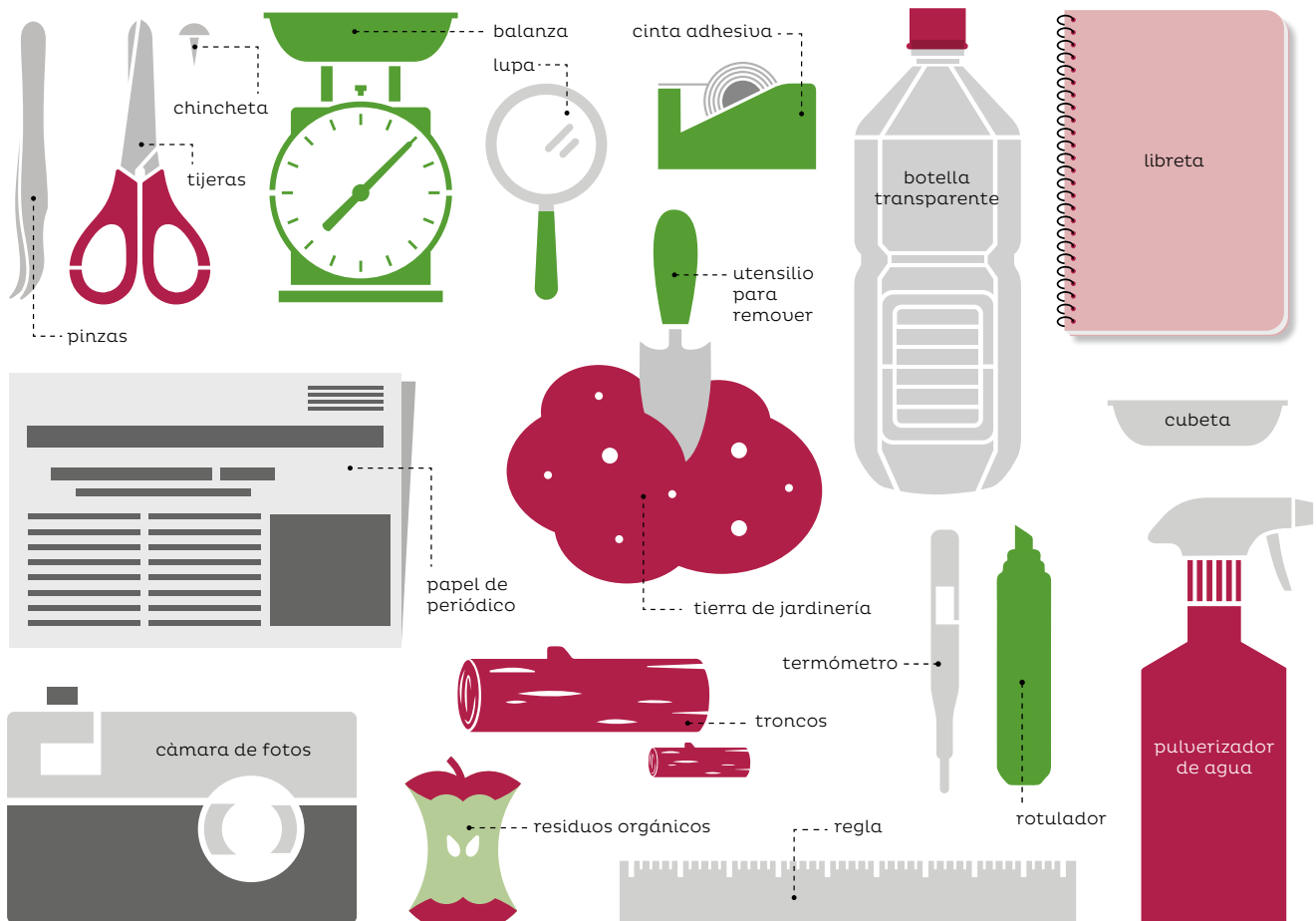
laciones con los elementos abióticos. En este sentido, será primordial remarcar la importancia del Sol: *¿Qué os parece que pasaría si no llegara la luz del Sol?*, *¿qué organismos están directamente relacionados con la luz del Sol?*, *¿y cuáles están indirectamente relacionados?*; pero también la de otros elementos: *¿Qué consecuencias os parece que puede tener un año de sequía?* *¿Qué os parece que pasaría si se erosionara y se perdiera una gran cantidad de suelo?*

Finalmente, plantearemos situaciones como estas: *¿Qué os parece que pasa después de un incendio?* o *¿qué os parece que pasa si llega una nueva especie al bosque, por ejemplo, el lobo, que compite con el zorro y es predador del jabalí?* Todos estos tipos de preguntas, u otras similares, nos ayudarán a relacionar los diferentes patrones de causalidad y a detectar efectos deslocalizados en el tiempo y en el espacio.

Un buen complemento a esta actividad puede ser la lectura del cuento *La niña de los gorrones*, de Sara Pennypacker y Yoko Tanaka (ver la bibliografía), que narra el caso verídico de una exterminación en masa de gorrones que tuvo lugar en 1958 en la China de Mao Zedong. Se pueden encontrar imágenes de esta campaña de exterminio buscando en YouTube con los términos “sparrow extermination in China”. También se puede escuchar la “Cançó desencadenada” del grupo La Tresca i la Verdesca, que corresponde al disco del espectáculo teatral *El Gran Timoner* de la compañía Teatre al Detall, basado en el cuento de La niña de los gorrones. Tanto el cuento, como los vídeos y la canción, nos ayudarán a ver la conexión que existe entre todos los organismos que viven en un determinado entorno y cómo las perturbaciones provocadas por los humanos a menudo conducen a resultados ni esperados ni deseados.

Actividad 3

OBSERVACIÓN DEL PROCESO DE DESCOMPOSICIÓN DE LA MATERIA ORGÁNICA



Material para un grupo de cuatro

Troncos en diferentes estadios de descomposición (recién cortado, tronco en avanzado proceso de descomposición, tronco prácticamente descompuesto, mezclado con el suelo), 2 botellas transparentes y vacías de 2 litros, tijeras, chincheta o utensilio para perforar la botella, tierra de jardinería, papel de periódico, residuos orgánicos (la mayor parte de los residuos tendrían que ser de fácil descomposición: trozos de fruta o verdura, restos de plantas, cáscaras de huevo, pan, etc., pero también podemos incluir algún residuo orgánico de descomposición más lenta como un hueso), residuos inorgánicos, balanza, cinta adhesiva, rotulador, regla, cámara de fotos, termómetro, pulverizador de agua, palo o utensilio para remover la mezcla, cubeta para poder depositar temporalmente los pequeños organismos que se encuentren, lupas de mano, pinzas, guías de identificación de insectos, DIN A4 o libreta para anotar las observaciones.

Las ideas clave trabajadas con esta actividad

Idea 4: En la naturaleza se dan diferentes ciclos de descomposición de la materia de forma simultánea gracias a la acción de los organismos descomponedores.

Descripción de la actividad y orientaciones didácticas

Observación de un tronco en proceso de descomposición

Iniciaremos la actividad explicando a las niñas y los niños que dedicaremos unos días a investigar sobre las actividades de los organismos descomponedores y el

rol que tienen en los ecosistemas. Mostraremos los diferentes troncos para observar y preguntaremos: *¿Cuál de estos troncos creéis que hace más tiempo que cayó? ¿Qué os lo hace pensar?*

Organizaremos a los niños con el fin de que todos puedan observar los troncos en los diferentes estadios de descomposición que hemos traído. Les daremos las herramientas y el material necesario para hacerlo y les pediremos que anoten las observaciones realizadas. Guiaremos la observación a través de preguntas como estas: *¿Cómo cambia la apariencia del tronco a lo largo del tiempo (cómo cambia el color, la consistencia/dureza, el olor...)? ¿Podemos observar algunos organismos? ¿Cuántos? ¿De qué tipo (musgos, helechos, hongos, líquenes, insectos, arácnidos, gusanos...)? ¿Alguien ha encontrado suelo? ¿Cuánto? ¿Cómo es?, etc.* También ayudaremos a profundizar en la observación facilitando la identificación de los organismos observados, siempre que sea posible.

Una vez finalizada la fase de observación, haremos una puesta en común sobre aquello que se haya observado, haciendo énfasis en los cambios ocurridos a lo largo del proceso de descomposición. Por ello, primero pediremos ordenar los troncos de menor a mayor estado de descomposición y anotaremos las observaciones realizadas para cada uno, según una pauta de observación que la maestra o el maestro previamente tiene que haber facilitado a los alumnos. Aprovecharemos la puesta en común para intentar ir un poco más allá de las observaciones realizadas, a través de preguntas como estas: *¿Qué creéis que hacen los organismos que hemos encontrado en el tronco? ¿Creéis que estos organismos juegan algún papel en el proceso de descomposición?, ¿cuál?, ¿por qué? ¿Por qué creéis que hay suelo en medio de algunos troncos?*

Construcción y observación de un contenedor de descomposición

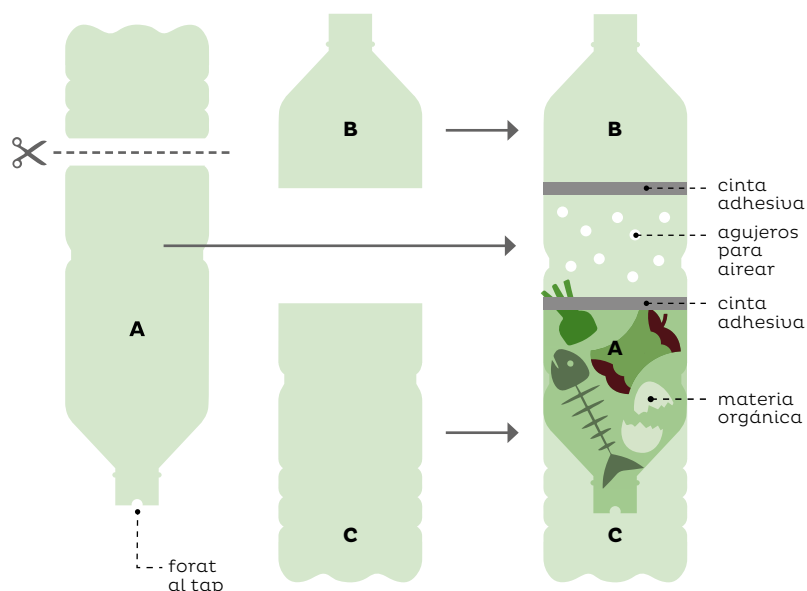
Explicaremos a los niños y niñas que construiremos un pequeño contenedor de descomposición que nos permitirá simular e investigar sobre el proceso de descomposición de la materia orgánica. Enseñaremos que con esta simulación podremos identificar de forma controlada los cambios que se producen en la naturaleza y las variables que afectan a estos cambios. La simulación, por lo tanto, nos permitirá establecer relaciones con todo aquello que hemos podido observar en los troncos en descomposición en la fase anterior de esta actividad.

En primer lugar, aprovecharemos para explorar algunas ideas de las niñas y los niños a través de la formulación de predicciones y la elaboración de hipótesis con respecto a lo que verán. Para la formulación de predicciones pediremos lo siguiente: *¿Qué creéis que pasará a lo largo del tiempo? ¿Qué creéis que pasará con los residuos orgánicos?, ¿y con los inorgánicos? ¿Cuánto tiempo pensáis que tendremos que esperar para observar cambios? Para el establecimiento de hipótesis preguntaremos lo siguiente: ¿Quién creéis que provocará los cambios en la materia orgánica? ¿Cómo os parece que actúan estos organismos? ¿Qué condiciones necesitan estos organismos para descomponer la materia orgánica? ¿Qué os lo hace pensar? También aprovecharemos este momento para establecer posibles conexiones con aquello que se ha observado y con las ideas que han surgido en actividades anteriores.*

Construcción y puesta en marcha del contenedor de descomposición

Si en la escuela disponemos de un compostador, podemos llevar a cabo las observaciones en el compostador de la escuela. Si no tenemos, organizaremos la clase en grupos de manera que cada uno tenga su propio contenedor de descomposición. Disponer de más de un contenedor nos puede permitir elaborar diferentes diseños experimentales que harán posible comparar qué pasa si, por ejemplo, humedecemos o no la mezcla, incorporamos o no residuos inorgánicos, aireamos o no la mezcla, etc.

Figura 5. Esquema para elaborar el contenedor de descomposición.



Para montar el contenedor de descomposición (figura 5), cortaremos una de las botellas por la base, justo por debajo de donde empieza a hacerse más estrecha (parte A), y después cortaremos la otra botella más o menos por la mitad (partes B y C). Además, en la parte A haremos agujeros a diferentes alturas para que la muestra se pueda airear y se pueda medir la temperatura. También agujeraremos el tapón de esta botella para que puedan pasar los lixiviados que se generen.

Uniremos con cinta adhesiva las partes, tal como se muestra en la figura, de manera que la base de la segunda botella (parte C) sirva para recoger los lixiviados que se generen, la parte A de la primera botella sirva para contener los residuos por descomponer y la parte B sirva para cerrar el compostador.

Cuando tengamos el compostador montado, lo llenaremos haciendo capas de la forma siguiente:

1. Pondremos una capa de 2-3 centímetros de suelo en la base de la botella.
2. Encima del suelo, pondremos una capa de papel de periódico cortado en trocitos.
3. Añadiremos 4-5 centímetros de trocitos pequeños de residuos.
4. Volvemos a añadir una capa de 1-2 centímetros de suelo y una capa de 1-2 centímetros de papel cortado.
5. Repetiremos los pasos 3 y 4 hasta llenar el 80 % de la parte A de la primera botella.
6. Añadiremos una última capa superficial de 1-2 centímetros de suelo.

Podemos añadir algún residuo orgánico (hueso, madera dura) de más difícil descomposición o un residuo inorgánico (plásticos, papel de aluminio, etc.) a fin de observar las diferencias con respecto a los otros residuos orgánicos.

Con objeto de favorecer la actividad de los microorganismos descomponedores, tendremos que procurar que la muestra esté siempre húmeda y bien aireada. Para conseguirlo, humedeceremos periódicamente la mezcla con un pulverizador de agua y removeremos cada día la mezcla con la ayuda de un palo. Durante el proceso de descomposición, la mezcla no tendría que oler mal. En caso de que huela mal, significará que los organismos anaeróbicos están actuando y que, en lugar de un proceso de descomposición, se está produciendo un proceso de putrefacción. Para evitarlo, hay que airear la muestra.

Observación del proceso de descomposición

Una vez que tengamos el contenedor de descomposición montado, el proceso de observación durará 1-2 meses. Por ello, antes de empezar el periodo de observaciones, es importante que pactemos con los alumnos qué observaremos, cómo lo haremos y cómo recopilaremos los datos (qué tipo de parrillas, gráficos, dibujos o esquemas utilizaremos). Los datos que se deben recoger estarán relacionados con las preguntas de investigación que nos hayamos formulado. A continuación proponemos algunas.

- **Temperatura.** La pregunta de investigación podría ser esta: *¿La temperatura del contenedor varía a diferentes alturas de la columna?* Con la ayuda de un termómetro, mediremos la temperatura a diferentes alturas y compararemos esta temperatura

con la temperatura ambiente. Es importante medir la temperatura más de una vez por semana. En este caso esperamos observar que la temperatura sea más alta cuanto más “adentro” de la pila —mayor profundidad— y que, debido a la acción de los organismos descomponedores, la temperatura aumente progresivamente mientras estos empiezan a hacer su trabajo para alcanzar un pico al cabo de unos días y, posteriormente, ir disminuyendo otra vez, a medida que los organismos descomponedores dejan de realizar su actividad porque la materia orgánica ya se ha transformado. Que no aumente la temperatura puede indicarnos que no hay actividad microbiana y que, por lo tanto, no se está llevando a cabo el proceso de descomposición. En este caso, tendremos que revisar que las condiciones de la mezcla son las apropiadas, humedeciéndola y aireándola, si es necesario.

- **Volumen de la mezcla.** La pregunta de investigación podría ser esta: *¿Cómo varía el volumen de la mezcla a medida que pasa el tiempo?* Con un rotulador, marcaremos el volumen inicial de la mezcla y observaremos qué pasa cada semana. Con una regla, mediremos la diferencia de volumen con respecto al volumen inicial. En este caso esperamos observar que, con el tiempo, el volumen de la mezcla disminuya debido a la pérdida de agua y de materia seca.

- **Masa.** La pregunta de investigación podría ser: *¿Cómo varía la masa de la mezcla a medida que pasa el tiempo?* Con una balanza, mediremos semanalmente la masa del contenedor. Como en el caso anterior, la pérdida de agua y de materia seca se traducirán, también, en una disminución de la masa a lo largo del tiempo.

- **Aspecto, color y olor de la mezcla.** La pregunta de investigación podría ser esta: *¿Cómo cambia el aspecto de la materia orgánica a medida que pasa el tiempo? ¿Cómo cambia el color de la materia orgánica a medida que pasa el tiempo? ¿Cómo cambia el olor de la materia orgánica a medida que pasa el tiempo?* Anotaremos los cambios observados a lo largo del tiempo. Nos ayudaremos de una cámara fotográfica para registrar estos cambios. Por lo que se refiere al aspecto, a medida que avance el proceso de descomposición, podremos observar cómo los diferentes restos de materia orgánica van rompiéndose, descomponiéndose y transformándose, progresivamente, en tierra de un color marrón oscuro. Los colores, por lo tanto, se irán haciendo más uniformes y la mezcla se irá transformando en esta tierra oscura. Según se produce el proceso, es posible que también observemos la aparición de algún hongo, mosca, etc. Si el proceso tiene lugar de forma adecuada, no se tendrían que producir malos olores. Además, a medida que avance la formación del compost (producto final que obtendremos), notaremos el olor típico de tierra de bosque. Si el material desprende malos olores, habrá que removerlo para airearlo, ya que los malos olores nos indican que falta oxígeno para que los microorganismos puedan hacer su actividad. También tendremos que comprobar que no haya demasiada humedad, puesto que, si la mezcla está demasiado húmeda también puede propiciar un proceso de fermentación que genere malos olores.

- **Diferencias entre materiales:** La pregunta de investigación podría ser esta: *¿Hay diferencias entre los diferentes tipos de materiales que se están descomponiendo?* Podemos comparar qué pasa con los materiales inorgánicos, los orgánicos, o entre materiales orgánicos de más dureza (un palo un poco

grueso, un hueso) y de menos dureza (restos de fruta y verdura). En este caso veremos que los materiales inorgánicos (que no son biodegradables) prácticamente no se alteran con el paso del tiempo. Con respecto a los materiales como los huesos, piñas, palos, conchas de almejas o de frutos secos, observaremos que sí que se descomponen pero con mucha más dificultad que otros materiales como los restos de fruta y verdura, por ejemplo.

• **Variables que afectan al proceso de descomposición:** La pregunta de investigación podría ser: *¿Cómo afecta la temperatura ambiental / la humedad de la mezcla / el aireamiento de la mezcla / u otros al proceso de descomposición?* Si disponemos de más de un contenedor podemos comparar procesos humedeciendo/aireando más o menos la muestra, colocándola a más/menos temperatura ambiental, etc. Hacer este tipo de investigación supondrá planificar un diseño experimental con control de variables. Un buen recurso para ayudar al alumnado a plantear este tipo de diseño experimental es la cápsula “Planificamos un diseño experimental con control de variables” y la cápsula “Evaluamos un diseño experimental”, correspondientes al proyecto Investigamos en primaria, del portal EduCaixa (se pueden obtener los enlaces consultando la webgrafía).

Análisis de resultados y establecimiento de conclusiones

Concluido el periodo de observación, pondremos en común los datos recogidos y trataremos de interpretarlos en función de las preguntas de investigación que nos hayamos formulado al inicio de la actividad. Guiaremos este proceso de análisis de datos a través

de preguntas como estas: *¿La temperatura de la mezcla ha subido siempre? ¿Y con el volumen y la masa, qué ha pasado? ¿Por qué creéis que se han producido estos cambios? ¿Qué cambios de color/aspecto/olor se han observado? ¿Habéis visto algún organismo? ¿Cuál? ¿Qué función creéis que puede tener? ¿Qué creéis que son los líquidos que caían por debajo? ¿Qué ha pasado cuando no hemos humedecido lo suficiente / no hemos aireado...? ¿Por qué crees que ha pasado esto?* En este momento también podemos aprovechar para diferenciar entre un proceso de putrefacción y un proceso de descomposición o de compostaje.

Ayudaremos a pensar sobre qué es aquello que resulta del proceso de descomposición y qué función tiene: Una vez acabado el proceso observado, *¿Qué hemos obtenido? ¿Para qué lo podemos utilizar? ¿Qué color tiene el producto final? ¿Habéis visto alguna vez algún suelo con un color parecido? ¿Dónde? También aprovecharemos la actividad para utilizar los conocimientos adquiridos y comparar el ciclo de la materia con el flujo continuo de la energía. Para ello, podemos plantear nuevas cuestiones como las siguientes: ¿Qué pasaría si la materia orgánica no se descompusiera? ¿Por qué es importante que se descomponga? ¿Qué pasaría si, en vez de descomponerse, simplemente desapareciera? ¿Ocurre lo mismo con la energía?* Para ayudar a hacer evidente el ciclo de la materia, también podemos utilizar la tierra obtenida para plantar semillas, o bien podemos buscar información sobre los usos del compost.

Actividad 4

REVISIÓN DE LAS RESPUESTAS INICIALES



Las ideas clave trabajadas con esta actividad

Idea 1: Los elementos abióticos y las poblaciones de organismos de un ecosistema están interconectados entre ellos, de manera que un cambio en uno produce cambios en los otros.

Idea 2: Las relaciones entre los diferentes organismos de un ecosistema pueden ser muy diversas.

Idea 3: La mayor parte de ecosistemas se mantienen gracias a la energía procedente del Sol.

Idea 4: En la naturaleza se dan diferentes ciclos de descomposición de la materia de forma simultánea gracias a la acción de los organismos descomponedores.

Material para un grupo de cuatro personas

Respuestas individuales y colectivas de la primera actividad, colores y goma de borrar, hojas DIN A4 o libreta de ciencias, cartulinas.

Descripción de la actividad y orientaciones didácticas

Concluiremos este bloque de actividades retomando las respuestas, tanto individuales como colectivas, que los niños y las niñas dieron en la primera actividad. Indicaremos a los niños que usen lo que han aprendido para modificar, si lo consideran oportuno, tanto las respuestas a las preguntas *¿qué creéis que necesita la tortuga para vivir?*, *cuando esté en los pantanales*, *¿qué relacio-*

nes establecerá?, como su posicionamiento a favor o en contra de la liberación de la tortuga.

Al igual que en la actividad inicial, propondremos una primera parte de trabajo individual, seguida de una dinámica 1-2-4, y una fase final de puesta en común. El rol del maestro/maestra es básicamente el de guía. Si a los niños les cuesta pensar en organismos del ecosistema de los pantanales, podemos facilitarles algunos. Sin embargo, tienen que ser ellos mismos quienes saquen sus propias conclusiones y construyan la nueva red de relaciones, porque de lo que se trata es de que apliquen aquello que han aprendido a una nueva situación.

La fase final de puesta en común es cuando los niños y niñas tienen que tomar conciencia de lo que han aprendido, revisando sus ideas iniciales. Por lo tanto, en este momento, será importante que pongamos el énfasis en comparar aquello que pensaban antes con lo que ahora saben y piensan, y que justifiquen estos cambios a partir de los conocimientos adquiridos en las actividades realizadas, sobre todo la actividad 2.

Cuando el problema es comprender aquello que un organismo necesita para vivir en un determinado lugar

Gran parte de los estudios de ecología tienen como objetivo explicar la relación entre una o varias poblaciones de seres vivos y el entorno físico donde se encuentran. La propia definición de ecosistema hace hincapié en esta relación, ya que es definido como un sistema natural que está formado por un conjunto de seres vivos, que llamamos *biocenosis*, y las relaciones que establecen entre ellos y con el medio físico donde se encuentran, que denominamos *biotopo*.

Esta relación se explica a través del equilibrio entre las necesidades de un ser vivo para sobrevivir y cómo el ambiente provee dichas necesidades. En condiciones ideales, todos los seres vivos tendrían tendencia a reproducirse y a aumentar su población a una determinada velocidad, pero la realidad es que existen una serie de factores ambientales que limitan el crecimiento de una población. Por lo tanto, en la interacción con su entorno, cualquier población de organismos (animales o plantas) necesita la presencia de un conjunto de factores que facilitan su supervivencia, pero la población también interactúa con otro grupo de factores que limitan su crecimiento.

En este sentido, los ecólogos suelen utilizar el concepto de **hábitat** de una especie como el tipo de ambiente natural en el que vive una determinada especie u organismo. Por ejemplo, el hábitat del lince será aquel lugar donde el lince podrá satisfacer sus necesidades y, por lo tanto, podrá encontrar alimento, refugio, protección y también otros lince con los que se podrá reproducir. Muy relacionado con la idea de hábitat, los ecólogos también utilizan el concepto de **nicho ecológico**. La idea de nicho ecológico de una determinada especie nos ayuda a caracterizar también este tipo de relaciones entre los seres vivos y el entorno, puesto que define el rango de condiciones en las que vive una especie, así como el rol

que tiene dentro del ecosistema. Para establecerlo, hay que considerar su hábitat y su estilo de vida: exigencias alimentarias, zonas de refugio, rango de temperatura donde puede vivir, necesidad del viento para la polinización, presencia de depredadores o de competidores, etc.

Dado que el nicho ecológico de una determinada especie es particular de dicha especie, es muy difícil generalizar aspectos concretos. Las necesidades de una planta serán completamente diferentes a las de un animal; pero las necesidades de dos mamíferos carnívoros, como el lince y el lobo, tampoco serán totalmente comparables. No obstante, sí que se pueden agrupar los grandes factores que configuran el nicho ecológico de una especie:

a) Factores abióticos: todos aquellos factores físicos como la temperatura, la humedad, la pluviosidad, la salinidad, el tipo de suelo, entre otros, que afectan a una determinada especie.

b) Factores bióticos: todos aquellos factores relacionados con los organismos vivos que afectan a una determinada especie, como por ejemplo, el alimento que necesita para vivir, la presencia de depredadores, de competidores, de parásitos, etc.

A menudo, desde la escuela se ha propuesto trabajar los hábitats de un determinado ser vivo a partir de controversias sociocientíficas, es decir, haciendo que los niños y las niñas tengan que posicionarse ante un dilema socioambiental, como por ejemplo la reintroducción de los osos pardos en el Pirineo (Domènech y Márquez, 2014). Aunque no sea este el enfoque principal de este libro, entendemos que de manera inevitable el factor humano aparecerá en el momento de trabajar el concepto de hábitat de una determinada especie, sobre todo si se escoge un tema que sea relevante socialmente.

En estos casos, creemos que es importante que a los factores bióticos y abióticos les añadamos un tercer grupo de factores, los **factores antrópicos**, que serían todos aquellos factores relacionados con el ser humano y que afectan a una determinada especie, como por ejemplo: la eliminación de ciertos predadores o de ciertos tipos de alimentos, la afectación directa del ambiente a través de la construcción de infraestructuras, etc. Aunque, en realidad, los factores antrópicos tengan efectos sobre los factores abióticos y los bióticos, creemos que es necesario hacerlos explícitos para poner de relieve algunas de las problemáticas ambientales actuales.

Tanto la idea de hábitat como la de nicho ecológico son clave dentro de los estudios de ecología, porque relacionan la supervivencia de cada especie con los factores abióticos y bióticos donde se encuentran. Por lo tanto, permiten a los biólogos predecir y generar hipótesis sobre si una determinada especie es viable o no en ciertos lugares o ambientes, o a los gestores de biodiversidad, tomar decisiones con el fin de satisfacer las necesidades de una determinada especie. Para elaborar estos tipos de estudios, los ecólogos elaboran modelos de idoneidad de hábitat: estudios que intentan encajar cuáles son las necesidades básicas de un ser vivo para poder sobrevivir (es decir, el nicho ecológico) con ambientes en los cuales se podría establecer (es decir, el hábitat). Estos estudios permiten estimar la probabilidad de que, por ejemplo, una población de lobos pueda recolonizar los Pirineos.

Un concepto estrechamente relacionado con los anteriores es el de **adaptación**. Las diferentes especies están adaptadas en mayor o menor grado al hábitat donde viven. Una adaptación, pues, es un conjunto de modificaciones fisiológicas, morfológicas, o de comportamiento que permiten a un organismo, una pobla-

ción o una especie adecuarse a los factores bióticos y abióticos del medio donde vive. La adaptación de un organismo al medio no es un proceso que dependa del propio individuo, sino que se produce gracias al mecanismo de la selección natural.

Cuando observamos organismos en su medio natural, podemos prestar atención a muchas adaptaciones, como las siguientes:

- La dentición: los mamíferos carnívoros tienen unos colmillos muy grandes en comparación con las otras piezas, que les permiten matar a la presa, y disponen de unos premolares y molares que encajan como si fueran tijeras, con los que pueden rasgar la carne. En cambio, los mamíferos herbívoros tienen unos incisivos muy desarrollados, que les permiten cortar la hierba, y unos molares también muy desarrollados, útiles para moler la hierba cortada.
- El pelaje: los felinos que cazan en ambientes boscosos y medio escondidos entre la vegetación, como tigres, leopardos y jaguares, suelen tener un pelaje con manchas; en cambio, los felinos que cazan normalmente en ambientes más abiertos y rocosos, como el león, los pumas o las diferentes especies de lince, suelen tener pelajes más lisos y de un color semejante al lugar donde viven. En ambos casos, son adaptaciones para evitar ser vistos por sus presas.

Las adaptaciones suelen ser fruto de un largo proceso evolutivo provocado por el mecanismo de selección natural, descrito por Charles Darwin. Para entender este mecanismo, hay que tener en cuenta que en ninguna población de ningún organismo todos los individuos son iguales entre ellos. Debido a la reproducción sexual y a la aparición de ciertas mutaciones genéticas, existen

variaciones en algunas características morfológicas, fisiológicas o de comportamiento que pueden pasar a la descendencia y que comportan que dos individuos no sean nunca exactamente iguales. Si estas nuevas características provocan que los individuos que las poseen tengan ciertas ventajas con respecto a los individuos que no las manifiestan, serán seleccionadas positivamente y, si son heredables, se mantendrán en la población y pasarán a la descendencia. Poco a poco, por lo tanto, los individuos de aquella población cambiarán algún aspecto de su morfología, fisiología o conducta.

Por ejemplo, para explicar el valor adaptativo del pelaje de los felinos, los científicos consideran que el pelaje de los primeros felinos era de puntos oscuros sobre un fondo más claro (Wilson y Mittermeier, 2009). Cuando algunos de estos primeros felinos empezaron a ocupar y cazar en espacios abiertos, algunas mutaciones genéticas espontáneas y totalmente fruto del azar provocaron la aparición de formas de pelaje más uniformes y semejantes al color del ambiente donde se encontraban. Estos individuos con pelajes más uniformes pudieron cazar de forma más eficaz, porque no eran vistos por sus presas, mientras que los felinos que mantenían los puntos sobre el pelaje claro no se camuflaban tan bien en estos espacios abiertos y cazaban menos eficazmente. Por lo tanto, los felinos con pelaje más uniforme podían sobrevivir y reproducirse mejor, y generación tras generación, las formas lisas llegaron a ser las más abundantes de la población.

Las ideas de las niñas y los niños con relación a las necesidades de los seres vivos y a cómo se adaptan al medio

Existen pocos estudios sobre cuál es la idea de nicho ecológico que tienen los niños y niñas con respecto a es-

pecies concretas. En algún estudio elaborado por nuestro grupo de investigación hemos observado que las niñas y niños de ciclo superior suelen considerar solo los factores más directos y lineales cuando se les pide que dibujen todo aquello que necesita un animal para sobrevivir, concretamente el lobo. Sin embargo, el número de factores que tienen en cuenta aumenta rápidamente en número y complejidad después de unas semanas de investigación en el aula (parte de estos resultados se pueden consultar en Codony, Amat y Jiménez, 2020).

Estos resultados coinciden con las tendencias de razonamiento de los niños y niñas en relación con el predominio de razonamientos lineales y unidireccionales, que hemos descrito anteriormente. También se pueden interpretar por la tendencia de los niños a considerar solo relaciones tróficas cuando piensan en las relaciones entre animales. Además, este mismo estudio muestra lo difícil que les resulta tener en cuenta los factores antrópicos cuando tienen que representar el hábitat ideal del lobo. A menudo, desde su punto de vista, el ser humano y el lobo son totalmente incompatibles y excluyentes, de modo que ignoran la larga convivencia de siglos entre los grandes mamíferos y el ser humano. Al mismo tiempo, los factores antrópicos son los que les cuesta más incorporar en sus razonamientos después de unas semanas de trabajo en el aula.

Se ha visto que en el momento de argumentar sobre la reintroducción de grandes mamíferos, como el oso o el lobo, muchas veces utilizan argumentos basados en experiencias personales con un componente emocional muy fuerte, en vez de tener en cuenta argumentos ecológicos o ambientales (Simmoneaux y Simmoneaux, 2009). Ante una controversia sociocientífica, como la reintroducción del oso en los Pirineos, se ha visto como chicos y chicas de secundaria dan argumentos sociales,

ecológicos y morales. Con todo, les resulta complicado tomar una decisión porque les cuesta razonar desde diferentes perspectivas y, sobre todo, ofrecer argumentos basados en hechos científicos muy estudiados (Domènech y Márquez, 2009).

En el momento de dar explicaciones sobre cómo los seres vivos han desarrollado varias adaptaciones al medio donde viven, los niños y niñas (y muchas personas adultas) suelen utilizar el razonamiento teleológico vinculado a la satisfacción de una necesidad. Es decir, consideran que una determinada adaptación fisiológica, morfológica o de comportamiento ha aparecido con la finalidad de que el organismo pueda llevar a cabo una determinada función que le es necesaria para vivir (Sinatra, Brem, i Evans, 2008). Este razonamiento es poco usado en las explicaciones científicas, aunque es perfectamente válido en otros contextos, como por ejemplo en el ámbito del diseño cuando decimos *hemos construido esta ventana para que entre la luz que necesitamos*. En el ámbito de la ciencia, por el contrario, se suelen preferir explicaciones que describan los mecanismos causales que provocan el fenómeno, y que derivan de los mecanismos fisiológicos o de las interacciones que llevan a cabo los organismos. Además, el razonamiento teleológico suele llevar implícita la idea de que ha habido una especie de diseño intencionado, que es el que ha generado una determinada adaptación, mientras que la selección natural niega este componente determinista y, sobre todo, intencionado (Martí, 2012).

Por lo tanto, cuando las niñas y los niños explican que *“los linces tienen este pelaje para camuflarse”* o *“los carnívoros tienen estos dientes para alimentarse de carne”* implícitamente están explicando que el pelaje o los dientes han sido creados para hacer una determinada función. Como hemos visto, este tipo de explica-

ción choca de lleno con la teoría evolutiva, que considera que es la selección natural, que actúa sobre la variabilidad morfológica de los individuos de una determinada población, la responsable de la aparición de una u otra adaptación.

Los niños también suelen usar el pensamiento esencialista en el momento de extraer conclusiones sobre las poblaciones de organismos de una misma especie. El esencialismo es un recurso cognitivo que nos conduce a pensar que ciertas entidades externamente diferentes comparten una naturaleza o una esencia común. El sesgo cognitivo esencialista es el responsable de que, a pesar de las diferencias externas, colocamos entidades diversas en una misma categoría. Por ejemplo, aunque todas las personas humanas somos diferentes, todos tenemos claro que formamos parte de la especie humana, porque compartimos una naturaleza o esencia común que nos hace ser humanos. El esencialismo, por lo tanto, nos permite organizar el mundo y facilita que no nos perdamos entre la inmensa diversidad que nos rodea, sean seres vivos u objetos inanimados. Los niños y las niñas usan el esencialismo, aunque sea de manera inconsciente, cuando clasifican los organismos en grupos, o cuando tienen muy claro que el huevo, la oruga y la mariposa adulta son el mismo animal, a pesar de las claras diferencias morfológicas que manifiestan en estos estadios de su ciclo vital (Martí, 2012).

El razonamiento esencialista, útil para comprender ciertos fenómenos biológicos, puede suponer una dificultad añadida cuando se trata de comprender cómo el mecanismo de la selección natural ha hecho aparecer las adaptaciones. Esto es así porque si un determinado grupo de organismos mantiene una esencia común, entonces se puede entender que este grupo de organismos y sus características son fijos y poco modi-

ficables, lo que choca frontalmente con la idea de que las especies van evolucionando para adaptarse al medio que las rodea, y que no lo hace toda la especie de golpe, sino solo algunos individuos.

Además, el pensamiento esencialista suele hacer que los niños y niñas no consideren la variabilidad de características que existe entre los individuos de una misma especie, y ello también dificulta la comprensión del mecanismo de la selección natural (Martí, 2012). Por ejemplo, es muy probable que no consideren que pueda haber diferencias individuales en el pelaje de varias poblaciones de lince, de jaguares o de tigres.

Todo esto nos conduce a recomendar que, cuando en la educación primaria se quieren abordar contenidos relacionados con las adaptaciones de los organismos al medio, es importante trabajar la observación de las diferencias que hay entre los individuos de una misma especie y el valor adaptativo que cada forma puede tener en un determinado ambiente, porque en un futuro eso ayudará a los niños a comprender mejor el mecanismo de la selección natural.

Las ideas que hay que trabajar sobre hábitat, nicho ecológico y adaptaciones

Idea 1. Todo organismo tiene unas necesidades específicas que tiene que satisfacer para poder sobrevivir.

Esta es la idea central que se quiere trabajar en la siguiente propuesta de actividades y es la idea nuclear de la cual cuelgan el resto de las ideas de este apartado.

Idea 2. Todo organismo vive en un hábitat donde puede satisfacer sus necesidades.

Trabajar esta idea tendría que servir para comprender que hay organismos que viven en unos hábitats y otros que viven en otros. También debe servir para comprender cómo es que la destrucción o la modificación de los hábitats perjudica la viabilidad de determinados organismos.

Idea 3. Todo organismo dispone de adaptaciones que le permiten vivir en un hábitat concreto.

Comprender que todos los seres vivos tienen adaptaciones morfológicas, fisiológicas y de comportamiento y conocer algunas de estas adaptaciones que les permiten sobrevivir en un determinado hábitat, que posee unos factores bióticos y abióticos característicos, puede ayudar a las niñas y niños a empezar a identificar la estrecha relación que existe entre una especie y su hábitat.

Idea 4. La selección natural actúa sobre aquellas características particulares de un grupo de individuos que otorgan una ventaja reproductiva con respecto a los otros individuos de la misma especie.

Aunque el mecanismo de la selección natural no se prevea en el currículum de primaria, sí que se puede empezar a introducir este tipo de razonamiento haciendo énfasis en el hecho de que algunas características morfológicas, fisiológicas o de comportamiento permiten que algunos individuos sobrevivan y se puedan reproducir más que los individuos que no presentan dichas características.

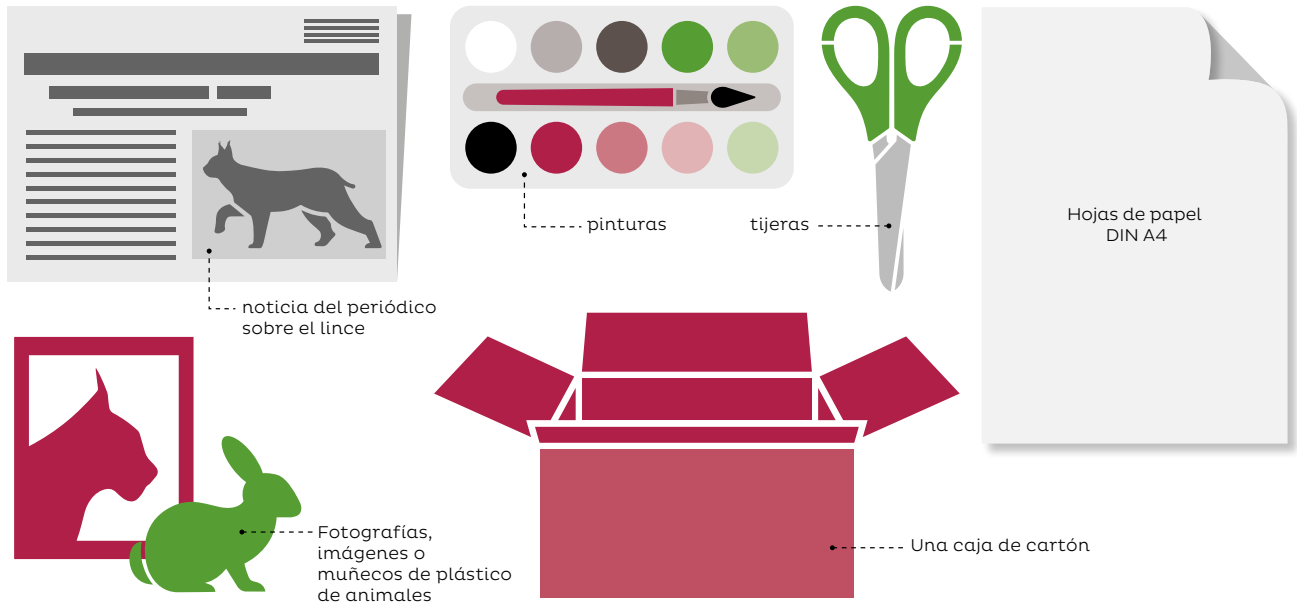
Idea 5. El estudio de las necesidades de un ser vivo nos puede permitir predecir y justificar si podría sobrevivir en un determinado hábitat.

Poder hacer hipótesis y predicciones sobre la viabilidad en un determinado ambiente y argumentarlo a través de evidencias permite acercar a los niños al trabajo en escenarios abiertos y de elevada complejidad.

	Actividad 1. El lince viajero: ¿podría vivir el lince ibérico en Collserola?	Actividad 2. Recopilamos información para construir un panel informativo sobre el hábitat del lince	Actividad 3. Evidencias en el campo sobre la idoneidad del hábitat del lince	Actividad 4. ¿Cómo es que el lince tiene este pelaje?
Idea 1. Todo organismo tiene unas necesidades específicas que tiene que satisfacer para poder sobrevivir.				
Idea 2. Todo organismo vive en un hábitat donde puede satisfacer sus necesidades.				
Idea 3. Todo organismo dispone de adaptaciones que le permiten vivir en un hábitat concreto.				
Idea 4. La selección natural actúa sobre aquellas características particulares de un grupo de individuos que otorgan una ventaja reproductiva con respecto a los otros individuos de la misma especie.				
Idea 5. El estudio de las necesidades de un ser vivo nos puede permitir predecir y justificar si podría sobrevivir en un determinado hábitat.				

Actividad 1

EL LINCE VIAJERO: ¿PODRÍA VIVIR EL LINCE IBÉRICO EN COLLSEROLA?



Material para un grupo de cuatro personas

Una copia de la noticia del periódico sobre el lince encontrado en el Baix Llobregat (ver el anexo 3), hojas de papel, una caja de cartón, fotografías, imágenes o muñecos de plástico de animales (lince, conejos...), tijeras, pinturas

Las ideas clave trabajadas con esta actividad

Idea 1. Todo organismo tiene unas necesidades específicas que tiene que satisfacer para poder sobrevivir.

Idea 2. Todo organismo vive en un hábitat donde puede satisfacer sus necesidades.

Descripción de la actividad y orientaciones didácticas:

Presentación del contexto de estudio

Daremos a cada niña y niño del grupo una copia de la noticia donde se explica la llegada de un lince ibérico al Baix Llobregat (ver el anexo 3) y pediremos que se la lean usando la estrategia cooperativa de la lectura compartida. Un miembro del grupo empezará leyendo el primer párrafo en voz alta. Una vez haya acabado, el niño que esté a su derecha tendrá que hacer un resumen de aquello que ha leído su compañero. Los otros dos miembros del grupo tendrán que decir si el resumen es adecuado o no. A continuación, el niño o la niña que ha hecho el resumen leerá el siguiente párrafo y reproduciremos la misma estructura, el de su derecha hará un resumen y los otros dos miembros del grupo lo evaluarán. Repetiremos esta estructura hasta el final del texto.

Una vez que todos los grupos hayan terminado de hacer la lectura compartida de la noticia, iniciaremos un pequeño debate con todo el grupo clase. Empezaremos preguntando: *¿Todo el mundo sabe qué es un lince ibérico?* Probablemente, algunas niñas o niños no sabrán exactamente qué tipo de animal es, y, por eso, les mostraremos imágenes y les explicaremos brevemente que se trata de un felino parecido a un gato cuyo territorio hasta el siglo XX ocupaba toda la península Ibérica y el sur de Francia, pero que en la actualidad su población se encuentra restringida a algunas cordilleras de Andalucía, de Extremadura y del sur de Portugal.

Después preguntaremos si todo el mundo sabe qué quiere decir que una especie esté protegida, y a continuación aclararemos que el lince ibérico es el felino

en mayor peligro de desaparecer del planeta, porque el año 2002 había menos de cien ejemplares en todo el mundo, aunque, actualmente, después de veinte años de proyectos de conservación, hay unos setecientos ejemplares.

Finalmente, trasladaremos a los alumnos la pregunta que cierra el artículo: *¿Podríamos tener una población estable de lince ibérico en Collserola?* (según la ubicación de la escuela sustituiremos el lugar geográfico de la pregunta).

Representamos qué necesita el lince ibérico para vivir

Antes de empezar a discutir esta pregunta en grupo, pediremos que cada niño y niña dibuje de manera individual en una hoja de papel todo aquello que piense que necesita un lince ibérico para vivir. Si lo creen necesario, aparte del dibujo pueden escribir también algunas palabras en la hoja. También les solicitaremos que en el reverso de la hoja respondan de manera argumentada a la pregunta sobre si creen que podría haber una población estable de lince en Collserola (o en otra ubicación). Una vez que hayan dibujado y escrito las respuestas, pediremos que expliquen uno por uno al resto de grupo su dibujo, y que expongan los argumentos a favor y en contra en relación con la posibilidad de que el lince ibérico se establezca, o no, en Collserola (o en la ubicación escogida).

A continuación, indicaremos a cada grupo que construya un diorama sobre el hábitat del lince ibérico. Explicaremos que un diorama es una maqueta que solemos encontrar en museos de historia natural y que sirve para explicar cómo vive un determinado ser vivo, o un grupo de personas. En este caso, el objetivo es explicar la vida del lince ibérico y, por lo tanto, el diorama ten-

dría que representar todo aquello que creen que necesita para sobrevivir. El diorama lo pueden construir dentro de una caja de cartón grande. Les proveeremos de diferentes materiales que les permitan decorarlo de la manera más realista posible: muñecos de plástico de animales o fotografías recortadas, pinturas, lápices de colores, plastilina, restos vegetales, etc.

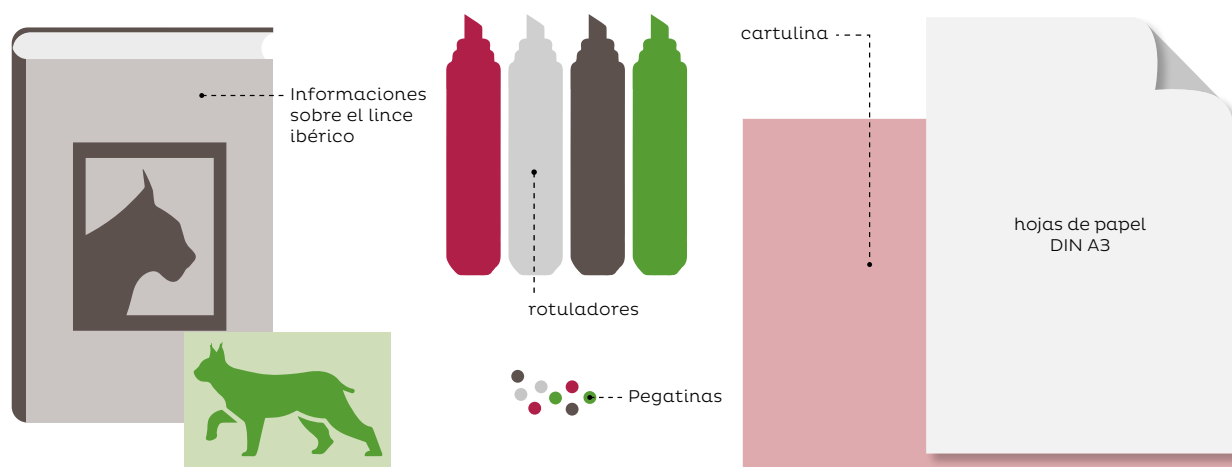
Insistiremos a los niños y las niñas en que en esta fase solo se trata de expresar sus ideas con los conocimientos que tienen en estos momentos, porque durante el proceso de investigación, con lo que irán aprendiendo, tendrán ocasión de modificar tanto sus dibujos como su diorama, lo que indicará que han adquirido nuevos conocimientos sobre la vida de los linces ibéricos. Por lo tanto, es importante que no se sientan juzgados ni hagamos valoraciones sobre su conocimiento. Nuestra actitud tendría que ser acoger todo aquello que dicen, ayudarlos a expresar cómo se imaginan el hábitat del lince ibérico y representarlo y, sobre todo, ayudarlos a expresar las ideas que tienen en la cabeza pero que, a veces, les cuesta concretar. A medida que cada grupo termine su diorama inicial, documentaremos su producción haciendo una fotografía. Esto nos permitirá ir registrando los sucesivos cambios en los dioramas y la progresiva evolución de los aprendizajes de los niños y las niñas.

Finalmente, haremos que cada grupo exponga su diorama al resto de los grupos de la clase. Pediremos que justifiquen por qué han tomado la decisión de incluir, o no incluir, los materiales que han puesto. También les pediremos que, como grupo, argumenten a favor o en contra de la posibilidad de que una población de lince ibérico se establezca en Collserola (o en la ubicación escogida). En un mural, bien visible a toda la clase, anotaremos en dos columnas las diferentes aportaciones

que van surgiendo a lo largo de las presentaciones de los grupos. Una columna será para los argumentos a favor y, la otra, para los argumentos en contra.

Actividad 2

RECOGEMOS INFORMACIÓN PARA CONSTRUIR UN PANEL INFORMATIVO SOBRE EL HÁBITAT DEL LINCE IBÉRICO



Material para un grupo de cuatro personas

Una cartulina, 4 hojas DIN A3 de papel donde se haya escrito la frase Para buscar información del apartado necesitamos, informaciones sobre el lince ibérico (libros, fotocopias, etc.), rotuladores de color rojo, amarillo, azul y verde, pegatinas de color rojo, amarillo, azul y verde

Las ideas clave trabajadas con esta actividad

Idea 2. Todo organismo vive en un hábitat donde puede satisfacer sus necesidades.

Descripción de la actividad y orientaciones didácticas

Pensamos qué información necesita el panel informativo que acompañará al diorama

Presentaremos la actividad explicando que los dioramas de los museos de historia natural nunca se presentan solos, sino que siempre van acompañados de un panel informativo, donde se expone la información más importante sobre la vida de la especie que se representa y del hábitat donde vive. Por lo tanto, propondremos que cada grupo construya un panel informativo que

pueda acompañar al diorama que han construido en la actividad anterior. Explicaremos que, antes de ponernos a buscar información sobre el lince, es importante pensar qué información necesitaremos.

Aquí, podemos presentar la idea de hábitat como *“aquella parte del territorio donde vive un ser vivo”*. Podemos concretar que cualquier hábitat está determinado por: los factores ambientales (como, por ejemplo, el clima, la altura, etc.) y los seres vivos que lo acompañan (como, por ejemplo, los seres vivos de los cuales se alimenta o los seres vivos que lo cazan). De este modo, propondremos que los paneles informativos se dividan en cuatro apartados: a) factores ambientales del hábitat del lince ibérico; b) seres vivos que comparten hábitat con él; c) aspectos importantes sobre su vida, y d) amenazas a su vida. Apuntaremos en la pizarra estos cuatro apartados con los cuales estructuraremos los paneles. Subrayaremos la importancia de pensar qué información es necesario incluir dentro de cada uno de los apartados, antes de ponernos a recoger la información.

A continuación, daremos a cada miembro de los equipos cooperativos habituales una letra: A, B, C y D. Esto nos servirá para proponer una dinámica cooperativa

de grupo de expertos. Así, construiremos nuevos grupos con todas las niñas y los niños que comparten la misma letra (todos los niños de la letra A juntos, todos los niños con la letra B juntos, etc.). Cada nuevo grupo se encargará de trabajar uno de los apartados que hemos identificado en el párrafo anterior. Cuando todos los grupos tengan su título escrito, daremos un solo lápiz y una goma a una persona del grupo. Pediremos que el niño que tenga el lápiz escriba en una hoja DIN A3 una información que cree que tienen que buscar para hacer este apartado. Una vez que lo haya escrito, lo leerá en voz alta y los otros miembros del grupo darán su opinión, y, si lo consideran necesario, lo reescribirán. A continuación, pasará el lápiz a otra persona del grupo y repetirán el proceso. De esta forma, responsabilizamos a cada miembro del grupo de pensar cuál será la información necesaria para el apartado del panel informativo que les ha tocado.

Cuando ya se haya decidido toda la información necesaria para cada uno de los apartados del panel informativo, pediremos que un responsable de cada grupo lea la información que creen que es necesaria para aquel apartado. En la pizarra iremos construyendo una tabla a partir de las informaciones que vayan leyendo. La tabla resultante podría ser como la de la figura 6.

Figura 6. Ejemplo de la tabla resultante.

Factores ambientales del hábitat del lince ibérico		Seres vivos que comparten hábitat con el lince ibérico			Aspectos importantes de la vida del lince ibérico			Amenazas sobre la vida del lince ibérico	
Clima	Puntos de agua	Animales que comen	Animales que comen lince ibérico	Vegetación	Comportamiento	Características	Distribución	Motivos de la extinción	Principales peligros

Finalmente, copiaremos la tabla obtenida y la imprimiremos en formato DIN A3 para facilitar que cada grupo pueda reunir la información necesaria.

Recopilamos información para llenar el panel informativo del diorama

Otra vez con los grupos cooperativos habituales, daremos a cada grupo unas copias con informaciones provenientes de varias fuentes: libros, páginas web, enciclopedias, etc. (figura 7).

Explicaremos que para recoger la información seguiremos los apartados del diorama. De esta forma, la infor-

Figura 7. Recopilación de algunas informaciones útiles sobre el lince para construir el panel informativo.

Información de xtec.cat con algunas de las características más importantes.
<http://www.xtec.cat/~flatorre/m2/caracteristiques.htm>

Información de la Wikipedia, Viquijúnior.
https://ca.wikibooks.org/wiki/Viquijúnior:Grans_felins/Linx

Página web con información del lince y varios felinos del mundo.
<https://sites.google.com/site/felinsdelmon/linxiberic>

Noticia en La Vanguardia sobre el caso de Litio y sobre la viabilidad de una población de lince en Cataluña:
<https://www.lavanguardia.com/natural/20180606/444134519622/lince-litio-catalunya.html>

Página web de la World Wildlife Fund (WWF) donde explica el proyecto de conservación del lince ibérico:
https://www.wwf.es/nuestro_trabajo_/especies_y_habitats/lince_la_joya_iberica_/

Página web de la Enciclopedia Virtual de los Vertebrados Españoles:
<http://www.vertebradosibericos.org/mamiferos/lynpar.html>

mación que vamos encontrando la marcaremos con un color, utilizando pegatinas y rotuladores de colores, en función del apartado donde corresponda:

- De color verde, todas las informaciones relacionadas con Factores ambientales del hábitat del *lince ibérico*.
- De color rojo, todas las informaciones relacionadas con *Seres vivos que comparten hábitat con el lince ibérico*.
- De color amarillo, todas las informaciones relacionadas con *Aspectos importantes de la vida del lince ibérico*.
- De color azul, todas las informaciones relacionadas con *Amenazas sobre la vida del lince ibérico*.

Una vez marcados los textos que hemos facilitado a los grupos, daremos a cada grupo una copia DIN A3 de la tabla que se ha pactado anteriormente, para que apunten en cada columna las informaciones que van encontrando. Pediremos que las informaciones que escriban sean informaciones concretas. Podemos ayudarlos escribiendo algunos iniciadores de frase, como, por ejemplo: *El lince ibérico necesita... El lince ibérico suele vivir... El lince ibérico se alimenta... El principal peligro para el lince ibérico es...*

Construimos los paneles informativos

Cuando la tabla esté completa, entregaremos a cada grupo una cartulina y pediremos que diseñen el panel informativo. Les recordaremos que deben tener en cuenta que los cuatro apartados tienen que quedar bien diferenciados y que el texto de cada párrafo no pueden ser frases sintéticas como las que se han es-

crito en la tabla, sino que han de ser más elaboradas. Si lo creen necesario, pueden usar imágenes de las que han encontrado en las informaciones facilitadas para elaborar el panel informativo. A continuación, expon-dremos los paneles informativos en la clase y haremos que se los expliquen entre los diferentes grupos.

Rehacemos los dioramas con la nueva información recopilada

Finalmente, a consecuencia de la búsqueda de infor-mación, algunos grupos se darán cuenta de que su diorama es incompleto o de que en algún punto han representado informaciones poco precisas. Con el fin de ajustar la información del panel informativo a la del diorama, daremos un poco de tiempo para que lo rehagan incorporando o eliminando aquello que crean necesario con el fin de representar mejor las caracte-rísticas principales del hábitat del lince ibérico. Es im-portante registrar fotográficamente los cambios que realicen en los dioramas para hacer un seguimiento de la evolución de sus representaciones y para, posterior-mente, hacerles reflexionar sobre cuál ha sido su pro-ceso de aprendizaje.

Actividad 3

BUSCAMOS EVIDENCIAS EN EL CAMPO SOBRE LA IDONEIDAD DEL HÁBITAT DEL LINCE IBÉRICO



Material para un grupo de cuatro personas

Guías de campo (de plantas, de insectos, de pájaros, etc.), cordeles, libreta de campo, cartulinas.

Las ideas clave trabajadas con esta actividad

Idea 2. Todo organismo vive en un hábitat donde puede satisfacer sus necesidades.

Idea 5. El estudio de las necesidades de un ser vivo nos puede permitir predecir y justificar si podría sobrevivir en un determinado hábitat.

Descripción de la actividad y orientaciones didácticas

Preparamos la salida al campo

Empezaremos recuperando la pregunta que se hacían los biólogos ante la noticia del lince ibérico encontrado en el Baix Llobregat, sobre si era posible la aparición de una población estable en esta parte del territorio, o en la ubicación que se haya escogido. Recuperaremos también los argumentos a favor y en contra que las niñas y los niños habían dicho en las actividades anteriores. Indicaremos que la mejor forma de evaluar estas posibilidades es hacer una salida de campo para buscar evidencias sobre si es o no es posible que el lince pueda establecerse en la localidad escogida.

Preguntaremos lo siguiente: *¿Con toda la información que hemos recopilado, qué evidencias necesitamos para saber si el lince ibérico puede vivir o no en [localidad]?* Seguramente, las niñas y los niños pensarán en evidencias directas, como ver directamente al animal o detectar sus huellas. Ante estas respuestas, podemos hacerles comprender que es muy poco probable ver un lince ibérico y que en cien años en Cataluña solo ha

habido la visita de Litio en Santa Coloma de Cervelló. No obstante, les recordaremos que nuestro objetivo es buscar evidencias sobre si sería posible que vivieran aquí, no si en realidad viven.

Los ayudaremos a estructurar los tipos de evidencias que tendríamos que observar, a partir de las características que definen los hábitats presentados en la actividad 2: a) factores ambientales del hábitat del lince ibérico, y b) seres vivos que lo acompañan.

A partir de las respuestas de los niños, iremos anotando en la pizarra en una columna todas aquellas evidencias que necesitaríamos para evaluar la posibilidad de que este felino pueda vivir en la localidad escogida. A continuación, les preguntaremos lo siguiente: *¿Qué podemos hacer para observar estas evidencias?* Anotaremos, al lado de cada evidencia, qué tipo de observación necesitan, y pediremos: *¿Qué material necesitaremos para hacer estas observaciones?* Anotaremos al lado de las observaciones el material que sea necesario. La tabla que puede acabar surgiendo en la pizarra como preparación de la salida podría tener el aspecto del ejemplo que aparece en la figura 8.

Figura 8. Ejemplo de tabla para preparar la salida.

¿Qué evidencias necesitamos para saber si el lince puede vivir o no en [localidad]?	¿Qué haremos para observar estas evidencias?	¿Qué necesitamos para hacer estas observaciones?
Si hay vegetación mediterránea	Observar si hay encinas, carrasco, lentisco...	Guías de campo para identificar la vegetación y cámara fotográfica
Si hay conejos	Observar si vemos conejos o rastros de conejos	Guías de rastros o imágenes de rastros de conejos y cámara fotográfica
Clima	Medir la temperatura	Termómetro. Buscar rango de temperaturas y pluviosidad media en [localidad]
Presencia de carreteras	Observar la presencia de carreteras	Cámara fotográfica, mapa de carreteras

Finalmente, pediremos que los distintos miembros de cada grupo se responsabilicen de traer el material necesario para la salida. Además, propondremos que las evidencias que habrá que encontrar queden distribuidas entre los miembros del grupo. Así, por ejemplo, dos miembros del grupo se pueden encargar de buscar evidencias en relación con los factores ambientales del hábitat del lince ibérico, mientras que los otros dos miembros se pueden encargar de buscar evidencias en relación con los seres vivos que tienen que formar parte de su hábitat.

Realizamos la salida al campo

En función del lugar donde hagamos la salida, lo estructuraremos de formas diferentes. Una opción es trabajar a través de transectos, es decir, seguir un recorrido lineal, por ejemplo un camino, en el que los grupos tengan que trabajar autónomamente para observar a ambos lados del recorrido. De este modo, dejaremos que los niños vayan en grupos separados de los otros grupos con una distancia concreta en medio, por ejemplo con un maestro delante del primer grupo y otro detrás del último grupo, siguiendo un camino. Durante el trayecto, les recordaremos que deben ir recogiendo las evidencias que habían planeado en la preparación de la salida.

Otra opción es hacer el recorrido todos juntos y trabajar en parcelas donde se hagan las observaciones. Dicho de otro modo, podemos tener planeadas algunas paradas durante el recorrido en las que los niños puedan explorar autónomamente, pero dentro de zonas de muestreo delimitadas. En cada una de las paradas de la salida delimitaremos con cordeles parcelas con superficies semejantes, de manera que dentro de cada parcela cada grupo es responsable de recoger las

evidencias que habían planeado en la preparación de la salida. Incluso podemos hacer una combinación de las dos propuestas: transectos y parcelas. En cualquier caso, es importante disponer de un mapa de la zona e indicar la ubicación exacta donde se están haciendo las observaciones.

Para ayudar con la recogida de información, pediremos a los niños que lleven una libreta de campo donde vayan anotando todo aquello que encuentren. Es importante ser sistemáticos en la recogida de información y, por lo tanto, es recomendable hacer una guía de observación en la que queden claras las observaciones que hay que ir haciendo, así como los datos específicos de la salida: nombres de los observadores, fecha, hora, localidad, tiempo atmosférico, etc.

Elaboramos un informe de las evidencias encontradas

Una vez finalizada la salida de campo y de nuevo en la escuela, habrá que trabajar con la información recogida. Pediremos a los niños que creen un pequeño póster de aquellas evidencias que han obtenido para poder explicarlas al resto. Para hacerlo, pediremos que estructuren las evidencias que han encontrado a través de tres características del hábitat estudiado:

- a) Factores ambientales del hábitat del lince ibérico
- b) Seres vivos que acompañan al lince ibérico
- c) Amenazas que afectan al lince ibérico causadas por el impacto humano

Una vez elaborados, podemos dejar los pósteres colgados en clase y que cada grupo explique las conclusiones extraídas al resto de los grupos

Opinión personal sobre un posible plan de reintroducción del lince en Collserola

Explicaremos que desde el Parque Natural de Collserola (u otra entidad, según la localidad) han sabido que habíamos estado investigando si era posible o no que una población de lince ibérico se estableciera. Pediremos que de manera individual redacten un texto argumentativo exponiendo su opinión. Hay que recalcar que la pregunta no es si les gustaría que el lince fuera reintroducido en la localidad correspondiente, sino si es posible que una población de lince sobreviva en aquella localidad.

Antes de iniciar el texto argumentativo, pactaremos una base de orientación que ayude a los niños a organizar la estructura que debe tener el texto. Por ello, preguntaremos lo siguiente: ¿Qué tengo que hacer para redactar un buen texto que me ayude a explicar mi opinión sobre si es posible o no que haya una población estable de lince en [localidad]? A partir de aquí, iremos anotando en la pizarra la estructura del texto. Por ejemplo:

1. Presentar nuestra pregunta inicial y exponer por qué hemos investigado al lince ibérico.
2. Describir brevemente el lince ibérico y su problemática ambiental.
3. Dar algunos argumentos a favor de la posibilidad de que pueda establecerse en Collserola (o en la localidad correspondiente), aportando evidencias a partir de las observaciones realizadas en el campo.
4. Ofrecer algunos argumentos en contra de la posibilidad de que pueda establecerse en Collserola

(o en la localidad correspondiente), aportando evidencias a partir de las observaciones realizadas en el campo.

5. Incluir una conclusión final en la que quede clara la opinión personal sobre si sería posible, o no, el establecimiento del lince ibérico.

Una vez que hayan acabado los textos individuales, pediremos que por grupos cooperativos consensuen una posición sobre si es o no viable la población de lince ibérico en la localidad escogida. A continuación, empezaremos un debate con todo el grupo y acordaremos una posición como grupo clase. Por último, pasaremos una noticia sobre el caso de Litio y sobre la viabilidad de una población de lince ibérico en Cataluña, publicada en La Vanguardia el 6 de junio de 2018,¹ y contrastaremos los argumentos dados por los científicos con los aportados como grupo clase.

1. La noticia puede ser extraída del enlace siguiente: <https://www.lavanguardia.com/natural/20180606/444134519622/lince-litio-catalunya.html>

Actividad 4

¿CÓMO ES QUE EL LINCE IBÉRICO TIENE ESTE PELAJE?



Material para un grupo de cuatro personas

Tarjetas de color, judías blancas y rojas, pinzas de tender la ropa, clips de pinza, cucharas, bastoncillos chinos, vasos de plástico.

Las ideas clave trabajadas con esta actividad

Idea 3. Todo organismo dispone de adaptaciones que le permiten vivir en un hábitat concreto.

Idea 4. La selección natural actúa sobre aquellas características particulares de un grupo de individuos que otorgan una ventaja reproductiva con respecto a los otros individuos de la misma especie.

Descripción de la actividad y orientaciones didácticas

Leemos el cuento de Rudyard Kipling “Así fue como al leopardo le salieron sus manchas” del libro *Precisamente así*

Rudyard Kipling, autor del conocido cuento *El libro de la selva*, escribió un libro de pequeñas fábulas para su hija Josephine, donde explicaba de manera fantasiosa cómo habían aparecido las características principales de algunos animales emblemáticos, por ejemplo, la trompa del elefante o las jorobas del camello. En esta primera parte de la actividad haremos leer, o les leeremos, una de las fábulas de este libro, concretamente: “Así fue como al leopardo le salieron sus manchas”.

De manera sucinta, Kipling explica que el leopardo vivía en una meseta de Etiopía con un amigo etíope con quien solía cazar. La meseta era muy calurosa y solo había rocas y matorrales de color arenoso. En aquella zona vivían también algunos herbívoros: la jirafa, la cebra, el antílope, el kudú y el búfalo, que, a diferencia de como es actualmente, tenían un pelaje de color arenoso. Aun así, quien tenía el color más parecido al suelo era precisamente el leopardo. De este modo, el leopardo podía cazar fácilmente jirafas, cebras, antílopes, kudus y búfalos, ya que solo tenía que deslizarse entre las rocas y, bien escondido, esperar a atacarlos cuando pasasen por delante suyo. Hartos de esta situación, todos los herbívoros decidieron marcharse de la meseta hacia las tierras bajas, donde había mucha vegetación. Allí, entre los claros y las sombras del bosque, los herbívoros se sintieron seguros, sobre todo cuando, entre tantas luces y tantas sombras, empezaron a desarrollar colores de pelaje diferentes: a la jirafa le aparecieron manchas, a la cebra rayas, y el búfalo y el kudú se volvieron más oscuros y les aparecieron unas finas rayas. Mientras los herbívoros cada vez se iban camuflando más y más en el bosque donde vivían, el leopardo y su amigo etíope cada vez tenían más hambre en la vacía meseta y decidieron bajar hacia las tierras bajas buscando caza. Una vez allí, enseguida se dieron cuenta de que podían sentir y oler a los herbívoros, pero no los podían ver y les era imposible cazarlos. De esta manera, decidieron cambiarse de pelaje: el cazador etíope se pintó de negro; el leopardo, como no quería ni las rayas de la cebra ni las grandes manchas de la jirafa, pidió a su amigo que le hiciera pequeñas manchas negras con la punta de los dedos. Así, el leopardo y el etíope pudieron volver a cazar, camuflándose en medio del bosque.

Una vez hayamos leído la fábula, presentaremos imágenes de todos los animales que aparecen. También

situaremos Etiopía en un mapa. A continuación, en pequeños grupos les preguntaremos qué creen que puede ser real o verosímil de la historia que acaban de leer. Podemos darles algunas pistas: *¿Os parece lógico el color que tenían los herbívoros en la tierra alta? ¿Cómo es que tenían este color? ¿Os parece lógico que el leopardo y el cazador etíope no pudieran ver a los herbívoros en las tierras bajas? ¿Cómo creéis que cambió el color del pelaje de las jirafas? ¿Creéis que las manchas del leopardo han aparecido tal como dice el cuento?*

Podemos hacer dos columnas en la pizarra e ir anotando aquellas cosas que creen que pueden ser verosímiles y aquellas que no lo son. Finalmente, empezaremos un debate sobre cómo debe haber aparecido el pelaje del lince.

Cazamos conejos con diferentes denticiones

En un cuenco mezclaremos 100 judías blancas y 100 judías rojas. En una zona donde haya bastante espacio para correr, esparciremos las legumbres por el suelo. Seleccionaremos 16 niños del grupo clase (1-2 representantes de cada grupo cooperativo), que serán los depredadores. Los depredadores tendrán diferentes denticiones: a 3 les daremos unas pinzas de tender la ropa, a 3 les daremos clips de pinza, a 3 les daremos bastoncillos chinos y a otros 3 les daremos una cuchara. También les entregaremos un vaso de plástico a cada uno, que representará el estómago.

Explicaremos que estos 16 niños representan lince ibéricos, pero que dentro de su población se ha visto que no todos tienen el mismo tipo de boca: algunos tienen unas mandíbulas muy grandes y potentes (clips de pinzas), otros tienen una boca más fina (bastoncillos chinos), un grupo posee unas mandíbulas muy potentes pero

gruesas (pinzas de tender la ropa) y, finalmente, hay un grupo de lince con la boca más redondeada (cuchara). Del mismo modo, en el hábitat donde vive el linco ibérico hay dos poblaciones de conejos, los blancos (judías blancas) y los rojos (judías rojas). Para cazar, los lince tendrán que coger el vaso con una mano, siempre de forma vertical, y con la otra mano y utilizando la herramienta que les ha tocado, deberán coger tantas judías como sea posible y ponerlas en el vaso.

Explicaremos que aquellos lince ibéricos que cacen más podrán reproducirse más y, por lo tanto, aumentará su población. En cambio, a aquellos que cacen menos les pasará lo contrario. Cada turno representa una generación de lince y de conejos, y siempre se estructurarán de la misma forma:

- Los lince ibéricos se sitúan por grupos de dentición, es decir, los que tienen bastoncillos chinos, los que tienen pinzas de ropa, los que usan cuchara y los que poseen clips de pinza. Los grupos tienen que estar a la misma distancia de donde hay los conejos. Cuando se indique, podrán empezar a cazar.

- Los lince ibéricos disponen de 20 segundos para cazar tantos conejos como sea posible. Pasado este tiempo, los lince tienen que volver a sus guaridas.

- Cuando acaben de cazar, los lince ibéricos se agrupan otra vez con los grupos iniciales, y hacen recuento de las judías que tienen en el estómago. Anotamos en la pizarra los resultados obtenidos, como en la figura 9.

- Para pasar a la generación siguiente, reajustamos la proporción de lince ibéricos de cada grupo. Aquellos grupos que hayan cazado más judías que la

media de judías de la tirada ganarán un linco ibérico más en su grupo, ya que han podido reproducirse más que el resto. En cambio, aquellos grupos que hayan cogido menos judías que la media perderán un miembro de su grupo. Por ejemplo, si los que cazaban con pinzas de tender la ropa han podido coger más judías que la media y los de los bastoncillos chinos menos, pasamos un niño del segundo grupo al primero.

- Antes de cambiar de generación, reajustamos la proporción de conejos. Cada dos conejos que queden al final de la generación darán lugar a un nuevo conejo. Por lo tanto, contamos cuántos conejos blancos y cuántos conejos rojos han sido capturados. Los restamos de los conejos que había inicialmente al empezar el turno (100), lo dividimos por 2 y añadimos la cantidad de conejos que nos dé esta operación. Por ejemplo, si en la primera generación se han cazado 8 conejos blancos y 5 rojos: añadiremos 46 nuevos conejos blancos y 48 rojos a la generación siguiente.

- Repetimos el punto 1.

Haremos tantas generaciones como se crea conveniente o hasta que quede un solo grupo de lince o de conejos. Recogeremos la información mediante tablas como la de la figura 9, e intentaremos representar cómo va variando la población a lo largo de las siguientes generaciones, tal como se ejemplifica en las figuras 10 y 11.

Probablemente, el grupo de lince ibéricos que utilizan la cuchara para cazar tendrán más eficiencia de caza que el resto de los grupos. Por lo tanto, en pocas generaciones, la adaptación que representa la cuchara será

Figura 9. Muestra de las tablas para recoger los datos. Se ejemplifican unos resultados de la generación 1 de color rojo y cómo se tendrían que trasladar a la generación 2.

Generación 1					
			Conejos blancos	Conejos rojos	TOTAL
		Número inicial	100	100	
Linces	Cuchara	4	4	3	
	Bastoncillos	4	2	1	
	Pinzas de tender la ropa	4	1	1	
	Clip de pinza	4	1	0	
	Total de capturas	8	5	13	
	Presas que quedan	92	95		

Generación 2					
			Conejos blancos	Conejos rojos	TOTAL
		Número inicial	138	143	
Linces	Cuchara	5			
	Bastoncillos	5			
	Pinzas de tender la ropa	3			
	Clip de pinza	3			
	Total de capturas				
	Presas que quedan				

Figura 10. Posible diagrama para mostrar cómo van cambiando los grupos de linces a lo largo de las generaciones.

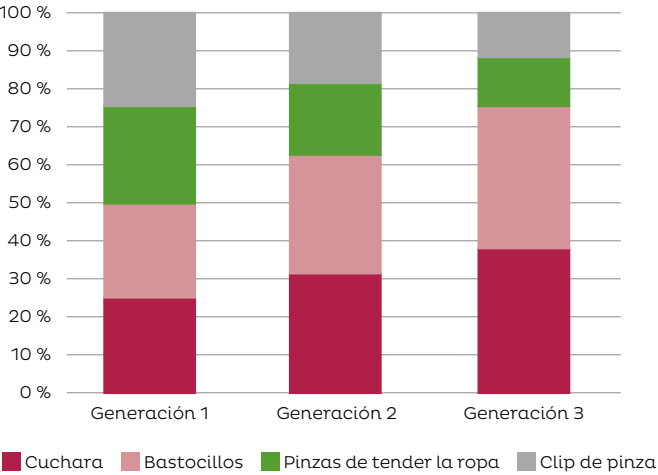
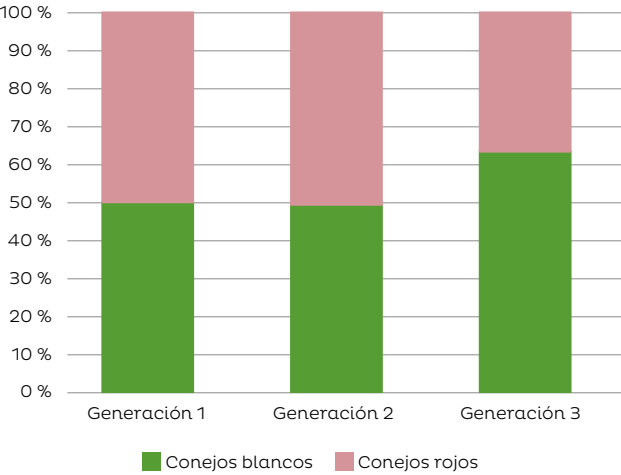


Figura 11. Posible diagrama para mostrar cómo van cambiando las poblaciones de conejos a lo largo de las generaciones.



común a toda la población. Asimismo, probablemente, si el suelo donde hacemos la actividad es claro, la población de conejos de pelaje blanco sobrevivirá más que la de pelaje rojo, y al final del juego la población de conejos blancos será mayor que la de pelaje rojo.

A partir de aquí, podemos intentar responder a la pregunta de cómo es que los pelajes de los herbívoros y del leopardo del cuento de Kipling cambiaron de color.

Reflexionamos sobre la actividad

Para acabar de hablar sobre algunas adaptaciones, volveremos a hacer referencia al cuento de Kipling y comentaremos que el pelaje es tan importante para camuflar a los herbívoros como para camuflar a los carnívoros. Si los carnívoros pasan desapercibidos, pueden acercarse más a la presa para poder cazarla. A partir de aquí, podemos mostrar imágenes de siete felinos: león (*Panthera leo*), tigre (*Panthera tigris*), lince ibérico (*Lynx pardinus*), leopardo (*Panthera pardus*), jaguar (*Panthera onca*) y puma (*Puma concolor*). Por grupos, les pediremos que clasifiquen las tarjetas en función de cómo creen que es el hábitat donde viven: hábitats abiertos, hábitats boscosos y hábitats semiabiertos (matorrales y rocosos). A continuación, consensuaremos una posición como grupo clase. La clasifica-

Figura 12. Clasificación de los felinos en función del hábitat.

Hábitats abiertos	Hábitos boscosos	Hábitats semiabiertos
León	Tigre	Lince ibérico
Puma	Leopardo	
	Jaguar	

ción podría quedar tal como se puede ver en la figura 12. No obstante, es importante no imponer la clasificación que se propone, sino dejar que los niños puedan justificar sus predicciones.

Acto seguido, buscaremos información e imágenes sobre el hábitat de las diferentes especies y contrastaremos las informaciones. Podemos volver al cuento de Kipling y revisar las ideas que eran verosímiles y las que no. De esta forma, podemos establecer como conclusión que los lince que nacen con un color de pelaje que se diferencia más de los colores de su hábitat tienen más posibilidades de ser vistos; en cambio, los que poseen un color de pelaje más parecido al de su hábitat sobrevivirán más fácilmente, porque pasarán más desapercibidos de sus posibles predadores y, cuando cacen, de sus futuras presas.

Cuando el problema es investigar sobre el comportamiento de los animales

Investigar sobre el comportamiento de los animales

En cualquier ecosistema, los animales que viven allí muestran comportamientos muy diversos que les permiten sobrevivir en aquel entorno. La disciplina científica que investiga el comportamiento de los animales es conocida con el nombre de etología, aunque recientemente también se habla de *ecología del comportamiento*.

En este libro seguiremos los planteamientos de la ecología del comportamiento para comprender los beneficios adaptativos del comportamiento animal, combinando las observaciones y los experimentos llevados a cabo en el campo, con el concepto teórico de selección natural. Desde esta perspectiva, pues, se asume que un comportamiento concreto exhibido por una determinada población animal tiene una función adaptativa que contribuye a la supervivencia de aquella población, y hace que el comportamiento sea seleccionado a través del mecanismo de la selección natural.

El comportamiento animal es un campo de investigación relativamente joven en relación con otros ámbitos de la biología; poco a poco va construyendo sus conceptos teóricos, sus métodos de investigación, su base de resultados empíricos, etc. En las actividades que proponemos en este libro, introducimos algunas ideas clave de los estudios sobre el comportamiento animal, algunas estrategias de investigación que consideramos adecuadas para las edades de los alumnos, y algunas formas de razonamiento, especialmente el razonamiento hipotético-deductivo, que está muy presente en este tipo de investigación.

En términos generales, las investigaciones sobre el comportamiento requieren muchas horas de observación paciente y de registro de información sobre el comporta-

miento de una determinada especie de animal. Se puede analizar la conducta de cualquier tipo de animal, aunque los vertebrados (sobre todo mamíferos, pájaros y reptiles), los insectos y los arácnidos son probablemente los más estudiados. Se hacen investigaciones basadas tanto en la realización de experimentos controlados en el laboratorio como en la observación sobre el terreno, y son estas segundas a las que actualmente se dedica más tiempo.

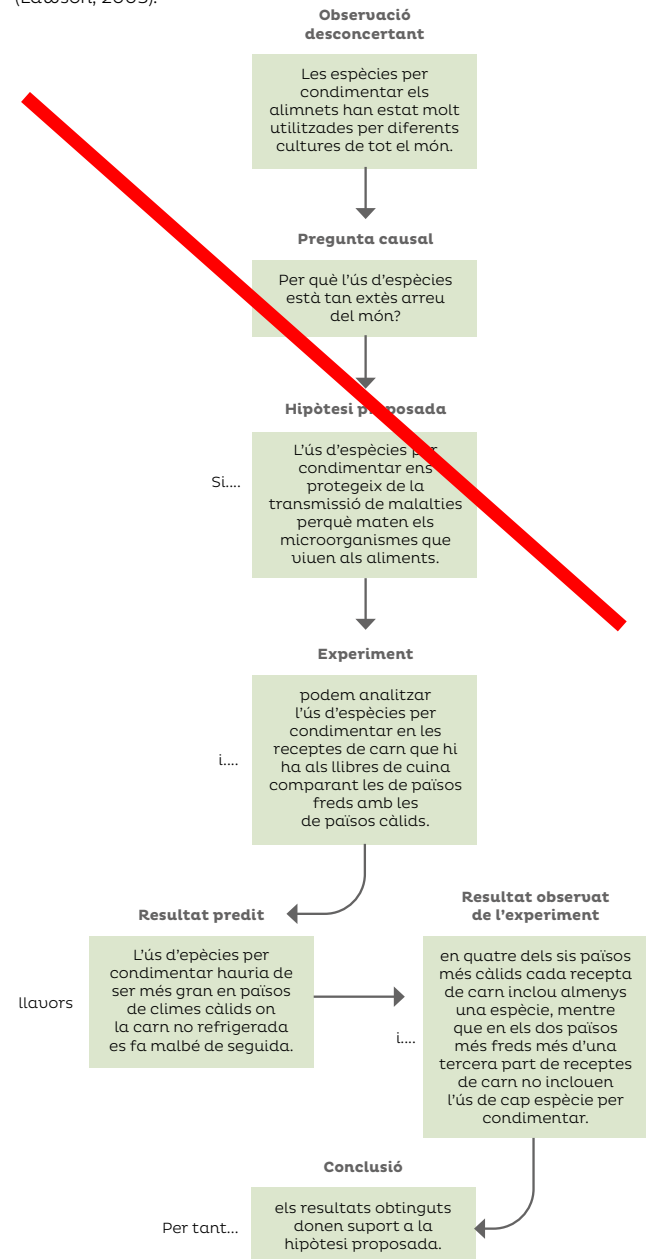
También se realizan muchos estudios de conducta de animales en cautividad, ya sea en parques zoológicos o en instalaciones ganaderas. La exploración en estos dos contextos se vincula a la voluntad de mejorar el bienestar de los animales que, por una u otra razón, viven en cautividad. En los parques zoológicos, por ejemplo, esta investigación ha permitido generar muchos conocimientos que han servido para la mejora de las instalaciones de las diferentes especies que los habitan, así como para el diseño de lo que se denominan programas de enriquecimiento. Lo que pretenden los programas de enriquecimiento de los zoos es favorecer los comportamientos activos de los animales, a través del enriquecimiento estructural (morfología de las instalaciones), el enriquecimiento social (favoreciendo las interacciones sociales entre individuos), el enriquecimiento alimentario (promoviendo una búsqueda activa del alimento por parte del animal), el enriquecimiento lúdico (creando situaciones que favorezcan el juego) o el enriquecimiento sensorial (provocando situaciones que estimulen sensorialmente a los animales). En YouTube se pueden encontrar muchos vídeos de estos diferentes tipos de enriquecimiento, buscando a partir de los términos “enriquecimiento animal” o “animal enrichment”.

Como en muchas otras investigaciones, a partir de las observaciones preliminares, los científicos se formulan una o más preguntas de investigación. En el campo de

la ecología del comportamiento, dado que el objetivo es comprender el valor adaptativo de una determinada conducta, a menudo los investigadores y las investigadoras se formulan hipótesis iniciales, es decir, construyen posibles explicaciones preliminares a la conducta observada. Estas hipótesis tendrán que ser comprobadas a partir de nuevas observaciones, por lo que los investigadores y las investigadoras elaboran una serie de predicciones que, en caso de que la hipótesis sea cierta, se tendrían que cumplir. Por ejemplo, si pensamos que a los pájaros de mayor tamaño les cuesta más volar y alejarse de un potencial predador (hipótesis), entonces su distancia de huida cuando se acerca un predador tendría que ser mayor que la de los pájaros de tamaño más pequeño (predicción). A este tipo de razonamiento lo llamamos *razonamiento hipotético-deductivo*, porque de una hipótesis inicial generamos una predicción que, finalmente, conduce a la obtención de datos sobre el terreno que pueden ir a favor o en contra de la hipótesis inicial. A pesar de no ser el único contexto en el que se usa este tipo de razonamiento, implicar a los niños y las niñas en el diseño de estudios sobre el comportamiento de los animales puede ser un espacio muy adecuado y estimulante para desarrollar sus capacidades de razonamiento hipotético-deductivo (Lawson, 2003) (figura 13).

Normalmente, los científicos que estudian el comportamiento parten de múltiples observaciones iniciales de los patrones de conducta de una determinada especie, con las cuales construyen el denominado *etograma de la especie*, es decir, el repertorio básico de conductas característico de aquella especie. Así pues, en un etograma se registra la lista de las conductas típicas de alimentación, de locomoción, de descanso, de exploración del entorno (táctil, olfativa, visual), de comunicación (vocalizaciones, sonidos, cantos), de interacciones sociales entre individuos, de interacciones entre individuos de

Figura 13. Esquema del razonamiento hipotético-deductivo (Lawson, 2003).



sexos o edades diferentes, etc. A partir de estos registros, se pueden plantear muchas preguntas de investigación que implicarán recoger datos sobre las conductas concretas que se manifiestan en un determinado contexto: el individual, el social (interacción entre dos o más individuos de la misma población) y el interespecífico (interacciones entre individuos de diferentes especies).

Una vez que tenemos una pregunta de investigación clara, habrá que optar por la estrategia de recogida de datos que consideramos más adecuada para el problema que nos hemos planteado. Un primer paso para definir esta estrategia es decidir qué individuos estudiaremos y en qué momentos los estudiaremos. En este caso, debemos diferenciar entre los estudios *focales*, centrados en un solo individuo que se observa durante toda la sesión de recogida de datos, y los estudios *multifocales*, que se fijan en todos los individuos de un grupo pero durante un periodo de tiempo corto porque, de otra manera, sería complicadísimo llevar a cabo la observación.

Una vez tomada la decisión de a *quién* observamos, tendremos que decidir *cómo* hacer el registro de los datos. En este caso, podemos escoger entre llevar a cabo un registro continuo, en el que registramos las conductas durante todo el periodo de tiempo que hemos decidido que dure la observación, o bien un registro temporal, en el que solo registramos las conductas en intervalos regulares previamente definidos, durante el periodo total de tiempo que hemos decidido que dure la observación; por ejemplo, cada minuto durante un periodo de 15 minutos.

El alcance de problemas para investigar en este campo es muy amplio: desde las conductas vinculadas a la obtención de alimento (*¿cómo encuentran alimento?, ¿cómo identifican y cuantifican los recursos alimenta-*

rios?, ¿usan herramientas para obtener alimento?), las conductas de los predadores (*¿cómo buscan las presas?, ¿cómo las capturan?, ¿cómo las consumen?*) o las conductas antipredatorias de las presas (*¿cómo se esconden de los predadores?, ¿cómo huyen?, ¿cómo luchan con los predadores?, ¿cómo advierten su presencia y avisan a sus congéneres?, ¿cómo usan estrategias de distracción de los predadores?*), hasta las conductas vinculadas al apareamiento (*¿qué ritual de apareamiento tiene este pájaro?, ¿qué conductas de exhibición muestra el gorila macho?*), o de territorialidad (*¿qué hacen los grillos para defender su territorio?, ¿qué obreras defienden la entrada del hormiguero?, etc.*), por poner solo algunos ejemplos.

Niko Tinbergen, considerado uno de los padres de la etología junto con Konrad Lorenz y Karl von Frisch, planteó que los estudios de comportamiento podían hacerse a partir de cuatro grandes preguntas de investigación: a) *¿cuál es la causa fisiológica de la conducta?*; b) *¿cómo se desarrolla un determinado comportamiento a lo largo de la vida de un individuo?*; c) *¿cuál es la función para la supervivencia de un determinado comportamiento?*; y d) *¿cómo ha evolucionado a lo largo del tiempo un determinado comportamiento?* Estos cuatro enfoques [a) fisiológico, b) de desarrollo, c) funcional y d) evolutivo] engloban el conjunto de estudios en el ámbito del comportamiento animal, aunque el énfasis en cada una de las cuatro aproximaciones ha ido cambiando con el tiempo. El enfoque fisiológico fue el que centró la atención de la etología clásica; en cambio, el enfoque funcional es el que centra la atención actual de la ecología del comportamiento.

La ecología del comportamiento se ha desarrollado mucho en los últimos años y, además de llevar a cabo muchos estudios de campo, ha introducido algunos modelos teóricos para interpretar la funcionalidad de

determinadas conductas. Uno de los modelos interpretativos que se usa en este ámbito de investigación es el conocido como *análisis coste-beneficio*. Este tipo de análisis predice que para que una determinada conducta la podamos considerar adaptativa, los beneficios de llevarla a cabo tienen que sobrepasar los costes. Los costes y beneficios se pueden aproximar en términos energéticos, es decir, la energía que se consume en la conducta (coste), en contraposición a la energía que se obtiene (beneficio); pero también se puede aproximar en términos de supervivencia o de capacidad reproductora. Obviamente, este tipo de análisis no presupone que los animales sean conscientemente capaces de evaluar los costes y los beneficios, pero considera que los individuos o poblaciones que maximizan los beneficios frente a los costes tienen más éxito adaptativo o reproductor.

Dado que el análisis coste-beneficio permite anticipar hipótesis y predicciones sobre una determinada conducta, se ha convertido en un modelo de interpretación teórico muy utilizado. Por ejemplo, cuando se estudia la alimentación desde la ecología del comportamiento, el foco se pone en identificar las decisiones tomadas con el fin de maximizar la eficiencia de la búsqueda de alimento en términos de escoger la mejor presa, decidir cuándo ir a otra parcela a alimentarse, etc. O cuando se estudia la huida de una presa que está comiendo al percatarse de un potencial depredador, lo que servirá de marco de análisis según el modelo de coste-beneficio es considerar los beneficios que supone huir del predador con respecto a la pérdida de una oportunidad de alimentarse, el coste energético de la huida, etc.

Otro concepto interesante en el estudio del comportamiento animal es el concepto de mundo perceptivo. Este concepto fue propuesto por el biólogo Jakob von Uexküll que lo denominó *umwelt*. El mundo perceptivo

de una especie animal es el conjunto de estímulos perceptivos que aquel tipo de animal es capaz de percibir de su entorno y de los que extrae significados. Evidentemente, el mundo perceptivo de dos especies puede llegar a ser muy diferente (por ejemplo en un humano y en un murciélago), y esto es muy interesante sobre todo cuando investigamos el comportamiento de los animales más alejados evolutivamente del ser humano, porque nos ayudará a frenar la tendencia que a menudo los niños y las niñas tienen (pero también los adultos) al antropomorfismo, es decir, a usar la analogía de lo que conocemos que ocurre en los seres humanos para interpretar el comportamiento o las reacciones a estímulos en otras especies de animales.

Las ideas de los niños y las niñas sobre el comportamiento animal

Los niños y las niñas, desde muy pequeños, suelen mostrar un gran interés en los animales en general, y en sus comportamientos, en particular. Probablemente este interés es fruto de un proceso adaptativo de la especie humana, derivado de la necesidad de comprender la vida de los animales con los que los humanos hemos convivido durante miles de años: qué comen, dónde viven, cuáles son peligrosos, cómo se pueden cazar, etc.

Los estudios realizados en el ámbito de la psicología del desarrollo han mostrado como los niños y las niñas, desde edades tempranas, distinguen las entidades que dirigen sus propios actos y que tienen intenciones (agentes intencionales) de las que se comportan de una forma puramente física. Los niños y las niñas tienen claro que los humanos que los rodean son agentes intencionales, pero también consideran a los animales como agentes intencionales. Por esto, cuando tienen

que interpretar el comportamiento de los animales lo hacen desde la perspectiva de que un determinado comportamiento observado (esconderse, atacar, huir, etc.) es una acción expresamente dirigida a un objetivo, aunque ello no necesariamente supone que los niños y las niñas consideren que los animales sean plenamente conscientes del objetivo que persiguen. Así, por ejemplo, son conscientes de que el comportamiento característico de un predador es perseguir y capturar y, en cambio, el de una presa es huir.

Esta intencionalidad, muy a menudo inconsciente, que los niños y las niñas atribuyen a los animales, está muy próxima a la idea de funcionalidad de la conducta que estudia la ecología del comportamiento, tal como se ha expuesto en el apartado anterior. La diferencia clave es que las explicaciones de la conducta dadas desde el prisma de la ecología del comportamiento tienen en cuenta el mecanismo causal de la selección natural para explicar la existencia de un determinado comportamiento; en cambio, en las explicaciones infantiles esto no está tan claramente presente. Por ello, las intervenciones de los maestros y maestras cuando ayudan a los alumnos a interpretar el porqué de una determinada conducta se tendrían que orientar hacia considerar que una determinada conducta se manifiesta porque favorece la supervivencia del individuo que la presenta, y eso hace que la conducta se pueda transmitir a las siguientes generaciones, sea genéticamente o gracias al aprendizaje.

En muchos estudios se ha podido comprobar que los niños y las niñas explican las adaptaciones morfológicas de los animales como una acción consciente por parte de los individuos que se adaptan, y como una transformación que incluye a todos los individuos de la especie, en lugar de solo a una determinada población (Sinatra,

Brem i Evans, 2008). No existen estudios sobre cómo los niños y las niñas interpretan las adaptaciones en el ámbito de los comportamientos, pero podemos suponer que argumentarían de una forma similar. Por este motivo es muy importante que cuando se investigan aspectos de comportamiento animal, los maestros ayuden a los niños a ver que, quizás, un determinado comportamiento no siempre lo llevan a cabo todos los individuos y que muy a menudo depende del contexto concreto donde viven.

Otro recurso que los niños movilizan cuando interpretan el comportamiento de los animales es el antropomorfismo. El antropomorfismo es un ejemplo de razonamiento analógico que los niños y las niñas pueden usar para interpretar algunos aspectos del comportamiento de los animales. Esto no lo tenemos que considerar necesariamente negativo, porque muy a menudo usar el razonamiento antropomórfico conduce a elaborar inferencias adecuadas. De hecho y estrictamente hablando, antropomorfizar solo se produce cuando se atribuyen a los animales características que podemos considerar exclusivamente humanas, y cabe decir que, en muchos casos de interpretación de comportamientos, el supuesto antropomorfismo no responde a este criterio estricto. Por ejemplo, atribuir “hambre” a un individuo no puede ser considerado un antropomorfismo porque sabemos que los animales también tienen sensación de hambre. En cambio, el antropomorfismo se usa erróneamente cuando hace referencia a emociones o interacciones sociales entre animales, como extensión o analogía de las emociones e interacciones sociales más propias de los humanos. Por ejemplo, cuando los niños y las niñas dicen *“la hormiga reina está siempre en el mismo sitio, porque está triste y sola”*, o bien *“el grillo se aparta de la araña porque tiene miedo”*, o bien *“la gacela salta porque está contenta”*.

Más allá de los aspectos comentados hasta aquí, lo cierto es que no tenemos mucha más información concreta sobre las ideas de los niños y las niñas a la hora de explicar determinados comportamientos de los animales, porque este es un ámbito de conocimiento científico para el cual casi no se han realizado estudios, en comparación con muchos otros ámbitos (ecología, evolución, astronomía, mecánica, óptica, electricidad, etc.) en los que se han llevado a cabo muchas más investigaciones sobre las ideas y los razonamientos de los niños. Esperamos que las actividades que planteamos en este apartado sirvan a los maestros y maestras para recoger información sobre las ideas que las niñas y los niños expresan a la hora de investigar sobre el comportamiento de los animales.

Las ideas que se deben trabajar sobre el comportamiento de los animales

Aunque las ideas presentadas no agotan todas las ideas que hay que tener en cuenta en este ámbito, presentamos actividades en este apartado para aprender sobre las ideas clave siguientes:

Idea 1. Existen diferentes estrategias metodológicas para investigar sobre el comportamiento de los animales y hay que escoger la que sea más adecuada a la investigación que se quiere llevar a cabo.

Consideramos fundamental que los niños y las niñas conozcan cuáles son las estrategias específicas que pueden utilizar para investigar sobre el comportamiento animal. Una vez conocidas las distintas estrategias, los niños podrán aplicarlas para investigar sus propias preguntas de investigación, tanto en la escuela como fuera de esta.

Idea 2. Muchos animales defienden su territorio ante

la presencia de individuos competidores.

La territorialidad es uno de los aspectos de estudio en la ecología del comportamiento que nos permite comprender el reparto del espacio entre los individuos de una misma especie o entre individuos de especies diferentes, sobre todo las que compiten entre ellas por unos mismos recursos.

Idea 3. Los animales que viven en sociedades reparten las tareas entre los individuos que forman el grupo o la colonia y se comunican entre ellos.

Muchas especies de animales viven en grupos o en sociedades organizadas, formadas por muchos individuos (hormigas, abejas, chimpancés, elefantes, humanos, etc.). En los animales que viven en grandes colonias suelen aparecer formas de repartir las tareas (conseguir alimento, proteger a la descendencia, defender la colonia, etc.) y formas más o menos sofisticadas de comunicarse entre ellos. Investigar sobre las formas de organización social de los animales permitirá a los niños comprender, un poco más, las formas de organización social de nuestra propia especie.

Idea 4. Los animales tienen diferentes distancias y estrategias de huida ante sus posibles depredadores.

En la naturaleza, si se quiere sobrevivir se debe “comer y no ser comido”. Esto conduce a que cualquier animal intente evitar a sus depredadores, ya sea huyendo (antílopes, cebras, etc.), camuflándose (insecto palo, insecto hoja), o defendiéndose (serpientes, orugas, erizos, etc.). Comprender los comportamientos de huida de algunas especies nos puede ayudar a gestionar los espacios naturales que humanos y animales compartimos, dado que para muchos animales los humanos somos percibidos como potenciales depredadores.

Idea 5. Un comportamiento concreto que muestra

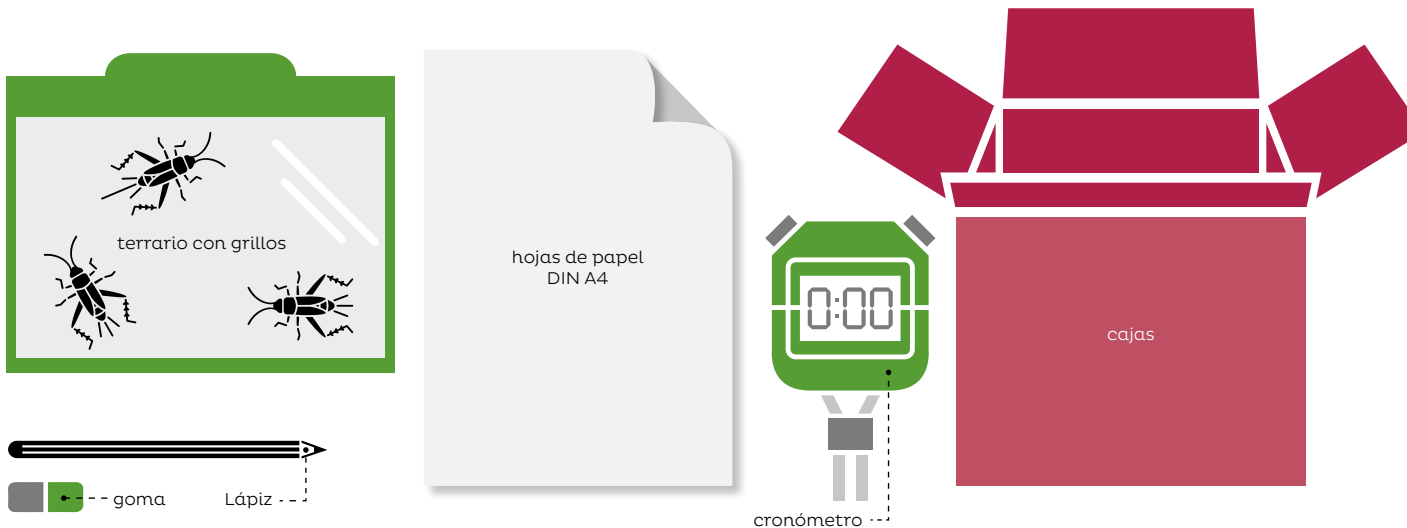
	Actividad 1. Estrategias para investigar el comportamiento de los animales	Actividad 2. ¿Cómo se organizan las hormigas dentro del hormiguero?	Actividad 3. Observamos el comportamiento de los pájaros del patio	Actividad 4. ¿Cómo podríamos explicar el comportamiento del antílope springbok?
Idea 1. Existen diferentes estrategias metodológicas para investigar sobre el comportamiento de los animales y hay que escoger la que sea más adecuada a la investigación que se quiere llevar a cabo.				
Idea 2. Muchos animales defienden su territorio ante la presencia de individuos competidores.				
Idea 3. Los animales que viven en sociedades reparten las tareas entre los individuos que forman el grupo o la colonia y se comunican entre ellos.				
Idea 4. Los animales tienen diferentes distancias y estrategias de huida ante sus posibles depredadores				
Idea 5. Un comportamiento concreto que muestra un animal se puede analizar a partir de la relación entre los beneficios que obtiene aquel individuo o grupo de dicho comportamiento, y los costes que le representa con respecto a consumo energético o posibilidades de supervivencia.				

un animal se puede analizar a partir de la relación entre los beneficios que obtiene aquel individuo o grupo de dicho comportamiento, y los costes que le representa con respecto a consumo energético o posibilidades de supervivencia.
La idea de relacionar los costes de una conducta, en

términos energéticos, por ejemplo, frente a sus beneficios potenciales es una de las estrategias más utilizadas para la interpretación teórica de las conductas observadas en el ámbito de la ecología del comportamiento, y, por lo tanto, es una herramienta de análisis que hay que conocer.

Actividad 1

ESTRATEGIAS PARA INVESTIGAR EL COMPORTAMIENTO DE LOS ANIMALES



Material para un grupo de cuatro personas

1 terrario con grillos (machos, hembras, jóvenes y adultos) para todo el grupo clase, 1 cronómetro, cajas de plástico o de cartón grande, folios DIN A4, lápiz y goma.

Las ideas clave trabajadas con esta actividad

Idea 1. Existen diferentes estrategias metodológicas para investigar sobre el comportamiento de los ani-


males y hay que escoger la que sea más adecuada a la investigación que se quiere llevar a cabo.

Idea 2. Muchos animales defienden su territorio ante la presencia de individuos competidores.

Descripción de la actividad y orientaciones didácticas

Esta primera actividad la dedicaremos a introducir dos estrategias metodológicas para la recogida de datos

que, usadas por separado o en combinación, nos pueden ayudar a diseñar muchas investigaciones en este ámbito: el muestreo posición-tiempo y la hoja de registro de conductas.



Para ejemplificar la aplicación de estas dos estrategias, utilizaremos grillos domésticos (*Acheta domestica*) porque los podemos encontrar fácilmente en las tiendas de animales o bien pedirlos en préstamo al CESIRE Àmbit Científic i Medi (ver la webgrafía), donde también se puede obtener información sobre cómo cuidarlos en el aula. Siguiendo las indicaciones de la web del CESIRE Àmbit Científic i Medi, prepararemos un terrario para mantener a los grillos en el aula.

Explicaremos que el objetivo de las actividades que haremos durante los próximos días nos servirán para aprender cómo investigar el comportamiento de los animales, más concretamente de los grillos. Eso quiere decir que estudiaremos qué hacen los grillos para vivir, pero no en el sentido de comprender cómo realizan sus funciones vitales, sino en el de determinar qué conductas concretas llevan a cabo. Pondremos algunos ejemplos de preguntas concretas que nos podríamos formular para investigar, como las siguientes: *¿Los grillos defienden su territorio de otros individuos? ¿Cómo exploran el territorio los grillos? ¿Cómo reaccionan al sonido, el calor, la luz de colores, etc.? ¿Cómo interactúan los unos con los otros? ¿En qué momentos del día cantan más?, etc.* Pediremos a los niños y las niñas que, por grupos, formulen dos preguntas similares a estas.

Después de que los grupos hayan tenido tiempo para pensar sus preguntas, las compartirán con los otros grupos y las anotaremos en la pizarra, junto con las que la maestra o el maestro haya introducido al principio. Con todas las preguntas en la pizarra, iniciaremos un

debate para ver si están bien formuladas, son claras y, sobre todo, si implican investigar sobre algún aspecto del comportamiento de los grillos. Convendremos a eliminar aquellas para las cuales el maestro o la maestra sepa que no se dispone del material adecuado para ser investigadas. Una vez analizadas una por una, las que no cumplan los requisitos anteriores (claridad, proponer una investigación sobre el comportamiento, disponibilidad de materiales) serán eliminadas de la lista.

Cuando se tenga la lista definitiva de preguntas, se anotarán en un papel y se repartirá una pregunta a cada uno de los grupos. Una vez repartidas las preguntas, pediremos que cada grupo piense qué se tendría que hacer para investigar la pregunta que le ha tocado, a través de la dinámica 1-2-4. Como producto de esta tarea, se solicitará a los grupos que escriban los pasos que creen que tendría que seguir su investigación, y que confeccionen una lista del material que consideran que les será necesario.

Una vez que hayan pensado sus propuestas de investigación, las pondrán en común y se valorarán entre todos. Fomentaremos que haya comentarios críticos que aporten mejoras a las propuestas que los grupos presenten a través de intervenciones como estas: *¿Qué os parece que podríais proponer al grupo A para mejorar su investigación? Aunque la propuesta del grupo B es una buena propuesta, ¿tenéis alguna idea para hacerla todavía mejor?, etc.* Cada grupo incorporará a su propuesta las mejoras que crea oportunas a partir de las aportaciones que le hayan hecho sus compañeros y compañeras.

Una vez llegados a este punto de la actividad, explicaremos que hay dos maneras de investigar el comportamiento de los animales que, seguramente, les servirán

para mejorar todavía más las propuestas que han elaborado los diferentes grupos. Se trata de dos formas de recoger los datos sobre el comportamiento de los animales de un modo lo máximo de riguroso posible.

Primero explicaremos la estrategia del muestreo de posición-tiempo (ver la cápsula “Estrategias para investigar el comportamiento de los animales” en la webgrafía), y subrayaremos que esta estrategia nos será útil para todas aquellas investigaciones en las cuales es importante determinar los cambios en la posición de los grillos (o del animal que estemos investigando) en diferentes momentos. Por ejemplo, cuando investigamos cómo los grillos exploran un territorio nuevo, o cuando investigamos si los grillos reaccionan a un estímulo externo a través del movimiento, o bien cuando

investigamos si los grillos macho tienen un territorio propio y diferenciado del de las hembras. Explicaremos que para llevar a cabo esta estrategia tendremos que hacer un plano esquemático del territorio por donde se mueven los grillos, en el que iremos registrando las diferentes posiciones que ocupan durante el periodo de tiempo que dure la observación (figura 14).

Para el caso de los grillos, se pueden anotar las posiciones cada 10 segundos, por un periodo total de observación de 3 minutos, aunque podemos ajustar estos márgenes de tiempo según lo consideremos conveniente. Lo más importante es que los niños y las niñas tengan claro que durante el periodo total que hayan determinado tendrán que observar la posición del grillo cada 10 segundos y que tendrán que anotar la posición exacta del grillo en el plano que hayan dibujado. Si tienen que utilizar esta técnica, es recomendable que un miembro del grupo haga de cronometrador y los otros, de observadores. El cronometrador dispondrá de un cronómetro e indicará los sucesivos periodos de 10 segundos diciendo “¡ya!”, mientras que los observadores anotarán la posición del grillo que están observando cuando el cronometrador les haga la señal. Es importante que cada niño o niña del grupo siga solo a un individuo.

A continuación explicaremos la segunda estrategia: la hoja de registro. En este caso se trata de construir una tabla de registro de datos en la cual iremos anotando las veces que observamos una determinada conducta, durante un periodo acotado de tiempo. Como se puede ver en la tabla de la figura 15, a la izquierda colocaremos las conductas que queremos registrar. Esta lista de conductas proviene de las observaciones libres que los alumnos tendrían que haber hecho sobre los grillos (o el animal que investiguen) unos días antes de iniciar la investigación que estamos planificando. En el caso de los

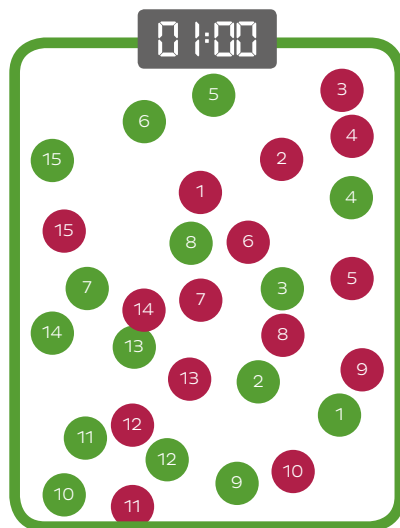


Figura 14. Recopilación de datos usando el muestreo posición-tiempo. Los puntos verdes indican las sucesivas posiciones del grillo macho en el terrario, y los puntos rojos, las de la hembra.

Figura 15. Ejemplo de tabla para registrar la presencia de diferentes conductas en un determinado periodo de tiempo.

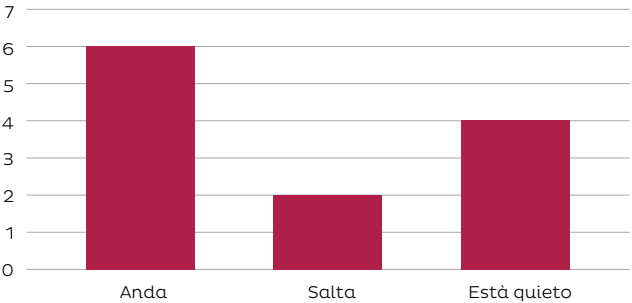
Conducta	Minuto 1						Minuto 2						Total
	10"	20"	30"	40"	50"	60"	10"	20"	30"	40"	50"	60"	
Anda	x	x						x	x	x	x		6
Salta			x				x						2
Está quieto				x	x	x						x	4
...													...

grillos, esta lista podría contener conductas como las siguientes: anda, salta, está quieto, mueve las antenas, canta, se alimenta, etc. El resto de las columnas indican los intervalos de tiempo en que se llevará a cabo la observación. La tabla se puede completar con otros datos: nombre de los miembros del grupo, animales observados, condiciones de la observación, fecha de la observación, etc.

En este caso también es necesario que los niños y las niñas del grupo se repartan las tareas entre cronometradores y observadores. El cronometrador controla el tiempo e indica al observador ("¡ya!") cuando ha transcurrido el intervalo acordado (en el ejemplo de la tabla, cada 10" durante dos minutos). Al oír la indicación del cronometrador, los observadores anotan en la tabla la conducta o conductas que está llevando a cabo el individuo al que siguen en aquel preciso instante. Es recomendable que cada observador solo siga a un individuo.

A partir de los datos recogidos en la tabla se puede construir un diagrama de barras que muestre la frecuencia de cada conducta durante la observación efectuada (figura 16). Dado que los periodos de observación son muy cortos, es recomendable que los niños y las niñas repitan sus observaciones unas cuantas veces.

Figura 16. Frecuencias de aparición de las diferentes conductas del grillo macho.



Una vez que hayamos explicado las dos estrategias de recogida de datos, podemos proponer a los niños y las niñas que las lleven a la práctica para comprobar que se hayan entendido correctamente y para aclarar posibles dificultades en el proceso de registro de los datos.

A continuación diremos a los diferentes grupos de niños y niñas que piensen si alguna de las dos estrategias, o la combinación de ambas, les puede ser útil en su propuesta de investigación. En caso afirmativo, les pediremos que la incorporen a su diseño experimental. Es muy probable que la mayoría de los grupos tengan

que incorporar alguna de las estrategias porque, seguramente, no habrán tenido lo bastante en cuenta cómo recoger los datos, más allá de un comentario general del tipo “observaremos qué hacen los grillos...”.

Los niños tendrían que escribir su propuesta de investigación en un folio respondiendo tres preguntas: *Nuestra pregunta de investigación es:..... Nuestra investigación seguirá los pasos siguientes: paso 1...., paso 2..... El material que necesitaremos es:....* La maestra o maestro revisará cada una de las propuestas, preparará los materiales que necesiten los diferentes grupos y suministrará los grillos a los grupos. Cada grupo llevará a cabo su investigación, lo que supondrá recoger los datos, representarlos (en tablas, gráficos, mapas de posición), analizarlos y establecer conclusiones.

A continuación ponemos dos ejemplos de investigaciones que el maestro o la maestra podría sugerir si las propuestas de los niños y las niñas no se pueden llevar a cabo por algún motivo.

Ejemplo 1

Pregunta de investigación: ¿Los grillos macho tienen un comportamiento más agresivo cuando defienden su territorio que cuando invaden el territorio de otro?

Pasos que hay que seguir:

- Paso 1: Se coge un grillo macho del terrario y se prepara otro terrario más pequeño en el que pondremos el grillo a solas dos días antes de que empiece la investigación. Le llamaremos grillo 1 y el nuevo terrario será su nuevo territorio.
- Paso 2: Al cabo de dos días, se coloca a otro grillo macho (grillo 2) en el territorio del grillo 1 y en una

tabla se anotan los ataques que se producen entre ellos o los cantos (las estridulaciones) que hacen el uno o el otro. En este caso, la tabla de la hoja de registro solo contiene dos conductas: ataque y estridulación.

- Paso 3: Se analizan los resultados para ver si el grillo 1, que defiende su territorio, manifiesta un comportamiento más agresivo que el grillo 2 o si, al contrario, el comportamiento más agresivo lo muestra el grillo 2, que ha invadido el territorio del grillo 1. A partir del análisis se elaboran las conclusiones.

Ejemplo 2

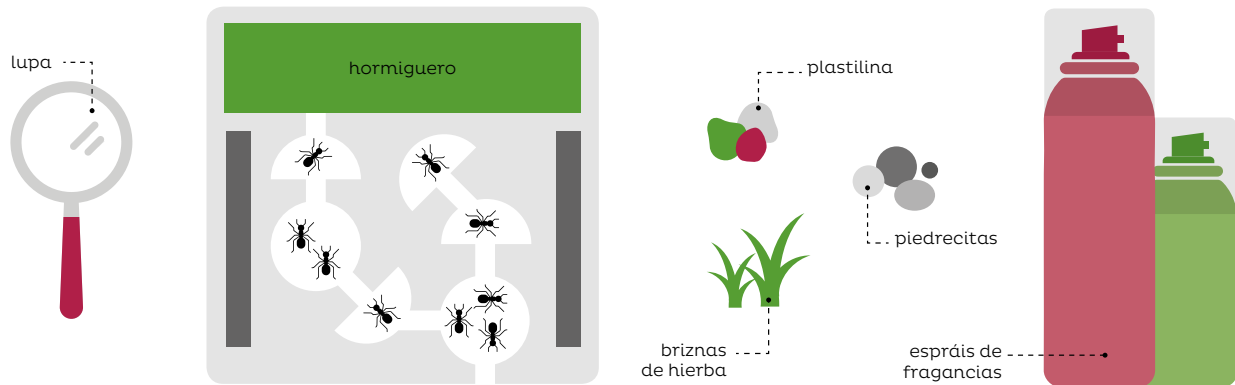
Preguntas de investigación: ¿Por dónde se desplazan los grillos cuando los colocamos en un territorio nuevo? ¿Se desplazan igual según si son machos o hembras (o adultos, o jóvenes)?

Pasos que hay que seguir:

- Paso 1: Se coge un grillo del terrario (macho o hembra, adulto o joven) y se coloca en el centro de un nuevo territorio (por ejemplo, una caja de plástico vacía).
- Paso 2: Se registran sus movimientos durante unos 5 minutos, siguiendo la estrategia de muestreo posición-tiempo, con lo cual se elabora un mapa con los datos como el de la figura 14. Se repite lo mismo con el otro grillo con el que se quiere hacer la comparación (por ejemplo, primero un macho y después una hembra, o primero un adulto y después un joven).
- Paso 3: Se analizan los datos de posición registrados en los mapas de posición-tiempo y se elaboran las conclusiones.

Actividad 2

¿CÓMO SE ORGANIZAN LAS HORMIGAS DENTRO DEL HORMIGUERO?



Material para un grupo de cuatro personas

1 hormiguero con reina y una pequeña colonia de obreras (para todo el grupo clase). Los hormigueros se pueden pedir en préstamo en el CESIRE Àmbit Científic i Medi (ver la webgrafía) o adquirir en la tienda en línea Anthouse (ver la webgrafía), 4 lupas de mano, piedrecitas, briznas de hierba, bolitas de papel o de plastilina muy pequeñas u otros objetos similares, 4 espráis pequeños con cuatro tipos de fragancias diferentes.

Las ideas clave trabajadas con esta actividad

Idea 1. Existen diferentes estrategias metodológicas para investigar sobre el comportamiento de los animales y hay que escoger la que sea más adecuada a la investigación que se quiere llevar a cabo.

Idea 3. Los animales que viven en sociedades reparten las tareas entre los individuos que forman el grupo o la colonia, y se comunican entre ellos.

Descripción de la actividad y orientaciones didácticas

La estructura del hormiguero y sus elementos

Para hacer esta actividad se tendría que disponer de un hormiguero artificial de metacrilato con una pequeña colonia de hormigas y su reina. Describiremos la actividad a partir de los hormigueros de metacrilato que se pueden obtener en la tienda en línea Anthouse.es (figura 17), porque son los que consideramos más adecuados para trabajar en la escuela.

La estructura general de un hormiguero de este tipo consta de dos partes: el patio exterior y las galerías interiores. En los laterales de las galerías también hay dos esponjas que se deben mojar con el fin de mantener la humedad del hormiguero. En el patio exterior es donde dejaremos el alimento para que las hormigas lo recojan y lo entren dentro del hormiguero. En Martínez (2010) se puede encontrar toda la información sobre cómo cuidar a las hormigas. Recomendamos que la colonia elegida para el hormiguero sea de la especie *Messor barbarus*, de la que se puede encontrar información en Martínez (2011) y en Espadaler y Gusi (2007).

Las hormigas de la especie *Messor barbarus* son muy frecuentes en Cataluña y se alimentan principalmente de semillas, aunque también pueden comer restos de

insectos, azúcar y miel. En una colonia está la reina, que se distingue fácilmente porque es mucho mayor que las obreras, y las obreras. En esta especie en concreto, las obreras tienen morfologías diferentes que se pueden distinguir muy fácilmente por el tamaño. También es posible que haya huevos, larvas y pupas (figura 18).

Habitualmente, cuando se hace el pedido de un hormiguero, llegan el hormiguero y las hormigas por separado. Por una parte, se recibe el hormiguero vacío y, por la otra, la colonia de hormigas dentro de un tubo de ensayo tapado. Lo primero que se tendrá que hacer es ubicar el tubo de ensayo destapado dentro de la zona exterior del hormiguero, para que la colonia de hormigas pueda ocupar el interior. Este proceso de migración suele durar unas horas o, como máximo, un día.

Figura 17. Ejemplo de hormiguero de metacrilato.

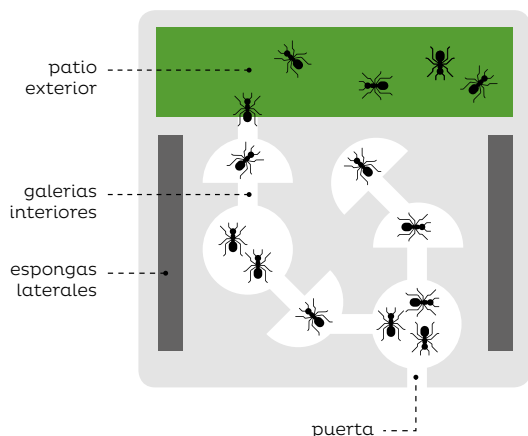
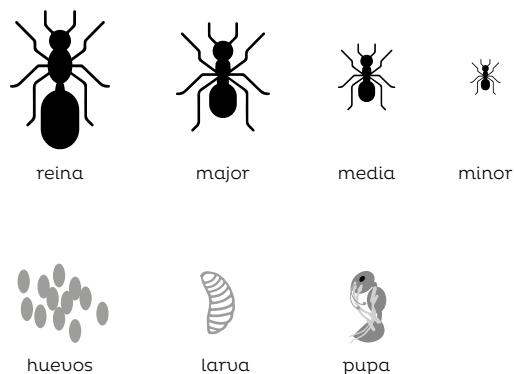


Figura 18. Diferencias entre las obreras y las reinas. Detalle de los huevos, larvas y pupas.



Diseñamos una investigación sobre cómo se organizan las hormigas dentro del hormiguero

Una vez que tengamos la colonia instalada y los niños la hayan podido observar durante unos días, les explicaremos que nos proponemos investigar sobre cómo las hormigas se organizan en el espacio del hormiguero.

Para empezar la investigación, escribiremos en un mural, donde sea bien visible, la pregunta investigable que nos hemos formulado: *¿Cómo se organizan las hormigas dentro del hormiguero?* A continuación, pediremos que, por grupos, piensen qué observaciones habría que hacer para dar respuesta a la pregunta

Debemos tener en cuenta que la estrategia de observación y obtención de datos ha de permitir registrar dónde están situados algunos de los diferentes elementos del hormiguero en diferentes momentos, tanto las hormigas reina y obreras como los huevos, las larvas, las pupas, las semillas o las hormigas muertas, si es el caso. Por lo tanto, a la hora de valorar y orientar las propuestas de los niños y niñas, la maestra o el maestro deben tener en cuenta que las observaciones se tendrían que hacer varias veces al día durante unos cuantos días (tres veces al día durante dos semanas, por ejemplo). Es muy importante que el grupo acuerde el tiempo de observación (por ejemplo, 2 minutos), y la actitud que deben mantener (silencio, no dar golpes, no hacer movimientos bruscos, etc.) con el fin de no alterar a las hormigas y procurar que estén lo más tranquilas posible y se pueda considerar que hacen vida “normal”.

Así pues, para ayudarlos a pensar en cómo hacer la investigación, el maestro o la maestra puede indicar que tienen que pensar sobre al menos cinco aspectos: a) las entidades que observar, es decir, *¿qué observaremos de*

dentro del hormiguero?; b) los periodos de observación, es decir, *¿en qué momentos observaremos el hormiguero?*; c) la duración de la observación, es decir, *¿qué duración tendrá la observación?, ¿cuántas veces lo observaremos (a lo largo del día, de la semana, etc.)?*; d) las variables que pueden afectar a la observación, es decir, *¿qué puede afectar a nuestra observación?, ¿qué tendremos que tener en cuenta para hacer una buena observación (tiempo de observación, actitud del observador, etc.)?*, y e) el material necesario para observar, es decir, *¿qué material necesitaremos?*, etc.

Dado que hay varias preguntas por responder, propondremos a los niños y las niñas que usen la estrategia de la hoja giratoria, de modo que el primer miembro del grupo responde la primera pregunta, el segundo miembro, la segunda, y así sucesivamente. Les recordaremos que, antes de escribir, cada uno tiene que comentar primero en voz alta con sus compañeros de equipo qué es lo que piensa escribir, de manera que puedan debatir si es pertinente. De esta forma todos los miembros del grupo participan en la labor de dar respuesta a las preguntas que se hayan formulado como preparación de la investigación.

Finalmente, cada grupo explicará su propuesta de investigación al resto de los grupos. En este punto, podemos decidir que entre todo el grupo clase se acuerde una sola investigación o que cada grupo haga una investigación diferente.

Observamos y analizamos los datos obtenidos de la investigación

Para ayudar a los niños a hacer el registro de las observaciones, podemos pensar y diseñar conjuntamente la ficha de observación que utilizaremos para recoger

datos. En esta ficha, como mínimo, tendría que figurar lo siguiente: a) el nombre de los observadores, la fecha y la hora de la observación; b) un plano del hormiguero (donde se vea claramente el patio exterior y todas las galerías interiores, que son los sitios por donde se pueden mover las hormigas), y c) un espacio para otras observaciones, en el que los observadores puedan hacer los comentarios que consideren pertinentes.

Antes de empezar con las observaciones, es aconsejable pactar un código que nos permita registrar rápida y fácilmente, la ubicación de todos los elementos que se haya decidido observar. Estos códigos pueden ser letras (como por ejemplo, R-Reina, O-Obreras, H-huevos, A-Alimento) o códigos de colores (como por ejemplo, punto rojo para la reina, punto verde para las obreras, punto amarillo para los huevos, punto naranja para los alimentos). En función de cómo planteemos la observación y de las obreras que tengamos en el hormiguero, puede ser interesante distinguir entre tipos de obreras y establecer un código diferente para cada una de ellas. La leyenda con los códigos pactados con todo el grupo clase tendría que ser fácilmente accesible para todo el mundo, ya sea en la misma ficha de observación o en un mural colgado en la clase. Puesto que el periodo de observaciones es largo, habrá que repartir los turnos de observación entre los niños y las niñas de la clase de modo que, al final, todos hayan hecho el mismo número de observaciones.

En la ficha de observación, las niñas y los niños anotarán la ubicación de los elementos del hormiguero sobre el plano, utilizando los códigos pactados entre todo el grupo clase. Una vez rellenada la ficha, el grupo de observadores tendría que guardarla bien ordenada en un fichero. Para facilitar el trabajo de ordenación, se pueden numerar todas las fichas que los niños y las niñas utilicen.

Una vez finalizado el periodo de observación, es el momento de analizar los datos obtenidos y registrados en las fichas de observación. Por eso haremos tantas copias del conjunto de datos como grupos tengamos en el aula. Para analizar los datos, es necesario que tengamos muy claras las preguntas concretas a las que queremos dar respuesta. Por ejemplo, en relación con la ubicación de los elementos observados: *¿En qué sitios del hormiguero vive la reina? ¿Por dónde se mueven las obreras? ¿En qué galerías se guarda la comida (ejemplo, las semillas)? ¿En qué galerías hay los huevos?, ¿y las larvas?, ¿y las pupas? ¿Quién sale al patio exterior?* También podemos hacernos preguntas de análisis con respecto a los cambios temporales en las ubicaciones: *¿La reina ha estado siempre en el mismo lugar durante el periodo de observación? ¿Ha cambiado la ubicación de las semillas durante el periodo de observación?, ¿y la de las larvas?, ¿y la de los huevos? ¿Se observan cambios de ubicación de las obreras según la hora del día?, etc.* Aparte de las preguntas que hemos sugerido, también se puede pedir a los alumnos que propongan sus propias preguntas de análisis. Todas estas preguntas, que siempre deben ser muy concretas, nos servirán para ir guiando poco a poco el análisis de los datos obtenidos durante las observaciones, y también nos resultarán útiles para establecer una conclusión que finalmente nos permita dar una respuesta mucho más completa y precisa a la pregunta general que nos hacíamos al principio de la investigación sobre cómo se organizan las hormigas dentro del hormiguero.

Otras investigaciones

Una vez establecidas las conclusiones de la investigación sobre la organización del espacio, propondremos continuar el estudio formulándonos nuevos interrogantes. Por ejemplo, nos podemos plantear qué pasa

con la ubicación de las hormigas si mantenemos una de las esponjas laterales más húmeda que la otra. Este estudio es interesante, porque las hormigas son bastante sensibles a la humedad, sobre todo si en el hormiguero hay huevos y larvas, de manera que si mantenemos un lateral más húmedo es probable que se trasladen hacia dicho lateral. Para este tipo de investigación podemos utilizar la misma estrategia descrita anteriormente, pero realizando una parte de las observaciones después de haber humedecido más una de las esponjas laterales, y comparando los resultados entre una y otra situación.

También puede ser interesante introducir elementos extraños dentro del hormiguero. Los hormigueros actuales de Anthouse.es tienen una pequeña puerta (ver la figura 17) que comunica directamente con el espacio de galerías interiores y que normalmente tendremos que mantener cerrada. Sin embargo, dicha puerta se puede abrir momentáneamente para introducir algún elemento dentro del hormiguero, por ejemplo, una brizna de hierba muy pequeña, granitos de arena, piedrecitas muy pequeñas, un trocito de papel, de ropa o de plastilina, etc. Puede ser interesante observar qué hacen las hormigas con estos elementos extraños. Para este tipo de investigación podemos utilizar la misma estrategia descrita con anterioridad, pero haciendo un seguimiento específico del elemento extraño que hayamos introducido en el hormiguero.

Representamos la comunicación entre hormigas

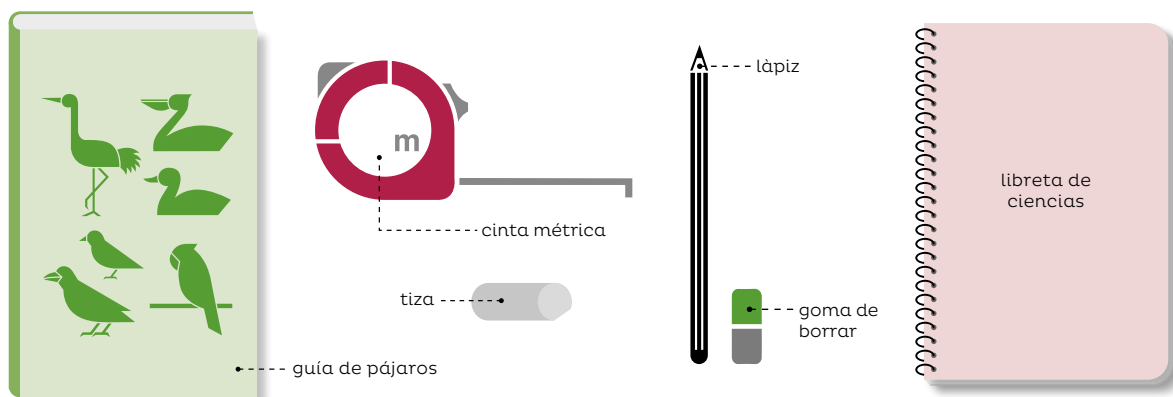
Al terminar las investigaciones anteriores, explicaremos que en una colonia de hormigas es necesario que exista algún sistema de comunicación entre los individuos que la forman. Preguntaremos lo siguiente: *¿Cómo os parece que se comunican las hormigas entre ellas?*

Después de comentar con todo el grupo clase las respuestas a esta pregunta, pediremos a los niños y las niñas que observen qué hacen las hormigas cuando se encuentran mientras andan y que anoten la conducta que ven. En general, cuando las hormigas se cruzan dentro del hormiguero se tocan las antenas entre ellas. Preguntaremos lo siguiente: *¿Por qué creéis que se tocan las antenas las unas a las otras?* Si no aparece en la conversación, les explicaremos que las hormigas captan olores con las antenas y que el contacto de las antenas es un instrumento de comunicación. También les podemos proponer que hagan una búsqueda bibliográfica sobre los tipos de comunicación en las hormigas y que resuman las informaciones que hayan encontrado.

A continuación propondremos un juego de simulación para entender un poco más la comunicación a través de los olores. Pediremos que cada miembro del grupo lleve un perfume en espray, colonia, etc. con una fragancia diferente. Cuando dispongamos de los diferentes espráis, pediremos que elaboren un código de comunicación que haga corresponder una determinada información a una determinada fragancia. Por ejemplo: el olor de la fragancia 1 significará ‘peligro’, el olor de la fragancia 2 significará ‘hay alimento’, etc. Con estos códigos podemos proponerles que jueguen a pasarse información y que observen si el comportamiento global de los compañeros y compañeras se parece al que han observado en el hormiguero de la clase o en hormigas salvajes.

Actividad 3

OBSERVAMOS EL COMPORTAMIENTO DE LOS PÁJAROS DEL PATIO



Material para un grupo de cuatro personas

Guía de pájaros o fotocopias de los pájaros que se quieran analizar, cinta métrica (que pueda medir 20 m o más), tiza (o cualquier otro utensilio u objeto para marcar puntos en un recorrido), tabla de registro de datos, lápiz y goma, folios o libreta de ciencias

Las ideas clave trabajadas con esta actividad

Idea 1. Existen diferentes estrategias metodológicas para investigar sobre el comportamiento de los animales y hay que escoger la que sea más adecuada a la investigación que se quiere llevar a cabo.

Idea 4. Los animales tienen diferentes distancias y estrategias de huida ante sus posibles depredadores.

Idea 5. Un comportamiento concreto que muestra un animal se puede analizar a partir de la relación entre los beneficios que obtiene aquel individuo o grupo de dicho comportamiento, y los costes que le representa con respecto a consumo energético o posibilidades de supervivencia.

Descripción de la actividad y orientaciones didácticas

Preparamos la investigación

Esta propuesta encaja muy bien en cualquier proyecto que se esté llevando a cabo sobre los pájaros del entor-

no inmediato de la escuela, o en un proyecto más amplio de estudio y conservación de la biodiversidad del patio de la escuela.

Presentaremos a los niños y las niñas la propuesta de investigación a partir de la información siguiente: *"El crecimiento de la población humana ha provocado una fragmentación del territorio y ha comportado que, en los medios urbanos, los encuentros entre humanos y pájaros sean más frecuentes. Esto genera que algunos ambientes no sean adecuados para algunas especies de pájaros, porque perciben a los humanos como posibles depredadores. Varios estudios científicos muestran que la tolerancia a la presencia humana de las diferentes especies de pájaros es muy variada. Conocer mejor el grado de tolerancia que varias especies de pájaros tienen a la presencia humana nos debería ayudar a diseñar mejor los espacios donde humanos y pájaros convivimos más a menudo en los ambientes urbanos: parques, jardines, patios escolares, etc."*

Explicaremos que lo que les proponemos es investigar sobre este aspecto aprovechando los pájaros que viven en el patio de nuestra escuela.

Para empezar, lo primero que tendremos que hacer será identificar qué especies de pájaros podemos observar fácilmente en el patio de la escuela con la ayuda de una guía de pájaros o de fotocopias de los pájaros más frecuentes en el entorno de la escuela. Aunque esto dependerá de la zona geográfica donde esté situado el patio y de las características concretas del entorno inmediato de la escuela, hay algunos pájaros que fácilmente se pueden observar en la mayoría de patios, por ejemplo: el gorrión común (*Passer domesticus*), la tórtola turca (*Streptopelia decaocto*), la urraca (*Pica pica*), la paloma (*Columba livia domestica*), la gaviota

patiamarilla (*Larus michahellis*), la aguzanieves (*Motacilla alba*) o el mirlo (*Turdus merula*). En cualquier caso, para la propuesta que presentamos, siempre debe tratarse de pájaros que coman en el suelo.

Una vez seleccionados los pájaros que serán objeto de nuestro estudio, formularemos una pregunta general que nos enmarque el problema, como esta: *¿Las diferentes especies de pájaros del patio reaccionan igual ante nuestra presencia?* Acto seguido, preguntaremos a los alumnos qué respuestas darían a esta pregunta, qué argumentos ofrecerían para justificar sus respuestas, y de qué formas les parece que podríamos investigar esta pregunta. A partir de las aportaciones de los niños y las niñas, se puede hacer una lista de buenas ideas, a la que añadiremos nuestras propias aportaciones a partir de la información que exponemos a continuación.

En relación con las razones para emprender el vuelo, vale la pena que la maestra o el maestro sepa que la decisión de un pájaro sobre si debe echar a volar ante la presencia de un predador (o de una persona) le comportará ciertos beneficios y costes. Volar lo beneficia porque reduce las posibilidades de ser capturado por el predador, pero también le supondrá costes, como atraer otros predadores con su movimiento, abandonar la fuente de alimento, consumir energía durante el vuelo, etc.

Sobre cómo se tiene que plantear la investigación, vale la pena que la maestra conozca que las reacciones de los pájaros ante la presencia humana suelen investigarse a partir de la determinación de la denominada *distancia de seguridad*, que varía según la especie concreta de pájaro. Las diferencias en las distancias de seguridad entre especies distintas de pájaros pueden ser debidas al uso de diferentes estrategias de huida (altura del vuelo, presencia y proximidad de sitios de refugio)

o del tamaño del pájaro (las especies más grandes suelen tener distancias de seguridad mayores porque consumen más energía para volar y, por lo tanto, se elevan antes una vez que han detectado un posible predador).

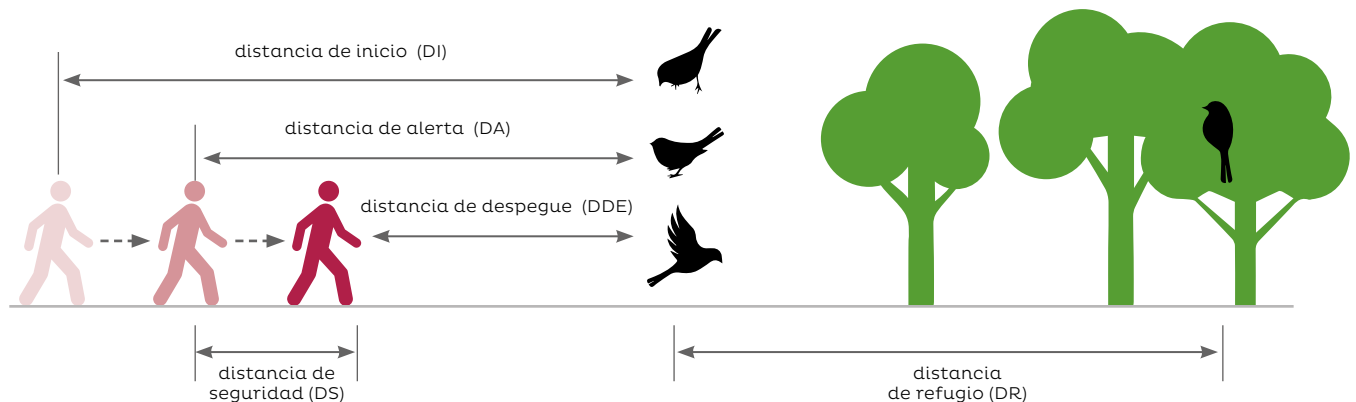
Proponemos que el maestro o la maestra utilicen la estrategia metodológica que describimos a continuación, que es una adaptación de la que los científicos emplean en este tipo de investigaciones (Tätte, Møller, i Mänd, 2018). Para estudiar el grado de tolerancia de los pájaros a la presencia humana, se utilizan varias variables (figura 19). La distancia de inicio (DI) es la distancia a la que se sitúa el observador con respecto al pájaro (o grupo de pájaros) que está estudiando. La distancia de alerta (DA) es la distancia entre el observador y el pájaro (o grupo de pájaros), que medimos cuando los pájaros están en alerta (por ejemplo: cuando dejan de comer y levantan la cabeza mirando en dirección al

observador). La distancia de despegue (DDE) es la distancia que medimos entre el observador y los pájaros cuando estos levantan el vuelo para alejarse del observador. Finalmente, la distancia de refugio (DR) es la distancia que hay entre el punto donde estaba el pájaro cuando ha emprendido el vuelo y el sitio donde ha decidido refugiarse (un árbol, un edificio, un lugar más allá del patio, etc.).

Recogemos datos en el patio de la escuela

Empezaremos la actividad seleccionando cuáles de las especies de pájaros que hemos observado en el patio formarán parte de nuestro estudio. Por su ubicuidad y su presencia en muchos patios escolares, supondremos que se han seleccionado dos especies: el gorrión común (*Passer domesticus*) y la tórtola turca (*Streptopelia decaocto*).

Figura 19. Variables utilizadas en la investigación sobre la tolerancia de los pájaros a la presencia humana.

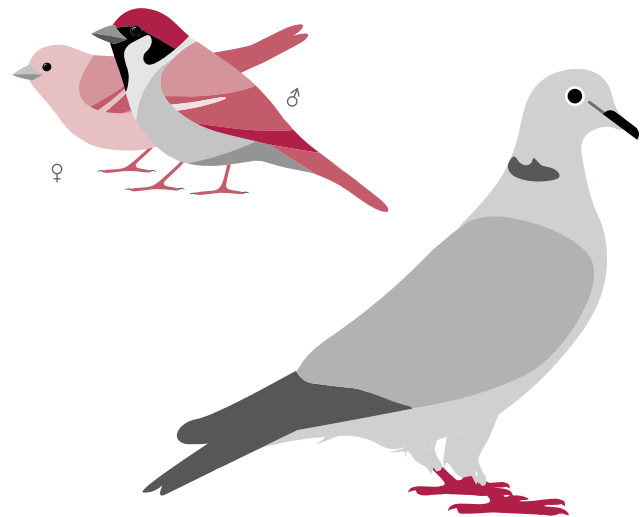


El gorrión común nos irá bien porque podemos distinguir los machos de las hembras muy fácilmente, tal como se aprecia en la figura 20. Esta distinción no es posible en la tórtola turca, pero al ser un pájaro mayor podremos comparar si la distancia de alerta es la misma según el tamaño del pájaro. Evidentemente, si en el patio o en el entorno inmediato de la escuela existen otras especies de pájaros fácilmente observables (urracas, palomas, gaviotas patiamarillas, mirlos, etc.), las podemos incorporar a nuestro estudio. Las observaciones para recoger datos se pueden realizar tanto en días soleados como en días nublados, pero evitaremos los días que haga viento o que llueva.

Una vez elegidas las especies que formarán parte de la investigación, explicaremos la estrategia general para obtener los datos, partiendo de las variables expuestas en la figura 19.

La estrategia es relativamente sencilla. Los niños y las niñas, en grupos de tres, se repartirán las tareas. Dos personas anotarán las distancias, mientras que la tercera será la que caminará en dirección a los pájaros. Es importante hacer las observaciones en momentos en los que el patio no esté muy concurrido, a no ser que la presencia de otras personas en el patio sea una de las variables que se quiera estudiar. El niño o niña que anda se tiene que dirigir hacia los pájaros caminando siempre al mismo paso y sin hacer gestos o movimientos bruscos. Tendrá que iniciar su recorrido desde una distancia mínima de 30 metros con respecto al pájaro o grupo de pájaros hacia el que se dirige. Marcará el punto de inicio de la caminata con una tiza o algún otro tipo de marcador (dejando una pieza de ropa u otro objeto en el punto de partida). Si se llevan a cabo varias observaciones seguidas, se debe procurar no seleccionar un mismo pájaro o grupo de pájaros. En caso de que

Figura 20. Gorrión común (macho y hembra, izquierda) y tórtola turca (derecha).



los pájaros vayan en grupo, habrá que anotar el número de individuos, pero el alumno/a que anda tendrá que escoger a uno como referencia para determinar las distancias. Es recomendable llevar ropa discreta, andar a una velocidad de 1 paso/segundo siempre en línea recta e iniciando la aproximación cuando no haya obstáculos en medio, de modo que los pájaros a los que nos acercamos nos puedan ver.

A medida que el niño o la niña se vaya acercando a los pájaros, tiene que estar muy atento a su comportamiento porque en un momento determinado se in-

quietarán (levantarán la cabeza, se moverán un poco, etc., pero no se elevarán). En este instante el niño que está andando tendrá que marcar el punto del recorrido en el que se encuentra (distancia de alerta). El niño o niña, sin embargo, debe seguir andando hasta que los pájaros levanten el vuelo y se alejen. Este punto del recorrido también se tiene que marcar (distancia de despegue). Todos los miembros del grupo mirarán donde aterrizan de nuevo los pájaros y medirán la distancia desde donde se han elevado hasta el refugio (distancia de refugio). En caso de que la distancia de refugio sea demasiado larga (por ejemplo, sobrepase el patio) podemos poner el símbolo “>” y a continuación los metros medidos. Si se trata de un grupo con más de un individuo, se medirá la distancia del que se haya quedado más cerca.

Puesto que determinar los puntos exactos donde se deben realizar las medidas puede ser dificultoso, seguramente habrá que dedicar unas cuantas sesiones a entrenarse en la observación y la toma de datos.

Una vez determinados todos los puntos, se medirán las distancias con una cinta métrica. Las medidas obtenidas se registrarán en una tabla de datos como la que mostramos en la figura 21. También es muy importante que se anoten las condiciones meteorológicas durante la observación y se describan las características del entorno (por ejemplo, pista deportiva, patio con árboles, patio con edificios próximos, etc.) o se tome una fotografía. Sería interesante que se recogieran muchos datos. Es una ocasión muy buena para introducir la necesidad de fijarnos en ciertos valores (distancias

Figura 21. Ejemplo de tabla para recoger los datos sobre las diferentes distancias.

Fecha		Hora de inicio:		Hora final:	
Observadores					
Descripción del entorno (adjuntar foto o croquis)					
Condiciones meteorológicas					
Otras observaciones (niños en el patio, ruidos, etc.)					
Especie	Individuo o grupo (miembros)	Distancia de alerta (DA) (m)	Distancia de despegue (DDE) (m)	Distancia de seguridad (DS=DA-DDE) (m)	Distancia de refugio (DR) (m)
Gorrión	Grupo (4♀ i 3♂)	12	9	3	6
Gorrión	Individuo	10,5	9	1,5	8
Tórtola turca	Individuo	18	12	6	10
Tórtola turca	Individuo	16,5	12,5	4	>20

mínimas, distancias máximas) y hacer algunos cálculos estadísticos (distancia media).

La recopilación de datos se tendría que llevar a cabo en diferentes días. Una posibilidad es obtener unas diez aproximaciones por especie, pero en diferentes días y distintos momentos del día, para no habituar a los individuos.

Analizamos los datos y establecemos conclusiones empíricas

Después de recoger los datos y registrarlos en una tabla, propondremos que los analicen y que intenten identificar qué patrones se pueden observar. Por ejemplo, en la tabla de la figura 21 podemos observar que tanto la distancia de alerta como la distancia de despegue son mayores en el caso de la tórtola turca que en el caso del gorrión. Así, podemos afirmar que la distancia de seguridad de la tórtola es mayor que la del gorrión y, por lo tanto, reaccionan más rápidamente a la presencia de las personas. También podemos observar que la distancia de refugio es mayor en el caso de la tórtola turca que en el caso del gorrión.

Evidentemente podemos decidir utilizar menos información, de modo que la tabla de la figura 21 se puede simplificar y adaptar a cada situación concreta. Asimismo, podemos decidir tomar las medidas en centímetros, y así calcular siempre con números enteros y no tener que usar decimales.

Observando el conjunto de datos recogidos, es fácil pensar en varias preguntas que podemos responder a partir del análisis minucioso de la tabla. Por ejemplo: *¿Qué pájaro tiene la distancia de alerta más corta (más larga)?, ¿qué pájaro tiene la distancia de despegue más*

corta (más larga)? ¿Existen diferencias entre machos y hembras de gorriones en relación con la distancia de alerta y la distancia de despegue? ¿Cuál es la mínima distancia de refugio para el gorrión?, ¿y la máxima?, ¿y para la tórtola turca?

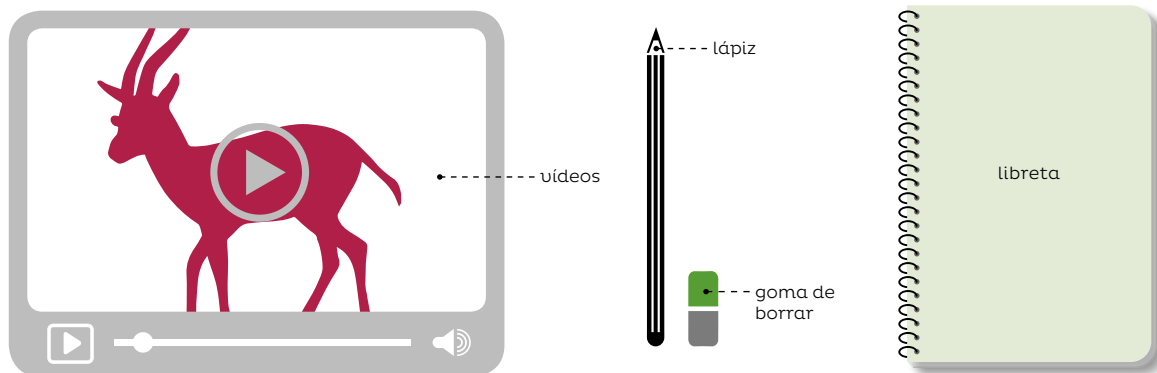
Otras preguntas pueden hacer referencia a las condiciones del entorno. Por ejemplo: *¿Para cada especie de pájaro observada, es igual la DA y la DDE según las características del lugar (lugar abierto como una pista polideportiva o lugar más cerrado como el bosquecillo de los pequeños)?, ¿depende de la hora del día la DA y la DDE?*

Fijándonos en la distancia de seguridad podemos preguntarnos lo siguiente: *¿Para cada especie de pájaro, la distancia de seguridad cambia entre el invierno y la primavera? ¿Depende del tamaño del pájaro la distancia de seguridad? ¿La distancia de seguridad cambia según si el pájaro está solo o forma parte de un grupo? ¿La distancia de seguridad varía según si el pájaro está en un lugar con mucho alimento o con poco alimento?*

Para cada pregunta de las anteriores, hará falta analizar los datos recogidos y establecer las conclusiones empíricas correspondientes. A partir de aquí plantearemos preguntas a los niños y las niñas que los conduzcan a construir explicaciones de los resultados obtenidos, porque no solo nos interesa establecer hechos, sino intentar interpretarlos. Por ejemplo, podemos preguntar lo siguiente: *¿Cómo es que las tórtolas tienen una distancia de seguridad mayor que los gorriones?* Como pista para que piensen posibles respuestas a esta pregunta (o a otras similares), les comentaremos que tengan en cuenta la relación entre costes y beneficios, tal como se ha comentado en la información teórica sobre cómo investigar el comportamiento animal al inicio de este bloque de actividades.

Actividad 4

¿CÓMO PODRÍAMOS EXPLICAR EL COMPORTAMIENTO DEL ANTÍLOPE SPRINGBOK?



Material para un grupo de cuatro personas

Vídeo 1:

<https://www.youtube.com/watch?v=qr5Sru8gGsk>

Vídeo 2:

<https://www.youtube.com/watch?v=jMliB9DnRXg>

Lápiz y goma, folios o libreta de ciencias.

Las ideas clave trabajadas con esta actividad

Idea 1. Existen diferentes estrategias metodológicas para investigar sobre el comportamiento de los animales y hay que escoger la que sea más adecuada a la investigación que se quiere llevar a cabo.

Idea 5. Un comportamiento concreto que muestra un animal se puede analizar a partir de la relación entre los beneficios que obtiene aquel individuo o grupo de dicho comportamiento, y los costes que le representa con respecto a consumo energético o posibilidades de supervivencia.

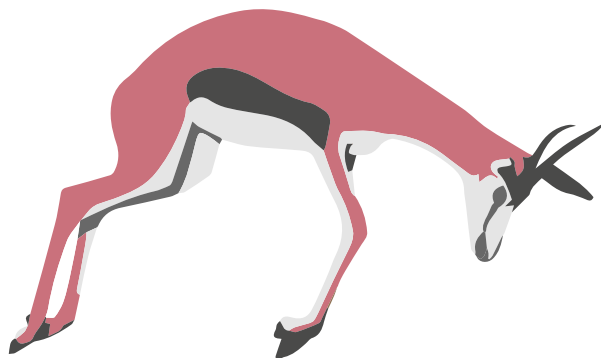
Descripción de la actividad y orientaciones didácticas

Esta actividad no conducirá a recoger datos reales como las anteriores sino que encaminará a formular hipótesis sobre la conducta de un animal observada sobre el terreno, y a proponer posibles investigaciones para comprobar la hipótesis formulada.

Empezaremos la actividad visionando los vídeos sobre el comportamiento del antílope springbok que vive en las sabanas del sur de África (ver enlaces en la lista de materiales). En estos vídeos se observa un comportamiento muy especial del antílope springbok (*Antidorcas marsupialis*), que en inglés se conoce con el nombre de *stotting* o *pronking*. Se trata de un salto que dan los individuos de esta especie botando en el aire simultáneamente con las cuatro extremidades, manteniéndolas muy rectas y estiradas, y arqueando la espalda.

Además de los antílopes springbok, este comportamiento también es característico de la gacela de

Comportamiento conocido como *stotting* o *pronking*



Thomson (*Eudorcas thomsonii*) y de otros antílopes, así como de algunas razas de ovejas y cabras.

En primer lugar visualizaremos el vídeo 1, donde se puede ver este comportamiento en un grupo de antílopes springbok en presencia de un predador, el guepardo (*Acinonyx jubatus*). Después de ver el vídeo, pediremos a los niños y las niñas que, por parejas, piensen sus hipótesis. Utilizaremos preguntas como estas: *¿Por qué creéis que los antílopes springbok saltan de esta manera cuando hay un predador cerca?* o *¿por qué creéis que los antílopes springbok tienen este comportamiento cuando hay un predador cerca del grupo?* Dejaremos unos minutos de tiempo para que las parejas puedan comentar sus ideas y formular sus hipótesis.

Aprovecharemos para recordar a los niños y niñas que una hipótesis es una explicación que consideramos plausible, pero que habrá que comprobar empíricamente. Podría ser que los niños y las niñas propusieran hipótesis como las siguientes: *quizás es para despistar al predador, o bien porque botando se alejan más rápido que corriendo, o porque botando avisan a los otros individuos del grupo de que hay un peligro*. Todas las hipótesis que aporten las diferentes parejas serán bienvenidas.

En caso de que una pareja no exprese claramente su hipótesis, intervendremos para que la clarifiquen: *¿Podéis explicarlo un poco más...?*, *¿qué queréis expresar cuando decís...?* o bien, a ver si lo he entendido bien; *¿vosotros queréis decir que...?*, etc. Para asegurarnos de que todos los niños y niñas comprenden las hipótesis expuestas, la maestra o el maestro puede intervenir de la forma siguiente: *¿Quién podría repetir lo que ha dicho con otras palabras?*, *¿podría explicar lo que ha dicho con vuestras propias palabras?*, *¿alguien*

puede repetir lo que ha dicho?, etc. Las hipótesis que vayan apareciendo pueden quedar anotadas en la pizarra.

A partir de aquí pediremos a los niños y niñas que piensen cómo podrían comprobar sus hipótesis. Por eso les pediremos que elijan la hipótesis que consideren más probable, que formulen las predicciones que se desprenden de esta y las observaciones que tendríamos que hacer para considerar que tenemos evidencias a favor de nuestra hipótesis. Por ejemplo, si la hipótesis es que *botando avisan a los otros individuos del grupo de que hay un peligro*, entonces podemos predecir que los springbok solo manifestarán el comportamiento de *stotting* cuando haya un predador cerca (predicción), de modo que solamente observaremos el comportamiento de *stotting* en presencia de predadores y nunca lo observaremos cuando no haya ningún predador cerca (observaciones que habría que hacer para comprobar la hipótesis). En caso de que observemos el comportamiento de *stotting* sin la presencia de un predador, entonces nuestra hipótesis no será válida. Para facilitar este tipo de razonamientos entre hipótesis, predicciones y observaciones, escribiremos en la pizarra un ejemplo de cómo se debe razonar, utilizando la estructura de frase siguiente (o una similar): *Si [hipótesis], entonces [predicción], y por lo tanto tendríamos que observar que [observación]. Por el contrario, si observamos que [observación], tendríamos una evidencia que no iría a favor de nuestra hipótesis*. Para el ejemplo que hemos dado la frase podría ser semejante a la siguiente: *Si los springbok botan para avisar a los demás de la presencia de un predador, entonces veremos el comportamiento de stotting solo cuando haya un predador cerca, y, por lo tanto, tendríamos que observar el comportamiento de stotting solo en este caso. Por el contrario, si observamos el comporta-*

miento de stotting cuando no hay depredadores, tendríamos una evidencia que no iría a favor de nuestra hipótesis.

Una misma hipótesis puede conducir a predicciones y observaciones diferentes, siempre que sean coherentes con la hipótesis formulada. Por ejemplo, la misma hipótesis anterior puede derivar en otro razonamiento: *Si los springbok botan para avisar a los demás de la presencia de un predador, entonces veremos el comportamiento de stotting solo cuando los springbok estén en grupo. Por el contrario, si observamos el comportamiento de stotting cuando un individuo está solo, tendremos una evidencia que no iría a favor de nuestra hipótesis*. En esta hipótesis el énfasis se pone en el hecho de avisar a otros individuos, y no en la presencia de un predador. Evidentemente, los dos razonamientos se pueden unir y construir uno solo más complejo.

Es muy importante que la maestra acompañe a los niños y las niñas en la formulación de estos razonamientos hipotético-deductivos, porque la mayoría de los niños no estarán en absoluto acostumbrados. Es importante hacer que se den cuenta de que, en primer lugar, tenemos la hipótesis que pensamos que nos explica la observación realizada, y que a partir de esta hipótesis formulamos una predicción, la cual a su vez determina lo que deberíamos observar para confirmar la hipótesis, o qué tipo de observación nos conducirá a rechazarla.

Una vez hecho todo esto, visionaremos el vídeo 2. En este caso se puede observar el mismo comportamiento pero en otras circunstancias. Se trata de una situación en la que no hay un predador, sino que se observa el comportamiento de *stotting* pasados unos días después de una fuerte tormenta que ha hecho aparecer

pequeños brotes de hierba tierna. Comentaremos las circunstancias en las que se registró la grabación y pediremos a los niños y niñas que nos digan a favor, o en contra, de cuál de las hipótesis que teníamos al inicio va esta nueva observación.

Una vez finalizada la conversación anterior, podemos comentar que los científicos y científicas todavía no se han puesto completamente de acuerdo sobre cuál o cuáles son las hipótesis más plausibles para explicar el comportamiento de *stotting*. Varios investigadores han propuesto hipótesis diferentes, algunas de las cuales exponemos a continuación:

- Permite saltar por encima de la hierba alta y ver a los predadores más fácilmente.
- Este comportamiento asusta o despista a los predadores, de modo que deja más tiempo al antílope springbok para escapar.
- Es una señal de alarma, para alertar a los miembros del rebaño de que hay un predador cerca.
- Es un juego, que solo hacen los individuos jóvenes.
- Es una manera de atraer la pareja, mostrando que eres un macho vigoroso.
- Es una señal para avisar a los predadores de que el individuo está en buenas condiciones físicas para saltar y, por lo tanto, también para correr.

Si se quiere, se pueden contemplar todas estas hipótesis y considerar, en cada caso, qué predicciones se derivarían y qué observaciones irían a favor o en contra de la hipótesis.

Al terminar todo este proceso, plantearemos a los niños y las niñas que este tipo de trabajo, que combina el hecho de pensar y observar, es lo que hacen los estudiosos del comportamiento animal. Aprovecharemos para trabajar la figura de la científica Jane Goodall, mundialmente famosa por sus estudios sobre el comportamiento de los chimpancés. En el apartado de bibliografía para usar en las actividades se pueden encontrar varios libros informativos, así como cuentos sobre la vida y obra de esta prestigiosa investigadora del comportamiento animal (Cerocchi i Sánchez Vergara, 2019; Goodall, 2015; López, Coronado i Roca, 2019; Ottaviani i Wicks, 2015). También se puede consultar información en la web del Instituto Jane Goodall (ver la webgrafía). En este caso dejamos a criterio del maestro o la maestra el tipo de información que sería interesante recoger de las lecturas realizadas, pero siempre con el objetivo de elaborar una pequeña biografía de la investigadora y un resumen de sus principales aportaciones al estudio del comportamiento animal.

Bibliografía de interés para las actividades

CEROCCHI, B.; SÁNCHEZ VERGARA, M. I. (2019). *Pequeña y grande Jane Goodall*. Barcelona: Alba Editorial.

GOODALL, J. (2015). *Jane Goodall. Una vida dedicada al estudio de los chimpancés salvajes de África*. Barcelona: National Geographic- RBA Revistas.

KIPLING, R. (2017) *Precisament així*. Barcelona: Editorial Juventud.

LÓPEZ, J.A; CORONADO, A.; ROCA, O. (2019) *Jane Goodall. La mejor amiga de los chimpancés y de la naturaleza*. Barcelona: Schakleton Books.

OTTAVIANI, J.; WICKS, M. (2015). *Primates. la intrépida ciencia de Jane Goodall, Dian Fossey y Biruté Galdikas*. Barcelona: Norma Editorial.

PENNYPACKER, S.; TANAKA, Y. (2009). *La niña de los gorriones*. Barcelona: Editorial Joventut.

Bibliografía web

Anthouse <https://anthouse.es/>

Cápsula “Planificamos un diseño experimental con control de variables”. Proyecto Investigamos en primaria-EduCaixa, dirigido por el Grupo de Investigación CODI (UVic-UCC). Disponible en línea: https://educaixa.org/microsites/investiguem_a_primaria/Planificamos_un_diseño_experimental_con_control_de_variables/

Cápsula “Evaluamos un diseño experimental con control de variables”. Proyecto Investigamos en primaria-EduCaixa, dirigido por el Grupo de Investigación CODI (UVic-UCC). Disponible en línea en

https://educaixa.org/microsites/investiguem_a_primaria/Evaluamos_un_diseño_experimental_con_control_de_variables/

Cápsula “Estrategias para investigar el comportamiento de los animales”. Proyecto Investigamos en primaria-EduCaixa, dirigido por el Grupo de Investigación CODI (UVic-UCC). Disponible en línea en https://educaixa.org/microsites/investiguem_a_primaria/Estrategias_para_investigar_el_comportamiento_de_los_animales/

CESIRE Àmbit Científic i Medi: <https://agora.xtec.cat/cesire/categoria/ambits/ciencies/>

Instituto Jane Goodall (<https://janegoodall.es/es/>).

Referencias bibliográficas

AMAT, A.; MARTÍ, J.; GRAU, V. (2016). *Investiguem la matèria*. Barcelona: Institut Municipal d'Educació.

AMAT, A.; MARTÍ, J.; DARNÉ, I. (2017). *Investigamos como funciona el cuerpo humano*. Barcelona: IMEB-FCRI-Educaixa de l'Obra Social “la Caixa”.

CODONY, L, AMAT, A.; JIMENEZ, I. (2020) *!El lobo nos ha visitado! ¿Puede quedarse a vivir en los Pirineos?* Aula de Innovación Educativa, 290: 41-45.

DOMÈNECH, A. M.; MÁRQUEZ, C. (2014). “Which Perspectives Are Referred in Students' Arguments About a Socio-scientific Issue? The Case of Bears' Reintroduction in the Pyrenees”. A: Bruguère, C. et al. (ed.). *Topics and Trends in Current Science Education: 9th ESERA 71 Conference Selected Contributions*, Contributions from Science Education Research. Springer: Dordrecht.

ESPADALER, X.; GUSI, A. (2007). *Messor. Les formigues (re) col·leccionistes. Ciència i Art*. Granollers: Museu de Granollers-Ciències Naturals.

GONZÁLEZ DEL SOLAR, R.; MARONE, L. (2001). "The 'freezing' of science: consequences of the dogmatic teaching of ecology". *BioScience*, 51(8), p. 683-686.

GRAU, V.; AMAT, A.; MARTÍ, J. (2019). *Investigamos los fenómenos astronómicos*: IMEB-FCRI-Fundació Bancària "la Caixa".

GROTZER, T. A.; BASCA, B. B. (2003). "How does grasping the underlying causal structures of ecosystems impact students' understanding?". *Journal of Biological Education*, 38(1), p. 16-29.

JURADO, C.; MARTÍ, J.; SEGALÉS, D. (2001). "Una xarxa de relacions al bosc: una proposta per treballar l'organització dels ecosistemes a cycle superior de primària". *Perspectiva Escolar*, núm. 257, p. 16-23.

LAWSON, A. E. (2003). "The nature and development of hypothetico-predictive argumentation with implications for science teaching". *International Journal of Science Education*, 25(11), p. 1387-1408.

LEACH, J.; DRIVER, R.; SCOTT, P.; WOOD-ROBINSON, C. (1996). "Children's ideas about ecology 3: ideas found in children aged 5-16 about the interdependency of organisms". *International Journal of Science Education*, 18(2), p. 129-141.

MARTÍ, J. (2012). *Aprender ciencias en la educación primaria*. Barcelona: Graó.

MARTÍNEZ, R. (2010). *Criar hormigas*. Albacete: Ediciones QVE.

MARTÍNEZ, R. (2011). *La hormiga recolectora Messor barbarus. Biología y cuidados*. Albacete: Ediciones QVE.

NRC (2007). *Taking science to school. Learning and teaching science in grades K-8*. Washington DC: National Academies Press.

PENNER, D. E. (2000). "Explaining systems: Investigating middle school students' understanding of emergent phenomena". *Journal of Research in Science Teaching*, 37(8), p. 784-806.

RIECKMANN, M. (2017). *Education for sustainable development goals: Learning objectives*. UNESCO Publishing.

SIMONNEAUX, L.; SIMONNEAUX, J. (2009). "Students' socio-scientific reasoning on controversies from the viewpoint of education for sustainable development". *Cultural Studies of Science Education*, 4, p. 657-687.

SINATRA, G. M.; BREM, S. K.; EVANS, E. M. (2008). "Changing Minds? Implications of Conceptual Change for Teaching and Learning about Biological Evolution". *Evolution: Education and Outreach*, 1(2), p. 189-195.

STROMMEN, E. (1995). "Lions and tigers and bears, Oh my!: Children's conceptions of forests and their inhabitants". *Journal of Research in Science Teaching*, 32, p. 683-698.

TÄTTE, K.; MØLLER, A. P.; MÄND, R. (2018). "Towards an integrated view of escape decisions in birds: relation between flight initiation distance and distance fled". *Animal Behaviour*, 136, p. 75-86.

WHITE, P. A. (1997). "Naïve ecology: Causal judgments about a simple ecosystem". *British Journal of Psychology*, 88, p. 219-233.

WILSON, D. E.; MITTERMEIER, R. A. (2009). *Handbook of The Mammals of the world*. Vol. 1.

ANEXO 1

FICHA ACTIVIDAD 1 DEL BLOQUE 1

Exploramos nuestras ideas: ¿es una buena idea liberar la tortuga en los pantanales?

¿Qué crees que necesita la tortuga para vivir?

Cuando esté en los pantanales, ¿con quién se relacionará? (si crees que te puede ser útil, acompaña tu explicación con un dibujo o un esquema)

Fíjate en las respuestas que han dado los amigos de Joana:

Clara: Si la sueltas, no encontrará todo lo que necesita para vivir porque es una especie que viene de fuera.

Lola: No creo que la debas liberar porque puede traer problemas a las otras especies que viven en el

Pol: Pol: Yo creo que está bien, porque vivirá en libertad y estará mejor.

Adil: Si todo el mundo hiciera lo mismo, habría demasiadas tortugas y no tendrían comida para todas.

¿Y tú, con quién estás de acuerdo? ¿Por qué? (piensa que puedes estar en acuerdo/desacuerdo con más de uno de ellos)

ANEXO 2 TARJETAS ACTIVIDAD 2 DEL BLOQUE 1

<p>Sol</p>  <p>Los organismos autótrofos (productores) aprovechan su energía para producir su propia materia orgánica.</p>	<p>Suelo</p>  <p>Los organismos autótrofos (productores) aprovechan las sales minerales del suelo para fabricar su propia materia orgánica.</p> <p>La tierra también sirve como soporte para las plantas y hongos y para que algunos animales puedan hacer su guarida (lombriz, ratón...).</p>	<p>Aire-viento</p>  <p>Los organismos autótrofos (productores) necesitan el CO₂ del aire para realizar la fotosíntesis.</p> <p>Los organismos heterótrofos (consumidores) necesitan el oxígeno del aire para respirar.</p> <p>Favorece la polinización de las plantas (pino).</p> <p>Hace caer ramas y hojas, que pueden ser aprovechadas por los organismos descomponedores.</p>
<p>Agua</p>  <p>El agua es esencial para todos los seres vivos.</p>	<p>Refugio</p>  <p>La existencia de guaridas y refugios es clave para el establecimiento y la supervivencia de las especies animales.</p>	<p>Pinos</p>  <p>Como todas las plantas, los pinos son organismos autótrofos.</p> <p>La polinización se lleva a cabo, básicamente, gracias a la acción del viento.</p>



TARJETAS ACTIVIDAD 2 DEL BLOQUE 1

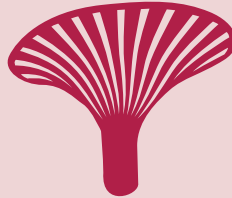
Madroño



Los madroños son organismos autótrofos.

La polinización se lleva a cabo, básicamente, a través de los insectos.

Níscalo



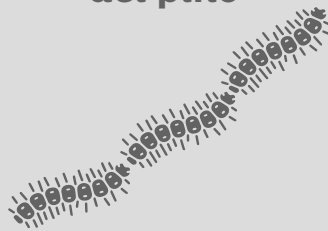
Representan los organismos descomponedores. Transforman la materia orgánica en materia inorgánica.

Lombriz



Representan los organismos descomponedores. Transforman la materia orgánica en materia inorgánica.

Procesionaria del pino



Se alimenta de las partes tiernas de las hojas del pino.

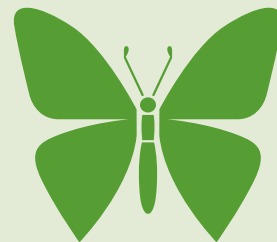
Abeja



Se alimenta del néctar de las flores.

Ayuda a la polinización de las plantas.

Macaón



Se alimenta del néctar de las flores.

Ayuda a la polinización de las plantas

TARJETAS ACTIVIDAD 2 DEL BLOQUE 1

Saltamontes



Se alimenta de insectos y plantas

Araña



Se alimenta de insectos como la abeja.

Abejaruco



Es insectívoro. Caza abejas, avispas, libélulas y pequeños escarabajos en pleno vuelo.

Erizo



Se alimenta de insectos, lombrices, lagartijas, ratones, y también de frutos.

Ratón



Come semillas, vegetales y pequeños animales invertebrados como insectos.

Halcón



Se alimenta de pájaros que caza al vuelo.

NOTICIA SOBRE LITIO, EL LINCE VIAJERO

Litio, el lince viajero

Litio es el primer lince ibérico que ha pisado Cataluña en el último siglo. Llegó hace semanas y los técnicos no descartan que llevara incluso meses en la zona donde fue capturado, una finca agrícola de Santa Coloma de Cervelló, cerca de un área boscosa, donde pudo pasar desapercibido. El anonimato se le acabó la semana pasada, cuando unas cámaras lo detectaron y empezó la investigación de los técnicos de Medio Ambiente y los responsables del proyecto Iberlince de Andalucía. La captura del lince el miércoles ha puesto fin al trayecto que ha hecho desde Portugal y Andalucía.

A Santa Coloma de Cervelló llegó después de esquivar incontables amenazas —ha tenido que atravesar la Península, autovías, ríos y quién sabe si líneas ferroviarias—, pero según parece en el lugar de llegada encontró todo lo que necesitaba. El propietario de los terrenos, plantados de cerezos, fue el primer sorprendido por la presencia de lo que, a primera vista, un día que oscurecía le pareció un “gato muy grande”, ha explicado Escoda. Pero el pelaje y, sobre todo, sus orejas acabadas en una especie de pinces finos dieron las pistas inequívocas de que el habitante de esta finca era en realidad un lince ibérico.

El animal ya está en un centro de recuperación andaluz, a la espera de que la analítica certifique que su estado de salud es óptimo. Paralelamente, se decidirá el futuro inmediato de Litio, que podría pasar por volver a Portugal, o bien ser liberado en Andalucía. Lo que está descartado es que el animal se quede en Cataluña, aunque los técnicos apuntan a que supo encontrar un entorno donde “se debió encontrar a gusto” y han explicado que la finca donde lo detectaron era una zona agrícola de secano, poblada de conejos que le aseguraban la comida.

La reintroducción de una especie en situación crítica de extinción como esta no es tan sencilla. Cuando se empezó a reintroducir en el sur de la península Ibérica en el 2010, se establecieron criterios, como garantizar que los individuos dispongan de un espacio de 25.000 hectáreas como mínimo, libre de amenazas, y asegurar una población numerosa de conejos para que se puedan alimentar. Desde la Generalitat, se ha reconocido que ahora mismo no hay sobre la mesa un plan para reintroducir el lince ibérico en Cataluña y que habría que trabajar bien con hábitats compatibles y con el entorno. Los biólogos todavía se preguntan si actualmente podría ser viable tener una población de lince ibérico tan cerca de Barcelona.

Noticia modificada a partir de la noticia publicada en el periódico Ara el 7 de junio de 2018. Extraída de: https://www.ara.cat/societat/Litio-viatger-enamorar-Colonia-Guell-linx-iberic-capturat-Catalunya_0_2028997210.html

Índice

3	Presentación
4	Introducción
5	Investigar para comprender las interacciones entre los seres vivos
9	Cuando el problema es comprender la complejidad y la dinámica de las interacciones entre seres vivos en un ecosistema
18	Actividad 1. La liberación de la tortuga de Joana
20	Actividad 2. Representar las interacciones entre los componentes de un ecosistema
27	Actividad 3. Observación del proceso de descomposición de la materia orgánica
33	Actividad 4. Revisión de las respuestas iniciales
35	Cuando el problema es comprender aquello que un organismo necesita para vivir en un determinado lugar
41	Actividad 1. El lince viajero: ¿podría vivir el lince ibérico en Collserola?
44	Actividad 2. Recogemos información para construir un panel informativo sobre el hábitat del lince ibérico
48	Actividad 3. Buscamos evidencias en el campo sobre la idoneidad del hábitat del lince ibérico
52	Actividad 4. ¿Cómo es que el lince ibérico tiene este pelaje?
57	Cuando el problema es investigar sobre el comportamiento de los animales
64	Actividad 1: Estrategias para investigar el comportamiento de los animales
69	Actividad 2: ¿Cómo se organizan las hormigas dentro del hormiguero?
74	Actividad 3: Observamos el comportamiento de los pájaros del patio
80	Actividad 4: ¿Cómo podríamos explicar el comportamiento del antilope springbok?
84	Bibliografía de interés para las actividades
86	Anexos

Crèdits

Edita:

Ajuntament de Barcelona. Institut Municipal d'Educació de Barcelona
Fundació Catalana per a la Recerca i la Innovació (FCRi)
Fundació Bancària "la Caixa"

Text:

Jordi Martí, Arnau Amat i Isabel Jiménez del Grup de Recerca CODI (Coneixement i Didàctica) de la UVic-UCC Grau, membre del grup de recerca CODI (Conèixement i Didàctica)

Coordinació:

Direcció de Promoció Educativa de l'Institut Municipal d'Educació de Barcelona

Col·laboració:

Bibiana Martín (Zoo de Barcelona)
Jordi Aloy, Àrea de Cultura i Divulgació Científica de la Fundació Bancària "la Caixa"

Agraïments:

Serveis Educatius del Zoo de Barcelona
A tots els i les docents que han participat al curs Els fenòmens astronòmics i al seu alumnat. Les seves preguntes, els seus projectes i les seves comunicacions ens han ajudat a escriure aquest llibre.

Disseny gràfic, maquetació i il·lustracions:

Jordi Salvany

Impressió:

?

Barcelona, ????? de 2020
© de l'edició: Ajuntament de Barcelona
© dels textos i les imatges: els autors esmentats

DL: ?

ISBN: ?

Fundació Catalana per a la Recerca i la Innovació (FCRi)
Passeig Lluís Companys, 23. 08010 Barcelona
Tel. 932687700
info@fundaciorecerca.cat
fundaciorecerca.cat

Institut Municipal d'Educació de Barcelona
Plaça d'Espanya, 5. 08014 Barcelona
Tel. 934023663
imebatencio@bcn.cat
barcelona.cat/educacio

Aquesta publicació es pot consultar a:
www.barcelona.cat/educacio
www.fundaciorecerca.cat
www.educaixa.com