



SOS

Polinizadores



Guía para docentes
y educadores ambientales



REAL JARDÍN
BOTÁNICO



BigPicnic

Catálogo general de publicaciones oficiales: <http://publicacionesoficiales.boe.es>

Editorial CSIC: <http://editorial.csic.es> (correo: publ@csic.es)

Autoras: Laura Jiménez, Clara Vignolo y Raquel Alsedo

Revisión de textos: Felipe Castilla

Maquetación e ilustraciones: Pelopantón

© CSIC

Edición no venal

e-NIPO: 694-18-006-2

Publicación incluida en el programa editorial del suprimido Ministerio de Economía, Industria y Competitividad y editada por el Ministerio de Ciencia, Innovación y Universidades (de acuerdo con la reestructuración ministerial establecida por Real Decreto 355/2018, de 6 de junio).

Se autoriza el uso de las imágenes únicamente para fines didácticos.

Estimado docente o educador ambiental:

Te agradezco que estés leyendo estas líneas, es señal de tu interés por los polinizadores. Nuestro objetivo es que, después de leerla, tengas ganas de despertar esa misma curiosidad en tu alumnado a través del proyecto que aquí se expone.

SOS Polinizadores es un proyecto que pretende **fomentar en los docentes y el alumnado el conocimiento y estudio de los insectos polinizadores dentro de los ecosistemas, su efecto y repercusión en nuestras vidas, así como las amenazas a las cuales están sometidos**. Para ello, se diseña una propuesta de actividades que se integran dentro del currículum escolar de Primaria y Secundaria respectivamente. Además, todas ellas pueden desarrollarse en el ámbito de la educación no formal por parte de profesionales de la educación ambiental.

Su base metodológica se rige por un aprendizaje basado en la experimentación, en el que el pensamiento científico es el eje vertebrador. A través de esta forma de trabajo, el alumnado aprende a observar la naturaleza, a formularse preguntas y a diseñar los métodos para responderlas, razonando y argumentando los resultados.

La guía presenta dos bloques de actividades, uno enfocado a **Primaria** y otro a **Secundaria**. Cada bloque está estructurado en varias actividades con una continuidad temporal, cuyos contenidos y objetivos están organizados en una secuencia de aprendizaje.

Solo a través del conocimiento del mundo que nos rodea se puede sensibilizar y generar un pensamiento crítico hacia las problemáticas ambientales a las que nos enfrentamos, para hacer de nuestro planeta un lugar más acogedor para todos los seres que lo habitamos. **SOS Polinizadores** pretende contribuir a ello.

ÍNDICE

- 1. ¿Por qué polinizadores? Justificación de la temática**
- 2. Cómo usar esta guía: información general**
 - 2.1. A quién va dirigida
 - 2.2. Requisitos previos para la implementación de SOS Polinizadores
 - 2.3. Cómo está estructurada la guía didáctica
 - 2.4. Recursos útiles y bibliografía para la implementación de SOS Polinizadores
- 3. SOS Polinizadores. Aspectos generales**
 - 3.1. Objetivos generales del proyecto
 - 3.2. Algunas claves metodológicas para la didáctica de la ciencia
- 4. Actividades de aprendizaje para Educación Primaria**
 - 4.1. Actividad 1.- Los insectos polinizadores de nuestro entorno
 - 4.2. Actividad 2.- Polinización y adaptaciones de los polinizadores
 - 4.3. Actividad 3.- Construcción de un hotel para insectos
- 5. Actividades para Educación Secundaria y Bachillerato**
 - 5.1. Actividad 1.- Observación y reconocimiento de polinizadores
 - 5.2. Actividad 2.- El método científico
 - 5.3. Actividad 3.- Técnicas para la toma de datos de polinizadores
 - 5.4. Actividad 4.- Análisis de datos
 - 5.5. Actividad 5.- Construcción de un hotel para insectos

1• ¿Por qué polinizadores? Justificación de la temática



La polinización es el fenómeno mediante el cual se produce la transferencia de los granos de polen desde las anteras hasta los estigmas, haciendo posible la reproducción sexual de las plantas y garantizando así su permanencia. Constituye, por tanto, un **proceso fundamental para la reproducción de las plantas angiospermas**. Este transporte se produce a menudo por la acción del viento; otras veces es el agua el vehículo empleado. Pero la mayoría de las plantas con flores necesitan de la colaboración de otros seres vivos que, a cambio de algún tipo de recompensa (habitualmente en forma de alimento), facilitan la llegada de los granos de polen a su destino. No existen datos exactos, pero estudios recientes estiman que el 87,5 % de las plantas angiospermas (unas 308.000 especies) dependen de los animales para su polinización y producción de semillas viables, siendo este porcentaje mayor en zonas tropicales (94 %) que en zonas templadas (78 %) (Ollerton *et al.* 2011). Además, el 75 % de las especies vegetales cultivadas por el ser humano son polinizadas por insectos (Klein *et al.* 2007). Los agentes polinizadores (en su gran mayoría insectos) tienen, por tanto, un papel crucial en la biodiversidad terrestre. Un estudio publicado en 2009 estima que el valor económico mundial de los insectos polinizadores en el año 2.005 fue de 153.000 millones de euros, lo que representa un el 9,5 % del valor de la producción mundial agrícola utilizada para la alimentación humana ese año (Gallai *et al.* 2009).

En los últimos años se han detectado numerosas amenazas que afectan a la polinización, entre las que se destacan: la fragmentación de los hábitats, la explotación agrícola intensiva, las enfermedades (como la que transmite el ácaro *Varroa*), el abuso de los tratamientos fitosanitarios, la introducción de especies exóticas y el cambio climático. Las conclusiones de los estudios nos alertan de la tendencia creciente a la desaparición de los polinizadores y de las graves consecuencias que su déficit provoca. Conscientes de este problema medioambiental, varios países europeos han impulsado la constitución de la **Coalición para la Conservación de los Polinizadores** durante la celebración de la **XIII Conferencia de las Partes del Convenio sobre Diversidad Biológica** en México, en diciembre del 2017. España se ha sumado recientemente a esta iniciativa, que persigue la implementación de medidas y acciones destinadas a la protección de los polinizadores. Sin embargo, cuando se habla de conservación, se piensa en los grandes felinos, las ballenas... y apenas se menciona a los insectos. Esta es la razón por la cual nos parece crucial ofrecer herramientas educativas que impulsen el conocimiento de los insectos polinizadores. Solo a través de ellas, podremos generar un pensamiento crítico hacia los problemas ambientales.

2• Cómo usar esta guía: información general



2.1. A quién va dirigida

Esta guía se dirige tanto al **profesorado de ciencias de Primaria y Secundaria**, como a **educadores medioambientales** del ámbito no académico que estén interesados en implementar el proyecto en sus aulas o espacios educativos. Busca **incentivar el uso de los espacios verdes** para la enseñanza de las ciencias, promoviendo la observación de la biodiversidad urbana y los procesos naturales. Además, ofrece al educador **actividades, herramientas y bibliografía** para el conocimiento y estudio de los insectos polinizadores con su alumnado.

2.2. Requisitos previos para la implementación de SOS Polinizadores

La observación de fauna polinizadora requiere **contar con una zona verde cercana** con abundantes plantas en flor, como los huertos o parques. La época recomendada para la realización del proyecto es **durante la primavera**. Es importante que el docente o educador tenga conocimientos previos de los grupos de insectos. En esta misma guía aparece una extensa bibliografía de libros, páginas webs, documentales y recursos educativos que ofrecen al docente una amplia información sobre sus contenidos.

2.3. Cómo está estructurada la guía didáctica

La guía está estructurada en dos partes. La primera contiene la descripción del proyecto en general: los **objetivos** que pretende alcanzar, así como la **metodología** para seguir durante su desarrollo. Además, incluye un listado de **recursos bibliográficos** para favorecer la inmersión del educador en el tema a tratar (además de ser una fuente de recursos para trabajar con el propio alumnado).

Posteriormente se desarrolla la **propuesta didáctica** estructurada en dos partes. La primera describe las actividades para la puesta en marcha del proyecto en **Educación Primaria**. La segunda parte describe su implementación para **Secundaria y Bachillerato**.

Para cada actividad, las fichas recogen la siguiente información. En un cuadro inicial se destaca:

- **Temporalización:** es la duración orientativa. Además, hace mención a la posibilidad de dividir la actividad en varias sesiones, por si facilita su realización.

- **Espacio necesario:** refleja la necesidad de espacio para el desarrollo de la actividad.
- **Agrupamiento recomendado:** hace referencia al número recomendado de participantes por cada persona educadora para el correcto aprovechamiento de la actividad.
- **Recomendaciones:** indica algunos comentarios que pueden mejorar el desarrollo de la actividad.

A continuación, se enuncian los objetivos concretos planteados para cada actividad. En el siguiente apartado se detallan las partes en las que se divide la actividad y se aporta además una temporalización pormenorizada de cada una. Posteriormente, se describe la actividad y cada una de sus partes. Por último, se incluye información complementaria que aporta una ayuda para su realización (por ejemplo, la bibliografía complementaria).

2.4. Recursos útiles y bibliografía para la implementación de SOS Polinizadores

A continuación, se aporta una selección de **materiales didácticos** que sirve no solo para usar en la implementación del propio proyecto, como recurso educativo antes de realizar las actividades, sino que ofrece al docente un conocimiento profundo en el área. Se trata de una selección de audiovisuales, páginas web y bibliografía que aportan valiosa información en el tema.



Audiovisuales: material didáctico de apoyo en las sesiones y de consulta

- Beethinking (2017). *How to Keep Solitary Bees*. En: https://www.youtube.com/watch?v=QGEpJ7F_ZuU&t=438s. Un vídeo sobre una introducción a las abejas solitarias. Duración: 5:18 minutos. Idioma: inglés.
- Divulgare (2013). *Breaking the rules*. En: <https://vimeo.com/65526941>. Vídeo de animación sobre las adaptaciones morfológicas de las plantas y los insectos para la polinización. Duración: 5:55 minutos.
- Divulgare (2013). *Caracterización de la reciprocidad en plantas heterostilas*. En: <https://vimeo.com/61299774>. Duración: 6:48 minutos. Idioma: castellano.
- Divulgare (2013). *Tipos de polinización*. En: <https://vimeo.com/68760017>. Vídeo sobre la polinización. Duración: 3:54 minutos. Idioma: castellano.
- Dunbar, J. y Mann, R. (2015). *The solitary bees*. En: <https://www.youtube.com/watch?v=hGhyZRY2KFc>. Vídeo sobre abejas solitarias. Duración: 17:03 minutos. Idioma: inglés.
- Makoto, A. (2017). *Story of flowers*. En: <https://www.youtube.com/watch?v=vDpFyHmtOAE>. Vídeo de animación sobre el ciclo vital de las plantas. Duración: 3:46 minutos.

- Nicholls, S. *Grandes Documentales. Grandes Bichos*. En: <https://www.youtube.com/watch?v=e4UG-4BZKYI>. Documental sobre insectos de la serie Grandes Documentales. Duración: 50:25 minutos. Idioma: castellano.
- Nuridsany, C. y Pérennou, M. (1996). *Microcosmos: Le peuple de l'herbe*. En: <https://www.youtube.com/watch?v=J9KkzIntuC8>. Documental "Microcosmos" sobre la vida de los artrópodos. Duración: 90 minutos.
- Pérez Hierro, J.C. (2012). *Polinizadores en acción I - En busca de alimento*. En: <https://www.youtube.com/watch?v=8QaLKgf1Jvk>. Duración: 20:07 minutos. Idioma: castellano.
- Varma, A. (2015). *Amazing Time-Lapse: Bees Hatch Before Your Eyes*. *National Geographic*. En: <http://www.thisiscoossal.com/2015/05/an-extraordinary-glimpse-into-the-first-21-days-of-a-bees-life-in-60-seconds/>. Desarrollo de las larvas de abejas a adultos: Duración: 1:08 minutos. Idioma: inglés.



Material didáctico de apoyo en las sesiones y de consulta

- Asociación Española de Entomología. En: <http://www.entomologica.es/>. Web en la que la asociación da a conocer las novedades y los estudios entomológicos, con especial interés en la fauna iberoibalear y macaronésica.
- Asociación Zerynthia. (2016). En: <http://www.asociacion-zerynthia.org>. Asociación española de estudio, conservación y difusión de las mariposas:
- Bees, Wasps y Ants Recording Society (2016). En: http://www.bwars.com/index.php?q=species_gallery. Web de identificación de himenópteros. Es de carácter científico, pero muy buena para ver fotos de cualquier insecto himenóptero.
- Bumblebee Conservation Trust (2018). En: <https://www.bumblebeeconservation.org/>. Web de la organización inglesa para la conservación de los abejorros.
- Butterfly conservation. En: <https://butterfly-conservation.org/>. Asociación para el estudio, conservación y difusión de las mariposas y polillas en el Reino Unido.
- Escobes, R. y Vignolo Pena, C. *Los polinizadores más comunes de las zonas vedes de Madrid*. En: <https://goo.gl/wvoYks>.
- Naya i Díaz, A. et al. (2016). *The adventures of nest-making solitary bees*. En: <http://blog.creaf.cat/en/coneixement/adventures-nest-making-solitary-bees/?platform=hootsuite>. Web sobre abejas solitarias y sus nidos.

- Proyecto Apolo (2010). *Observatorio de agentes polinizadores*. En: <http://apolo.entomologica.es/>. Web que contiene material didáctico para todos los cursos escolares, así como informes técnicos muy útiles para el conocimiento de los insectos polinizadores.
- Travesset, A. (2017). *Pol·linitzadors de les Illes Balears*. En: <http://polinib.info/>. Web sobre polinizadores de Mallorca.
- Vignolo Pena, C. (2015). *Bichos de tu entorno: Guía de insectos y otros artrópodos*. En: <https://goo.gl/F6N8U8>.



Bibliografía general:

- Aguado, L.O., Fereres, A. y Viñuela, E. (2015). *Guía de campo de los polinizadores de España*. Syngenta.
- Chinery, M. (1997). *Guía de campo de los insectos de España y de Europa*. Omega.
- Departamento de Ecología UAH (2005). *Métodos de investigación en ecología*: En: <http://www3.uah.es/tiscar/Eco Biol/Complementos Eco/Cuaderno%20metodos%20investigacion05.pdf>
- Ecosistemas. Revista científica de ecología y medio ambiente. Monográfico sobre polinización. En: <https://www.revistaecosistemas.net/index.php/ecosistemas/issue/current>
- Gallai, N. y Vaissière, B.E. (2009). *Guidelines for the economic valuation of pollination services at a national scale*. Rome, FAO.
- Harde, K. W. (1984). *Guía de campo de los coleópteros de Europa*. Omega
- Klein, A., Vaissière, B., Cane, J., Steffan-Dewenter, I., Cunningham, S., Kremen, C. y Tscharntke, T. (2007). "Importance of pollinators in changing landscapes for world crops". *Proc Biol Sci*. 274(1608): 303–313.
- Novak, F. N. Y. F. S. (1984). *Guía de campo de las mariposas de Europa: diurnas y nocturnas*. Omega.
- Ollerton, J., Winfree, R. y Tarrant, S. (2011). "How many flowering plants are pollinated by animals?" *Oikos* 120: 321–326.
- Rivera, I., Melic, A. y Torralba, A. (2015). *Introducción y guía visual de los artrópodos*. IDE@-SEA:2 (1-30).

- Vicente Arranza, J.C. y García Carrillo, A. (2009). *Mariposas diurnas de la Comunidad de Madrid*. Ediciones La Librería.

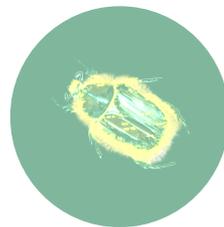


Juego educativo:

- **Polinizapp:** Juego educativo diseñado por el Real Jardín Botánico en colaboración con la FECYT. Se presenta en formato aplicación y simula el proceso de polinización de las flores en la naturaleza. El jugador se convierte en un insecto polinizador que tiene dos objetivos: conseguir vida y acumular puntos. Además, se enfrentará a diferentes amenazas que ha de evitar. Antes de comenzar el proyecto en Secundaria, el docente puede hablar de este recurso para que el alumnado se lo descargue en sus móviles y vayan jugando en su tiempo libre.
- Para **Android**. En: <https://goo.gl/cRzmPu>
- Para **IOS**. En: <https://goo.gl/yC26Ez>

3• SOS Polinizadores.

Aspectos generales



3.1. Objetivos generales del proyecto

Los objetivos generales que se persiguen en la implementación del proyecto son:

1. Reconocer la importancia de los insectos dentro de los ecosistemas, así como el servicio ecosistémico que supone el proceso de polinización.
2. Fomentar la curiosidad y motivación por el aprendizaje de nuestro entorno natural más cercano.
3. Ofrecer herramientas para facilitar el conocimiento de insectos polinizadores en espacios verdes, motivando así a su identificación (Natusfera, Polinizapp...).
4. Fomentar el aprendizaje a través del método científico.
5. Fomentar la sensibilización y el respeto por la conservación de la naturaleza a través de la reflexión y el pensamiento crítico.
6. Participar en actividades de grupo adoptando comportamientos responsables, constructivos y solidarios.

3.2. Algunas claves metodológicas para la didáctica de la ciencia

En este apartado se recogen algunas de las claves metodológicas que pueden facilitar la implementación de proyectos de didáctica de las ciencias. Algunas de ellas son:

- **Partir del nivel de conocimiento** del alumnado relacionando los nuevos conocimientos con los que ya tienen.
- Favorecer el aprendizaje a través de la **práctica y la interacción con el entorno** para estimular una **relación afectiva** con este.
- Procurar en todo momento la **motivación del alumnado** a través de la participación, la experimentación y la investigación.
- Procurar que el alumnado comprenda la **utilidad y funcionalidad** de los contenidos que se trabajan.
- Poner en marcha procesos de reflexión, de búsqueda de experiencias, de comunicación e intercambio del conocimiento que ayuden **a fomentar el pensamiento crítico**.
- Despertar una **actitud crítica y responsable** hacia nuestro entorno natural.

4• Actividades de aprendizaje para Educación Primaria



Para introducir cualquiera de las actividades, el docente puede escoger uno de los audiovisuales recogidos en el apartado 2.4.

Las actividades que se proponen para **personas entre 7 y 11 años** son las siguientes:

Actividad 1.- Los insectos polinizadores de nuestro entorno

Actividad 2.- Adaptaciones de los polinizadores

Actividad 3.- Construcción de un hotel para insectos

4.1. Actividad 1.- Los insectos polinizadores de nuestro entorno

Duración aproximada	Espacio necesario	Agrupamiento recomendado	Recomendaciones
2 h 30 min. Puede realizarse en 1 o 2 sesiones	Aula, zona verde	15 personas por educador	Zona verde cercana, preferiblemente tiempo cálido



Objetivos:

- Tomar conciencia de la importancia de la entomofauna (fauna de insectos) y del proceso de la polinización, tanto para los ecosistemas como para nuestra vida cotidiana.
- Conocer los principales grupos de insectos polinizadores.
- Familiarizarse con las técnicas de identificación de insectos.



Temporalización:

- Presentación del taller 10 min
- Presentación teórica: la polinización y los insectos 30 min
- Identificación de los artrópodos de nuestro entorno 45 min

- Prácticas de campo de observación de polinizadores 60 min
- Puesta en común y cierre 5 min

La actividad puede hacerse en una o dos sesiones diferentes consecutivas, si ello facilita su implementación.



Materiales y otras necesidades:

- Muestras de insectos
- Lupas binoculares
- Lupas de mano (al menos una por pareja)
- Juego de identificación (Anexo) o cuaderno didáctico *Bichos de tu entorno* (descarga gratuita en: <https://goo.gl/Nn1xf7>)



Desarrollo:

Presentación del taller

Antes de comenzar la actividad se hace una presentación del contenido del proyecto, sus diferentes actividades, objetivos y contenidos.

Presentación teórica: la polinización y los insectos

Se introduce la polinización y los insectos polinizadores como principales protagonistas de proceso. Se dan a conocer las particularidades de los insectos dentro del reino animal. Para ello, el docente puede recurrir a la proyección de vídeos referidos anteriormente. Además, la página web: <http://apolo.entomologica.es/index.php?d=materiales>, contiene unidades didácticas, folletos y trípticos educativos para todos los niveles educativos.

Identificación de los artrópodos de nuestro entorno

Después de adquirir unos conocimientos teóricos, las personas participantes pasan a una parte de la actividad más manipulativa y experimental. Al inicio, conviene hacer un repaso de la **morfología de un insecto**, centrada en aquellos caracteres que permiten diferenciar los principales grupos de artrópodos. Además, es importante mencionar las **normas de uso del material instrumental y de laboratorio**.

Para la actividad se recomienda usar **muestras de los artrópodos** más habituales de la fauna ibérica, especialmente de insectos polinizadores. Es recomendable que estas se encuentren individualizadas y protegidas, bien con resina o en cajas de metacrilato para facilitar su observación y permitir su mejor conservación. Para más información sobre **muestras entomológicas** ver el apartado “Información complementaria” dentro de la actividad 1 de actividades para Educación Secundaria y Bachillerato. Para la identificarlas se propone la utilización del juego expuesto en el Anexo “Identifica: Bichos de tu entorno” (imagen 1) o bien la guía *Bichos de tu entorno* (imagen 2). El juego está adaptado a estudiantes con un nivel de lectoescritura bajo y la guía a un alumnado con un nivel más elevado. Ambos recursos tienen un formato tipo “clave dicotómica”, en la que el alumno tiene que escoger entre dos opciones hasta llegar a la identificación de la especie.

Si se dispone de lupas binoculares es interesante utilizarlas para observar detalles de algunas estructuras morfológicas como los aparatos bucales, los ojos de una mosca, etc.

Prácticas de campo de observación de polinizadores



Imagen 1



Imagen 2

Esta parte de la actividad se propone tras la familiarización del alumnado con la identificación de insectos. Consiste en la **observación de los insectos en su entorno natural** (imagen 3). Para el alumnado mayor de 8 años, se recomienda el uso de **Los polinizadores más comunes de las zonas verdes de Madrid** de descarga gratuita (mirar bibliografía). Para alumnado menor de esa edad, se propone el uso de la ficha didáctica que se muestra en el apartado “Información complementaria” de esta misma actividad (esta ficha también aparece en la publicación *Los polinizadores más...*).

Los insectos polinizadores son frecuentes en zonas verdes con abundantes plantas en flor, donde encuentran su alimento. Suelen ser muy buenas zonas de observación los huertos. Los jardines y zonas verdes deberán contar con arbustos floridos como labiadas, leguminosas o rosáceas, habituales en jardinería. La mejor época para observar insectos polinizadores es desde marzo hasta junio, momento en el que la mayoría de las plantas presentan sus flores desarrolladas. Otro dato que

conviene tener en cuenta es que las horas centrales del día, las más cálidas, son las más apropiadas para la observación. Observar la naturaleza implica siempre un poco de paciencia; es necesario un tiempo para que nuestro ojo se acostumbre al tamaño y movimiento de los insectos.

Imagen 3



Puesta en común y cierre

Tras la práctica de campo resulta interesante hacer una puesta en común con el alumnado para destacar los aprendizajes adquiridos y para evaluar el interés que ha suscitado la actividad. Algunas de las preguntas que podríamos plantear al alumnado son:

- ¿Hay mucha diversidad de insectos?
- ¿Cuáles son los insectos más abundantes en nuestra zona?
- ¿Pensáis que en otras épocas del año serán igual de abundantes que en esta?
- ¿Qué hacían los insectos que hemos observado?



Información complementaria



Bibliografía

- Chinery, M. (1997). *Guía de campo de los insectos de España y de Europa*. Omega.
- Escobés, R. y Vignolo, C. (2018). *Los polinizadores más comunes de las zonas verdes de Madrid*. En <https://goo.gl/wvoYks>.
- Harde, K.W. (1984). *Guía de campo de los coleópteros de Europa*. Omega.
- Novak, F.G.Y.F.S. (1984). *Guía de campo de las mariposas de Europa: diurnas y nocturnas*. Omega.
- Real Jardín Botánico de Madrid, CSIC. (2015). *Bichos de tu entorno. Guía de insectos y otros artrópodos*. CSIC.
- Rivera I., Melic, A. y Torralba, A. (2015). *Introducción y guía visual de los artrópodos*. IDE@-SEA:2 (1-30).
- Vicente Arranza, J.C. y García Carrillo, A. (2009). *Mariposas diurnas de la Comunidad de Madrid*. Ediciones La Librería.



Páginas web

- Nicholls, S. *Grandes Documentales. Grandes Bichos*. En: <https://www.youtube.com/watch?v=e4UG-4BZKYI>. Documental sobre insectos de la serie Grandes Documentales. Duración: 50:25 minutos. Idioma: castellano.
- Varma, A. (2015). *Amazing Time-Lapse: Bees Hatch Before Your Eyes*. *National Geographic*. En: <http://www.thisiscoossal.com/2015/05/an-extraordinary-glimpse-into-the-first-21-days-of-a-bees-life-in-60-seconds/>. Desarrollo de las larvas de abejas a adultos: Duración: 1:08 minutos. Idioma: inglés.



Ficha didáctica

* Señala los polinizadores que has visto en tu zona verde más cercana:



Longicornio del gamón



Escarabajo de los museos



Escarabajo coracero



Escarabajo de las flores



Mosca abeja



Mosca zángano



Mosca de cabeza gruesa



Mosca cernidora



Abeja cerdadora



Abeja doméstica



Abejorro común



Abeja de la hiedra



Abeja cornuda



Abejorro carpintero



Abeja inquieta



Abeja encoladora



Avispa de la orquídea espejo



Abeja minadora



Avispa papelera



Abeja albañil



Mariposa cardera



Mariposa atalanta



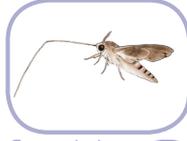
Mariposa saltacercas



Blanquita de la col



Mariposa chupaleches



Esfinge de las correhuelas



Esfinge colibrí



Taladro del chopo

4.2. Actividad 2. Polinización y adaptaciones de los polinizadores

Duración aproximada	Espacio necesario	Agrupamiento recomendado	Recomendaciones
1 h	Espacio abierto	15 personas por educador	...



Objetivos

- Conocer cómo se produce la polinización.
- Comprender los conceptos de adaptación y evolución conjunta.
- Conocer las principales adaptaciones de los insectos a la polinización.



Temporalización

- Diálogo teórico sobre adaptaciones de los insectos a la polinización 15 min
- Juego "Polinización y las adaptaciones de los insectos" 45 min



Materiales y otras necesidades

- Caretas de insectos
- Botellas de diferentes tamaños
- Pajitas de diferentes tamaños
- Goma eva
- Polvo de tiza



Desarrollo

Presentación teórica: la polinización y las adaptaciones de los insectos a la polinización

Se ofrece una explicación teórica sobre el tema a tratar. Se pueden utilizar recursos de la bibliografía.

La polinización es un “intercambio de favores” entre el mundo animal y vegetal. Las flores, ofrecen sus productos (polen y néctar) a los insectos a cambio de que estos, transporten parte del polen a otras flores y ayuden a fecundar sus gametos para producir la formación del fruto. Los sistemas de polinización son principalmente generalistas, es decir, las flores de muchas especies vegetales son polinizadas por una gran diversidad de insectos, pero también existen especies de insectos que han adaptado su aparato bucal para alimentarse de determinados tipos de flor. Esto se debe a que plantas e insectos han evolucionado de forma conjunta durante millones de años.

Juego de rol “Polinización y adaptaciones de los insectos”

El desarrollo de este juego consiste en “simular” la polinización de los insectos en las distintas flores. Para ello necesitaremos:

- **Careta o antifaz de insecto:** se puede construir fácilmente buscando a través de internet fotografías de caras de diferentes insectos.
- **Pajitas de diferentes longitudes y grosores:** para representar los diferentes aparatos bucales de los insectos.
- **Flores:** se pueden fabricar con **botellas de plástico recicladas** de diferentes tamaños simulando los distintos tipos de corolas de las flores. Para los pétalos, se puede utilizar goma eva de distintos colores que se pegarán a los tapones. Encima de los pétalos se pueden poner polvos de tiza de color amarillo que simulen el polen (imagen 5). La botella se rellena con agua o zumo, que simulará el néctar.

1. Primera parte: ¿cómo ocurre la polinización? Intercambio de favores entre plantas e insectos...

En esta primera parte se explica al grupo que las flores contienen dos ricos alimentos para el insecto: el néctar y el polen. Una persona voluntaria hace de “insecto” con un antifaz. Se acerca a una flor, y se alimenta de ella tomando el néctar con la pajita, pero se le ha quedado un poco de polvo de polen (tiza) pegado a la cara. Posteriormente va a alimentarse de otra flor.

Al final del juego se hace una puesta en común. El docente pregunta qué está pasando. Entre todos se llega a la conclusión de que, además de alimentarse, los insectos están moviendo el polen de una flor a otra, por lo que los gametos masculinos se van a transportar permitiendo que ocurra la fecundación. Es importante que entiendan este proceso como un “intercambio de favores entre el mundo animal y vegetal” (se puede introducir el término “mutualismo” si se considera oportuno).

2. Segunda parte: ¡adaptaciones de los insectos!

Después de conocer cómo ocurre la polinización, se pasa a la segunda parte del juego en la que se explica que existen muchas especies de insectos polinizadores y que cada uno de ellos tiene distinto tipo de aparato bucal.

La mitad del grupo hace de insecto, y a cada uno se le reparte una careta y una pajita de diferente longitud y grosor. A los insectos que tengan aparatos bucales cortos se les asigna una pajita corta y los que tengan espiritrompas (como las mariposas) se les asigna una pajita larga y fina. La otra mitad del grupo hace de flor. El juego consiste en que los insectos se deben acercar a las flores para alimentarse del néctar. Para ello, introducen su "aparato bucal" dentro la corola de la flor. Uno a uno, van "probando" las flores de las que pueden alimentarse (imagen 4).

El interés radica en descubrir que no todos los insectos son capaces de alimentarse de todas las flores. Cada uno de ellos, está "adaptado" a un tipo determinado de flor. Los insectos con espiritrompa serán capaces de tomar el néctar de las flores con corolas más largas. Los que tengan piezas bucales más cortas no podrán tomar el néctar de las flores de corola larga, pero se alimentarán fácilmente del polen y el néctar de flores de corola abierta.

Al final del juego es interesante hacer una **puesta en común**, para que el alumnado cuente qué ha pasado y saque sus conclusiones de las adaptaciones de los insectos polinizadores y su relación con las flores.



Imagen 4



Imagen 5

Algunas de las preguntas que se pueden formular son:

- ¿Cómo se transporta el polen? ¿Por qué es tan necesario su transporte?
- ¿Qué sucedería si desaparecieran los insectos polinizadores?
- ¿Tienen todas las flores la misma forma?
- ¿Todos los insectos se pueden alimentar de todas las flores?
- ¿Cuáles son los insectos que se pueden alimentar de las flores de corola larga?



Información complementaria



Bibliografía

- Gómez, J.M. (2002). "Generalización en las interacciones entre plantas y polinizadores". En *Revista Chilena de Historia Natural* 75:105-116.



Páginas web

- Nicholls, S. *Grandes Documentales. Grandes Bichos*. En: <https://www.youtube.com/watch?v=e4UG-4BZKYI>. Documental sobre insectos de la serie *Grandes Documentales*. Duración: 50:25 minutos. Idioma: castellano.
- Varma, A. (2015). *Amazing Time-Lapse: Bees Hatch Before Your Eyes*. *National Geographic*. En: <http://www.thisiscoolossal.com/2015/05/an-extraordinary-glimpse-into-the-first-21-days-of-a-bees-life-in-60-seconds/>. Desarrollo de las larvas de abejas a adultos: Duración: 1:08. Idioma: inglés.

4.3. Actividad 3. Construcción de un hotel para insectos

Duración aproximada	Espacio necesario	Agrupamiento recomendado	Recomendaciones
Desde 1 h 30 min según la complejidad del hotel	Espacio abierto	15 personas por educador	Preparar el material con antelación



Objetivos

- Entender la importancia de las personas en la conservación de la naturaleza.
- Aprender a fabricar un hotel de insectos.
- Conocer los ciclos biológicos de los insectos polinizadores y sus necesidades de alimentación y refugio de los mismos.



Temporalización

- Diálogo sobre necesidades ecológicas y amenazas de los polinizadores 15 min
- Construcción del hotel de insectos 75 min



Materiales y otras necesidades

- Diversos materiales naturales para la construcción del hotel de insectos, tales como madera, palos de diversos grosores, pasto seco, cañas, troncos, piñas, ladrillos, tejas o tubos de ensayo.
- Dependiendo del diseño, algunas herramientas como sierra o taladradora.



Desarrollo

Presentación teórica: necesidades ecológicas y amenazas de los polinizadores

Una de las principales amenazas para los insectos polinizadores es el **uso de pesticidas** para las plagas en los cultivos y zonas urbanizadas. Además, en las ciudades, los insectos apenas disponen de pocas zonas naturales para fabricar sus nidos e invernar. Para paliar esta carencia, se construyen los **hoteles de insectos**.

En la información complementaria, el docente tiene una amplia bibliografía para preparar una presentación sobre estos contenidos. Antes de iniciar la presentación, puede proyectar alguno de los vídeos propuestos para que el alumnado tenga una primera toma de contacto sobre el asunto. Posteriormente, se puede iniciar un debate sobre las necesidades ecológicas de los insectos y sus principales amenazas, formulando preguntas como:

¿Qué amenazas pensáis que tienen los insectos en las ciudades? ¿Y en el campo?

Construcción del hotel de insectos

El hotel de insectos es una estructura a modo de cajón o estantería que permite sostener elementos naturales dentro de ella (palos, cañas, troncos...) para ayudar a que las poblaciones de insectos encuentren "refugio" donde anidar e invernar (imagen 6 y 7). Pero sobre todo, es un recurso didáctico para atraer al público al increíble mundo de los insectos.

Existen infinidad de tipos y modelos de hoteles de insectos. Se pueden elaborar simples hoteles a partir de materiales reciclados como botellas de plástico y virutas de papel y cartón, hasta más elaborados, hechos con grandes estructuras de madera divididas en diferentes compartimentos. Algunos de estos ejemplos pueden verse en el apartado de "Información complementaria" de esta actividad. Cada tipo de insecto ocupa un nicho diferente en el ecosistema y busca refugio en estructuras y materiales diferentes. Por ello, cuantos más materiales y estructuras diferentes se utilicen, mayor diversidad de polinizadores albergará.

Además del diseño estético, se deben tener en cuenta una serie de factores a la hora de construir el hotel de insectos. En este sentido se han seleccionado algunas reseñas bibliográficas que se recoge en el apartado de Información complementaria. A continuación, se hace un breve resumen de algunas de estas cuestiones:

- **Ubicación:** lo ideal es elegir una zona protegida del viento, orientada al sur o suroeste y elevada al menos 10 o 15 cm del suelo. Es conveniente que cerca tenga plantas con flor que puedan servir de alimento a los insectos. Si no las hay cerca, podemos plantarlas al instalar el hotel.
- **Estructura del hotel:** se puede diseñar un hotel muy sencillo, con un solo compartimento (por ejemplo, reutilizar una botella de plástico para meterle dentro cañas y paja) o se puede hacer un hotel con varios compartimentos. Dentro de estos, se incorporan diferentes elementos naturales como troncos agujereados, cañas, palos, piñas... para dar cobijo a distintas especies, ya que cada una tiene unos requerimientos distintos a la hora de nidificar. Por ejemplo, la abeja carpintera (*Xylocopa violacea*) necesita troncos de

diámetro mayor de 15 cm para anidar. Dentro de los troncos horada galerías con sus mandíbulas en las que deposita los huevos y, además, pasa el invierno. Algunas especies del género *Osmia* fabrican sus nidos en cavidades estrechas, como cañas de bambús.

- **Elección de los materiales:** preferiblemente materiales naturales, tales como madera, palos de diversos grosores, piedras, paja, cañas, troncos y piñas. Si se eligen materiales reciclados deben estar libres de químicos, sin barnices, pinturas o pegamentos de conglomerados. Se pueden utilizar también ladrillos o tejas. Puede ser muy educativo usar tubos de ensayo de vidrio, para que puedan observarse las diferentes celdas que construyan las abejas solitarias.



Imagen 6



Imagen 7

Hotel de insectos construido para el Real Jardín Botánico.



Información complementaria

Modelos de hoteles de insectos:

Bibliografía y páginas web sobre construcción de hoteles de insectos:



- Aguado, L.O., Fereres, A. y Viñuela, E. (2015). *Guía de campo de los polinizadores de España*. Mundiprensa.



- Eco Sapien. (2016). *Eco How: How to make a bee home*. En: <https://www.youtube.com/watch?v=3zaQzJxSheQ>. Audiovisual sobre cómo construir un hotel de insectos sin coste alguno con elementos muy sencillos. Duración: 2:29 minutos. Idioma: inglés.
- Nadreau, J. *Cómo hacer un Hotel de Insectos*. En: http://www.eugolearning.org/sites/default/files/files/documents/insect_house_es.pdf
- Naya i Díaz, A. et al. (2016). *The adventures of nest-making solitary bees*. En: <http://blog.creaf.cat/en/coneixement/adventures-nest-making-solitary-bees/?platform=hootsuite>. Web sobre abejas solitarias y sus nidos.
- Proyecto Apolo (2010). *Observatorio de agentes polinizadores*. En: <http://apolo.entomologica.es/>. Web contiene material didáctico para todos los cursos escolares, así como informes técnicos muy útiles para el conocimiento de los insectos polinizadores.
- The Wildlife Garden Project (2011). *A guide to building a bug hotel!* En: <https://www.youtube.com/watch?v=3hrjD089bTg>. Audiovisual sobre cómo construir un hotel de insectos. Duración: 8:05 minutos. Idioma: inglés.
- Wild About Nature (2013). *Making An Insect Hotel For Many Different Creatures Part 1*. En: https://www.youtube.com/watch?v=ULfN_8XHzmY. Audiovisual sobre cómo construir un hotel de insectos. Duración: 5:23 minutos. Idioma: inglés.

5• Actividades para Educación Secundaria y Bachillerato



Las actividades propuestas para las personas entre 12 y 17 años son las siguientes:

Actividad 1.- Observación y reconocimiento de polinizadores

Actividad 2.- El método científico

Actividad 3.- Toma de datos de polinizadores

Actividad 4.- Análisis de datos

Actividad 5.- Construcción de un hotel de insectos

Para introducir las actividades, el docente puede escoger uno de los audiovisuales recogidos en el apartado 2.4 para complementar la introducción a cada actividad.

5.1. Actividad 1. Observación y reconocimiento de polinizadores

Duración aproximada	Espacio necesario	Agrupamiento recomendado	Recomendaciones
2 h 30 min. Puede realizarse en 1, 2 o 3 sesiones	Aula y zona verde	15 personas por educador. Trabajo en parejas	Zona verde cercana, preferiblemente tiempo cálido



Objetivos

- Conocer los principales grupos de insectos polinizadores.
- Familiarizarse con las técnicas de observación e identificación de insectos.
- Comprender la importancia de la entomofauna y del proceso de la polinización, tanto para los ecosistemas como para nuestra vida cotidiana.



Temporalización

- Presentación del taller 10 min
- Introducción teórica sobre polinizadores y polinización 45 min
- Prácticas de identificación de entomofauna 45 min
- Prácticas de campo de observación de polinizadores 40 min
- Puesta en común y cierre 10 min



Materiales y otras necesidades

- Ordenador, cañón de luz y pantalla
- Muestras de insectos
- Lupas de mano y binoculares (esta últimas no son imprescindibles)
- Claves de identificación y lupas de mano (al menos una por pareja)
- Cuaderno didáctico *Bichos de tu entorno*, de descarga gratuita en <https://goo.gl/Nn1xf7>
- Cuaderno didáctico *Los polinizadores más comunes de las zonas verdes de Madrid*, de Ruth Escobes
- Parque, huerto o zona ajardinada cercana **con plantas en flor**



Desarrollo

Presentación del taller

Antes de comenzar la actividad se hace una presentación del contenido del proyecto, sus diferentes actividades, objetivos y contenidos.

Introducción teórica sobre polinizadores y polinización

Se explica la polinización y se destacan los insectos polinizadores como principales protagonistas de proceso. Se dan a conocer las particularidades de los insectos dentro del reino animal. Para ello, el docente puede recurrir a la proyección de vídeos expuestos anteriormente. La página web: <http://apolo.entomologica.es/index.php?d=materiales>, contiene unidades didácticas, folletos y trípticos educativos para todos los niveles escolares.

Prácticas de identificación de entomofauna

Para esta parte de la actividad se propone la utilización de **muestras de los artrópodos** más habituales de la fauna ibérica, especialmente de insectos polinizadores. Es recomendable que estas muestras se encuentren individualizadas y protegidas, bien con resina o en cajas de metacrilato para facilitar su observación (imágenes 10, 11 y 12) y permitir su mejor conservación. El apartado de información complementaria contiene la información sobre la preparación de las muestras entomológicas.

Es conveniente comenzar la actividad dando un repaso a la morfología de un insecto, y ofrecer la información suficiente sobre la terminología que permita la comprensión de las guías didácticas.

La identificación se realizará en parejas, aunque si hay material suficiente, se puede hacer de forma individual (imágenes 8 y 9). Se repartirá una muestra de artrópodo que el alumno tiene que identificar con la ayuda de una guía. Se propone la utilización de guías sencillas de insectos, como la guía *Bichos de tu entorno*, descargable en la web mencionada en el apartado de "materiales". Para la observación de las muestras, se recomienda utilizar lupas de mano o binoculares. Estas últimas se pueden utilizar para observar el detalle de diferentes zonas del insecto, como aparatos bucales o alas de mariposa.



Imagen 8



Imagen 9

Prácticas de campo de observación de polinizadores

Una vez que el alumnado se ha familiarizado con la observación y la diversidad de la entomofauna, es el momento de salir a la naturaleza a observar los insectos del entorno. Los insectos polinizadores son frecuentes en zonas verdes con abundantes plantas en flor, donde está su alimento. Suelen ser muy buenas zonas de muestreo

los huertos. Los jardines y zonas verdes deberán contar con arbustos en flor de labiadas, leguminosas o rosáceas, habituales en jardinería. La mejor época para observar insectos es desde marzo hasta junio, momento fenológico en el que la mayoría de las plantas presentan sus flores completamente desarrolladas. Otro dato que conviene tener en cuenta es que son las horas centrales del día, las más cálidas, las más apropiadas para la observación. Esto se debe a que, por una parte, las altas temperaturas favorecen el metabolismo y la termorregulación en los insectos y, por otra parte, las plantas liberan sus aceites volátiles, produciendo una mayor atracción de los insectos hacia ellas. Observar la naturaleza implica siempre un poco de paciencia; suele ser necesario un tiempo para que nuestra vista se habitúe al tamaño y vuelo de los insectos. La guía didáctica *Los polinizadores más comunes de las zonas verdes de Madrid*, de descarga gratuita (ver bibliografía), puede ayudar en el desarrollo de esta actividad.

Puesta en común y cierre

Al final de la observación es conveniente hacer una puesta en común con el alumnado para destacar los aprendizajes adquiridos, las dificultades a las que se han enfrentado y la forma de superarlas. Algunas de las preguntas que puede formular el docente en esta puesta en común son:

- ¿Habéis encontrado mucha diversidad de insectos?
- ¿Cuáles son los insectos más abundantes en nuestra zona?
- ¿Pensáis que en otras épocas del año serán igual de abundantes que en esta?
- ¿Qué hacían los insectos que hemos observado?



Información complementaria



Colecta y conservación de insectos

Es habitual no disponer previamente de muestras entomológicas. Estas pueden ser por un lado capturadas previa petición de licencia a la Administración competente. Otra opción, a nuestro juicio mucho más recomendable aunque más lenta, es coleccionar individuos ya muertos que se encuentren en buen estado de conservación (relativamente habituales en nuestros pueblos y ciudades). De esta manera evitamos diezmar las poblaciones de polinizadores, especialmente si no tenemos un conocimiento profundo de las especies que estamos capturando, ya que pueden encontrarse amenazadas. Incluso para la recolección de individuos muertos

es recomendable solicitar la licencia a la Administración. Una vez conseguidas las muestras entomológicas, éstas se pueden conservar bien en resina sintética, que podemos encontrar en el mercado especializado (imágenes 10 y 11) o bien en cajas individuales de metacrilato (imagen 12) para facilitar su manipulación y observación. La ventaja que presenta la inclusión de muestras en resina es su mayor durabilidad, mayor resistencia y la posibilidad de observarlas desde cualquier ángulo. A continuación se muestran tres ejemplos:



Imagen 10



Imagen 11



Imagen 12



Para más información sobre técnicas para preservación de insectos se pueden consultar las siguientes páginas web:

- Márquez Luna, J. (2005). "Técnicas de colecta y preservación de insectos". *Boletín Sociedad Entomológica Aragonesa*, n1 37: 385-408. En: <http://sea-entomologia.org/PDF/GeneralInsectorum/GE-0056.pdf>
- Melic, A. y Melic, D. (2015). *Recopilación de artículos sobre consejos y técnicas de captura, colección y cría de insectos*. En: <http://sea-entomologia.org/consejosytecnicas.htm>.



Guías entomológicas

- Aguado, L.O., Fereres, A. y Viñuela, E. (2015). *Guía de campo de los polinizadores de España*. Mundiprensa.
- Chinery, M. (1997). *Guía de campo de los insectos de España y de Europa*. Omega.
- Escobés, R. y Vignolo, C. (2018). *Los polinizadores más comunes de las zonas verdes de Madrid*. En <https://goo.gl/wvoYks>.
- Harde, K.W. (1984). *Guía de campo de los coleópteros de Europa*. Omega.

- Novak, F.G.F.S. (1984). *Guía de campo de las mariposas de Europa: diurnas y nocturnas*. Omega.
- Real Jardín Botánico de Madrid, CSIC (2015). *Bichos de tu entorno. Guía de insectos y otros artrópodos*. CSIC.
- Rivera I., Melic, A. y Torralba, A. (2015). *Introducción y guía visual de los artrópodos*. IDE@-SEA: 2 (1-30).
- Vicente Arranza, J.C. y García Carrillo, A. (2009). *Mariposas diurnas de la Comunidad de Madrid*. Ediciones La Librería.



Páginas web

- Nicholls, S. *Grandes Documentales. Grandes Bichos*. En: <https://www.youtube.com/watch?v=e4UG-4BZKYI>. Documental sobre insectos de la serie Grandes Documentales. Duración: 50:25 minutos. Idioma: castellano.
- Varma, A. (2015). *Amazing Time-Lapse: Bees Hatch Before Your Eyes. National Geographic*. En: <http://www.thisiscoolossal.com/2015/05/an-extraordinary-glimpse-into-the-first-21-days-of-a-bees-life-in-60-seconds/>. Desarrollo de las larvas de abejas a adultos: Duración: 1:08 minutos. Idioma: inglés.

5.2. Actividad 2. El método científico

Duración aproximada	Espacio necesario	Agrupamiento recomendado	Recomendaciones
1 h	Aula	15 personas por educador	...



Objetivos

- Conocer los pasos a seguir para hacer ciencia.
- Diseñar un estudio ecológico a través de la metodología científica.



Temporalización

- Introducción teórica sobre el método científico en ecología 20 min
- Práctica de diseño experimental 40 min



Materiales y otras necesidades

- Conviene disponer de una pizarra o papelógrafo.



Desarrollo

- **Introducción teórica sobre el método científico en ecología**

La actividad comienza con una introducción teórica sobre el método científico en ecología.

El **método científico** es una forma de trabajo que se basa en desarrollar una serie ordenada de pasos para dar respuesta a una pregunta científica no resuelta. Estos pasos son: el planteamiento de una hipótesis, el diseño experimental, la observación sistemática, la experimentación, el análisis y la respuesta a la hipótesis de partida. Este método implica la reproducibilidad del experimento.

Los pasos se reflejan en el siguiente esquema:



Gráfico 1: Esquema de la estructura de una investigación siguiendo el método científico (Departamento de Ecología UAH, 2005)

Práctica de diseño experimental a partir del método científico

La práctica consiste en que el alumnado, bien en grupos o individualmente haga una **práctica del diseño de un experimento**. Para ello, se escogerá un tema cercano al entorno que pueda estudiarse a través del método científico.

A continuación se ofrece un ejemplo sencillo:

- Planteamiento de la pregunta: ¿es la velocidad de crecimiento mayor en los estudiantes de Primaria que en los estudiantes de Bachiller en nuestro centro educativo?
- Establecimiento de la hipótesis: "Las velocidades de crecimiento son mayores en Primaria, ya que son las etapas de crecimiento más rápido en los humanos".
- Diseño del estudio: se determinan cuáles son las variables que pueden describir el fenómeno que queremos estudiar (variables dependientes) y cuáles pueden ser las causas que afecten a este fenómeno (variables independientes) y cómo medirlas.
 - Variable dependiente: altura de los estudiantes.
 - Variable independiente: edad de los estudiantes (podríamos identificar más variables).
- Estrategia de recogida de datos:
 - Unidad de muestreo: un estudiante.
 - Frecuencia de muestreo y número de unidades del muestreo: la variable dependiente se medirá 4 veces al año durante un curso escolar en 30 estudiantes de 2º de Primaria y de 1º de Bachiller.
- Análisis de datos: se realizará un análisis matemático para comparar la tasa de crecimiento (longitud/tiempo) de cada uno de los grupos elegidos (por edad).

Este ejercicio se realizará en grupo trabajando desde una perspectiva dialógica, para que sea el propio alumnado pueda participar en el diseño. Posteriormente, se realizará un ejercicio similar para nuestro estudio de campo relativo a los polinizadores de nuestra zona. Algunas de las preguntas planteadas podrían ser:

- ¿Cuál es el orden de insectos más abundante en el patio escolar?
- ¿Tienen los lepidópteros preferencia por un tipo de flor?
- ¿Tienen las abejas preferencia por un tipo de color de las flores?

Es conveniente que se escoja una pregunta y, después de responderla (siguiendo todos los pasos de la metodología científica), probablemente surjan nuevas preguntas que tendremos que resolver siguiendo los mismos pasos. Es importante que el docente haga referencia a que antes de toda investigación, el primer paso es la búsqueda de bibliografía científica, para conocer si la pregunta que han realizado ha sido resuelta con anterioridad.

Información complementaria

Bibliografía

- Departamento de Ecología UAH (2005). *Métodos de investigación en ecología*. En: http://www3.uah.es/tiscar/Eco_Biol/Complementos_Eco/Cuaderno%20metodos%20investigacion05.pdf.
- Martella, M.B. et al. (2012). *Manual de Ecología Poblaciones: Introducción a las técnicas para el estudio de las poblaciones silvestres*. Reduca (Biología). Serie Ecología. 5 (1): 1-31.
- Méndez Iglesias, M. (2003). *Diseño de trabajos de campo en ornitología: una guía para rompetechos*. En: <http://www.bio-nica.info/ALAS/pdf3.pdf>.

5.3. Actividad 3.- Técnicas para la toma de datos de polinizadores

Duración aproximada	Espacio necesario	Agrupamiento recomendado	Recomendaciones
2 h 30 min. Puede realizarse en 1 o 2 sesiones	Zona verde	15 personas por educador	Es recomendable disponer de teléfonos móviles o cámaras fotográficas y ordenadores con conexión a internet



Objetivos

- Conocer las principales técnicas de muestreo de insectos polinizadores.
- Realizar censos de polinizadores.
- Participar en el la recogida de observaciones de biodiversidad a través de la plataforma de ciencia ciudadana de biodiversidad **Natusfera**, para el registro, aprendizaje e identificación de especies.



Temporalización

- Taller teórico-práctico sobre la plataforma Natusfera 60 min
- Elaboración de censos de polinizadores 60 min
- Puesta en común y análisis de datos 30 min

La actividad puede hacerse en una o dos sesiones diferentes consecutivas, si ello facilita su implementación.



Materiales y otras necesidades

- Huerto o zona ajardinada.
- Conexión a internet.
- Ordenador, teléfonos móviles (preferiblemente con conexión a internet, aunque no es imprescindible) o cámara de fotos digital si no se dispusiera de teléfonos móviles.
- Claves de identificación y lupas de mano (al menos una por pareja).



Desarrollo

- Taller teórico-práctico sobre la plataforma Natusfera

Natusfera es una **plataforma digital de ciencia ciudadana para conocer la biodiversidad de todo tipo de organismos**, que ofrece un lugar para registrar y organizar **observaciones** de la naturaleza, conocer a otros entusiastas y aprender sobre el mundo natural. Está operativa como página web (<http://natusfera.gbif.es/>) y como aplicación móvil. Tiene un carácter participativo, abierto e intuitivo para permitir que cualquier persona pueda participar compartiendo sus observaciones.

Las observaciones se pueden agrupar en proyectos, y cada una debe incluir al menos una fotografía o grabación sonora de cualquier organismo y la localización, la fecha y la hora en la que fue registrada. Además, puede recogerse cualquier otra información de carácter ecológico que se considere relevante. El sistema de Natusfera valida la identificación con el apoyo de todas las aportaciones de los usuarios a esa identificación, algunos de ellos expertos, que tienen más peso en la validación.

Por todas estas funciones, Natusfera es una excelente herramienta educativa que nos permitirá tener nuestras observaciones registradas y organizadas y nos servirá de ayuda para su identificación. Actualmente, dentro de Natusfera, existe un proyecto llamado **SOS Polinizadores** (<http://natusfera.gbif.es/projects/sos-polinizadores>), en el que **se están incluyendo observaciones de insectos polinizadores de Madrid**. Es de carácter libre, por lo que cualquier usuario de la plataforma puede meter en este proyecto sus observaciones (es como una carpeta de observaciones).

Durante esta parte de la actividad, el alumnado se familiarizará con el uso de la plataforma para poner en práctica la recogida de datos. Para ello, después de una explicación en el aula sobre la plataforma y su funcionamiento, se visitará la zona verde en la que se haya decidido trabajar y se realizarán registros con el móvil de las especies vegetales o animales observadas. Si no se tiene móvil, se pueden tomar fotos de las observaciones, y volcarlas posteriormente a la web de **Natusfera** desde un ordenador.

Como material para que el profesorado aprenda a usar esta plataforma, se recomienda la consulta de la información complementaria correspondiente a esta actividad.

Ten en cuenta también: <http://natusfera.gbif.es/pages/help>

- **Elaboración de censos de polinizadores**

Un censo permite estimar la abundancia de un conjunto de individuos de una especie que habita un área determinada. Para realizarlo, se recomienda trabajar por parejas o en grupos de tres personas. Se selecciona la planta de estudio y se cuentan sus flores. Si es muy grande y tiene muchas, se selecciona un área del tamaño que permita su correcta observación. En esa área se cuenta el número de flores (o se realiza una estimación si tiene muchas). A continuación se comienza a contabilizar el número de visitas que realiza el visitante floral a cada flor. La observación se realiza durante 5 minutos.

Para la recogida de datos se propone el estadillo que puede encontrarse en el apartado de información complementaria dentro de esta actividad. Dependiendo de cuál haya sido la pregunta planteada en la actividad 2, la toma de datos en los censos puede variar para poder responder a la pregunta planteada.



Imagen 13



Imagen 14

- **Puesta en común y análisis de datos**

Con los datos recogidos se realiza una primera puesta en común a través del diálogo grupal. Es recomendable que se dé el máximo nivel de participación. Conviene, además, fomentar la argumentación que sostenga las afirmaciones que se comparten, de manera que cada opinión pueda ser rebatida por razones basadas en principios biológicos. Algunas de las preguntas planteadas pueden ser:

- ¿Cuáles es la especie más abundante en la zona de estudio?
- ¿Pensáis que los insectos tienen preferencia por alguna especie de planta concreta?
- ¿Pensáis que en otras épocas del año serán igual de abundantes que en esta?
- Posteriormente se analizarán los datos matemáticamente (actividad 4).



Información complementaria

Guía para realizar el diseño experimental y el muestreo

1. Planteamiento del problema ecológico
 2. Planteamiento de la hipótesis
 3. Diseño del protocolo de muestreo
- a. Variables

Tipo de variable	Variable	Cualitativa o cuantitativa
Variables independientes		
Variables dependientes		

- b. Unidad de muestreo: tamaño del espacio a muestrear, tiempo de muestreo
- c. Distribución de las unidades de muestreo:
- i. Indicar cuáles son los estratos:
 - ii. Cómo se distribuyen las muestras en cada estrato (sistemático, azar, gradiente)
- d. Número de unidades de muestreo (total y en cada estrato)
- e. Método estadístico a utilizar



Estadillo tipo para realización de un censo de polinizadores

CENSO DE POLINIZADORES

Fecha _____ Hora _____ Duración del muestreo: _____ min

Climatología:

Soleado Nuboso

Otros _____

Temperatura:

Cálido Fresco Frío

Temperatura _____

Especie de Planta	Número de flores	Especie de polinizador	N.º de visitas	Observaciones



Bibliografía

- CREAM (2017). Natusfera. En: <http://natusfera.gbif.es/>
- GBIF (2001). *Nodo Nacional de Información en Biodiversidad*.

5.4. Actividad 4.- Análisis de datos

Duración aproximada	Espacio necesario	Agrupamiento recomendado	Recomendaciones
2 h 30 min. Puede realizarse en 1 o 2 sesiones	Zona verde	15 personas por educador, en pequeños grupos	Hay que tener en cuenta que la implementación del experimento puede llevar varios días o semanas



Objetivos

- El alumnado aprenderá a analizar los datos, empleando herramientas matemáticas para ello.
- El alumnado será capaz de interpretar los datos analizados, desarrollar conclusiones y argumentarlas.



Temporalización

- Realización de un diseño experimental sobre polinizadores 45 min
- Implementación del experimento* 45 min
- Análisis de datos y obtención de conclusiones 45 min
- Comunicación de resultados 60 min

*Es importante tener en cuenta que para la implementación del experimento, y dependiendo de cómo se haya hecho el diseño experimental, suele ser necesario hacer varias tomas de datos que pueden realizarse a lo largo de un periodo de tiempo que puede implicar varios días o semanas.



Materiales y otras necesidades

- Lupas de campo, cuadernos de campo, guías de identificación y teléfono móvil si se utiliza Natusfera.
- Ordenadores para análisis estadísticos.
- Ordenadores, cañón de luz y pantalla y diversos materiales de papelería para la comunicación de resultados.



Desarrollo

- **Análisis de datos y obtención de conclusiones**

A partir de los datos obtenidos del trabajo de campo, el método científico propone realizar un análisis estadístico para validar o refutar las hipótesis. Este es un procedimiento complicado que requiere conocimientos previos de estadística. Sin embargo, proponemos hacer una sencilla comparación de medias muestrales que nos indiquen si hay diferencia entre los grupos de datos para comparar en cada estudio. Somos conscientes de que no sería suficiente para validar o no nuestra hipótesis de cara a la toma de decisiones en ciencia, pero pensamos que es lo suficientemente ilustrativo para analizar los datos en didáctica de la ciencia. Siempre conviene ser conscientes y reflejar en la elaboración de las conclusiones las posibles carencias o errores que se han podido cometer a lo largo del experimento y del análisis, que pueden influir en los resultados.

Además, los resultados obtenidos han interpretarse con una discusión argumentada basada en bibliografía científica y congruente con los principios biológicos. Esta fase de discusión y argumentación tiene una gran potencia didáctica ya que fomenta el razonamiento lógico, la interrelación y conexión de diferentes datos y conocimientos.

- **Comunicación de resultados**

Tras concluir el estudio científico cada grupo expondrá sus resultados al resto de los participantes. Estas exposiciones pueden hacerse en diferentes formatos, ya sea a modo de comunicación oral, comunicación en formato póster o cualquier otro formato de las artes plásticas o escénicas en las que cada grupo prefiera expresarse. De esta manera se ponen en juego las inteligencias múltiples descritas por Gardner, no centrándose sólo en una única manera de expresión. La comunicación oral, escrita o plástica es una competencia básica que han de adquirir las personas a lo largo de la educación tanto Primaria como Secundaria.

Una propuesta para la comunicación de los resultados es organizar un pequeño congreso en el que varios grupos expongan sus investigaciones. Es muy positivo trabajar en red con otros centros o entidades que estén implementando el proyecto SOS Polinizadores y organizar conjuntamente el evento.



Información complementaria

- Gorgas, J., Cardiel, N. y Zamorano, J. (2011). *Estadística básica para estudiantes de ciencias*. En: http://webs.ucm.es/info/Astrof/users/jaz/ESTADISTICA/libro_GCZ2009.pdf

- Méndez Iglesias, M. (2003). *Introducción a la estadística para ornitólogos que odian el Ardeola*. En: http://www.academia.edu/28396312/INTRODUCCI%C3%93N_A_LA_ESTAD%C3%8DSTICA_PARA_ORNIT%C3%93LOGOS_QUE_ODIAN_EL_ARDEOLA

5.5. Actividad 5.- Construcción de un hotel para insectos

Esta actividad se describe en el apartado Actividad 3 para primaria. Se propone realizarla en secundaria como final de proyecto con el objetivo de que el alumnado realice una acción encaminada a conservar las poblaciones de insectos de la zona verde más cercana al centro escolar.



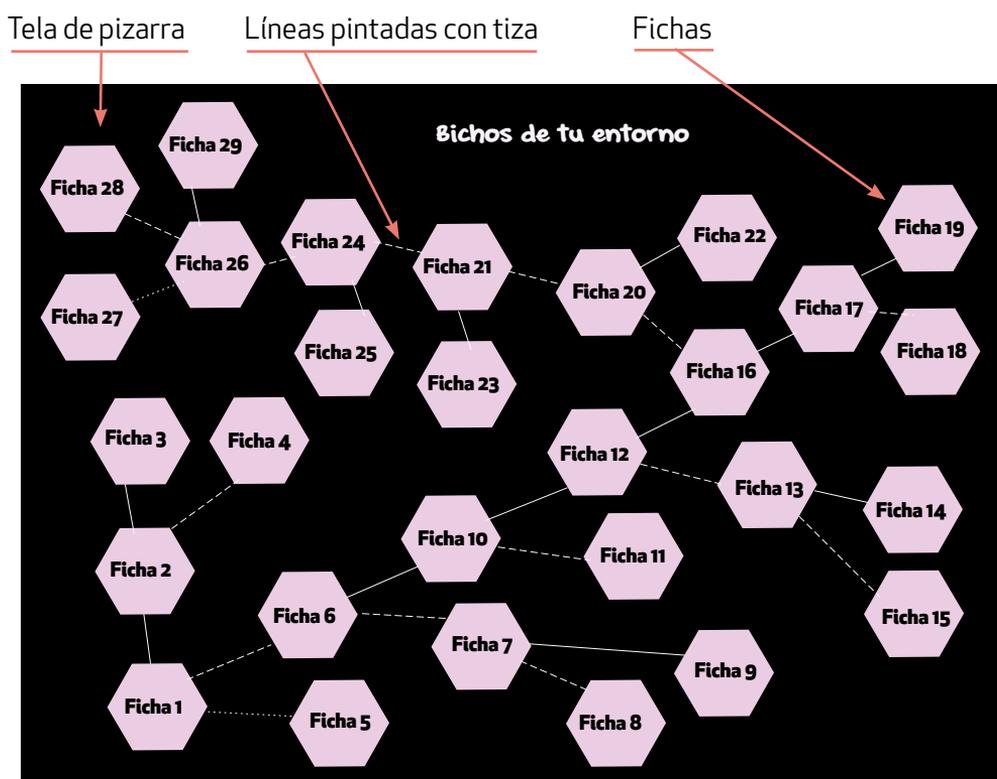
Hotel de insectos construido para el Real Jardín Botánico.



ANEXO : JUEGO “Identifica: bichos de tu entorno”

- **Presentación del juego:** el objetivo de este juego es que el alumnado, en grupo, sea capaz de identificar el artrópodo que tienen delante. Se asemeja a una clave dicotómica, en la que los participantes tienen que elegir una opción entre dos o tres, pero en forma de juego de fichas. Para ello, una persona va leyendo las fichas hexagonales desde la salida. En un principio, todas las fichas están dadas la vuelta (tapadas con la primera ficha hexagonal). Desde la salida se va eligiendo el camino a seguir, hasta que se llega a la identificación de la especie.
- **Materiales necesarios:**
 1. Colección de insectos en resina o disecados en seco (en la página 29 aparece la bibliografía sobre el montaje de insectos)
 2. Esquema del juego
 3. Tela de pizarra
 4. Tiza blanca para marcar la tela de pizarra con las líneas
 5. Hilo y aguja para coser las fichas a la tela
 6. Fichas hexagonales
 7. Plastificadora para proteger las fichas

1. Esquema del juego



2. Fichas hexagonales:

El reverso común a todas las fichas se puede usar para ocultar la información de los anversos en el inicio del juego:

Reverso



Ficha 1

Observa el número de patas del artrópodo que tienes delante y cuéntalas.



Si tiene 6 patas _____



Si tiene 8 patas



Si tiene más de 8 patas

Ficha 2

¡Llegaste al grupo de los ARÁCNIDOS!

A esta familia pertenecen las arañas, las garrapatas, los escorpiones y los ácaros. La mayoría son depredadores y se alimentan succionando líquidos ¡Algunos inyectan veneno a sus presas para inmovilizarlas!

Ahora observa bien el arácnido que tienes delante y fíjate en su forma:



Es grande y a largado. De su cabeza salen unas **grandes pinzas**



No tiene esas grandes pinzas

Ficha 3

¡Mucho cuidado, estás delante de un escorpión!

El escorpión común o alacrán tiene una cola que termina en un aguijón venenoso. Su picadura es extremadamente dolorosa. Vive debajo de las piedras y de noche sale a cazar artrópodos de los que se alimenta.

Su nombre en latín es *Buthus occitanus*.



Ficha 4

¡Estás delante de una araña!

Este animal fabrica hilos de seda que utiliza como trampas para cazar a sus presas, construir galerías y moverse.



Ficha 5

¡Llegaste al grupo de los MIRIÁPODOS!

A esta familia pertenecen escolopendras, ciempiés y milpiés. Tienen un cuerpo compuesto por una cabeza y un largo tronco formado por muchos segmentos y **muchos de pares de patas**. Huyen de la luz y buscan humedad, por lo que se refugian durante el día bajo las piedras. Un ejemplo es este milpiés.



Ficha 6

¡Estás en el grupo de los INSECTOS!

Los insectos o hexápodos tienen **6 patas** y dos pares de alas, aunque algunos como los escarabajos las tienen muy duras y otros como las hormigas las han perdido. Además tienen el **cuerpo dividido en tres partes: cabeza, tórax y abdomen**. Observa el insecto que tienen delante:



Tiene las patas traseras muy largas y musculosas



Todas las patas tienen un tamaño similar

Ficha 7

**¡Llegaste al grupo de los
ORTÓPTEROS!**

A esta familia pertenecen los
grillos, los saltamontes y las langostas.

Tienen **patas traseras fuertes y
musculosas que les sirven para dar saltos.**
Observa el insecto que tienes delante y fíjate
en su forma:



Su cuerpo es largo y es de color
marrón claro ———



Es de menor tamaño y su
color es amarillento - - - - -

Ficha 8

**¡Este insecto es un
saltamontes!**

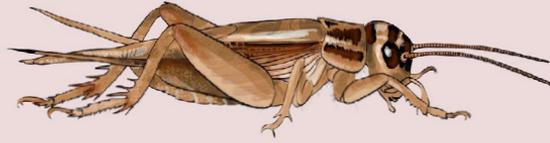
Son insectos herbívoros, algunos de
ellos son graves plagas en agricultura.
Los saltamontes pueden saltar hasta 20 veces la
longitud de su cuerpo.



Ficha 9

¡Este insecto es un grillo!

Durante las noches, especialmente de verano, los grillos producen un peculiar sonido frotando sus alas.



Ficha 10

Observa las alas del insecto que tienes delante:

 Las dos primeras alas son duras y parecen escudos _____

 Tiene uno o dos pares de alas visibles o no tiene _____

Ficha 11

**¡Llegaste al grupo de los
ESCARABAJOS o COLEÓPTEROS!**

Tienen dos pares de alas. Las externas son muy duras y asemejan dos caparazones. Se llaman **élitros**.

¡Casi la mitad de todos los insectos del mundo son escarabajos! La mayoría se alimentan de plantas



Ficha 12

**Observa al insecto que
tienes delante. Pon atención en
sus alas:**



Son de **colores vistosos**. Al tacto son **suaves y sedosas** y están cubiertas por **pequeñísimas escamas diminutas** que parecen polvo de color. _____



Son **transparentes**, y no son sedosas ni están cubiertas de este "polvo". -----

Ficha 13

**¡Llegaste al grupo de las
MARIPOSAS o LEPIDÓPTEROS!**

En este grupo están las polillas y las mariposas. ¡En el mundo existen 113.000 especies de mariposas!

Fíjate en sus antenas:



Terminan en una especie de botoncito ———



Tiene antenas plumosas -----

Ficha 14

**¡Enhorabuena, llegaste a la
meta! ¡Este insecto es una
mariposa!**

Se alimentan del néctar de las flores, ayudando así a su polinización. Este néctar lo absorben a través de la espiritrompa, una especie de tubo largo que enrollan cuando no están libando. Esta especie se llama **MARIPOSA CHUPALECHE.**



Ficha 15

¡Has llegado a las polillas!

Se parecen a las mariposas, pero tienen el **cuerpo más gordito** que éstas y suelen tener hábitos nocturnos.

Tienen **colores menos llamativos** y pliegan sus alas hacia los lados. La que tienes delante se llama **esfinge colibrí** porque cuando vuela, se parece a este pequeño pájaro.



Ficha 16

Observa muy bien el insecto que tienes delante:



Tiene solamente 2 alas, una a cada lado del cuerpo _____



Tiene 4 alas, dos en cada lado o no tiene alas -----

Ficha 17

**¡Has llegado al grupo de las
MOSCAS o Dípteros!**

A este grupo pertenecen las
moscas, los mosquitos y los tábanos,

Tiene un par de alas. Las otras dos alas las han
transformado en "balancines" que no se ven a simple
vista pero le sirven para controlar la dirección de su vuelo.

Tienen en la cabeza un par de ojos grandes compuestos.

Fíjate en el díptero que tienes delante:



Es de color negro ———



Su color imita a una avispa ----

Ficha 18

**¡Eureka, el insecto que
tienes delante es una mosca!**

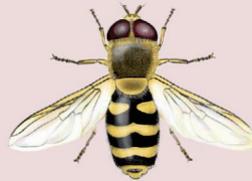
Algunas moscas se alimentan de
sustancias en descomposición, y su
función es muy importante en la naturaleza ya
que **ayudan al reciclaje de la materia orgánica**
en el suelo. Otras se alimentan de néctar y tienen una
importante función como polinizadores.



Ficha 19

**¡El insecto que has
identificado es un sírfido!**

Estas moscas, en su fase adulta liban el néctar de las flores. Se parecen a abejas y avispas, con las que se confunden fácilmente debido a sus colores. Su nombre científico es es *Syrphus sp.*



Ficha 20

**Observa al insecto que
tienes delante:**

 Tiene una cabeza grande con dos grandes ojos compuestos y un **abdomen muy largo** y dividido en segmentos. ———

 No tiene grandes ojos ni abdomen largo dividido por 11 segmentos. -----

Ficha 21

**¡Estás en el grupo de las
ABEJAS O HIMENÓPTEROS!**

Este grupo incluye hormigas,
avispas y abejas. Es uno de los grupos
de insectos más numerosos con 200.000
especies en todo el mundo.

Fíjate atentamente en el himenóptero que tienes
delante.

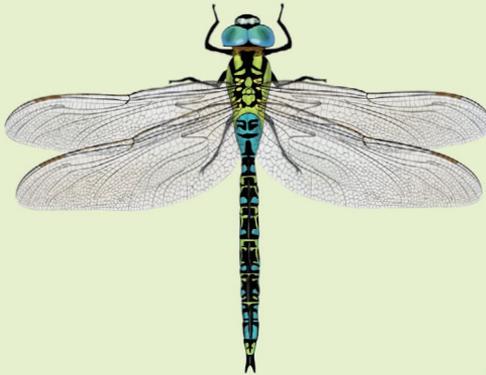
 No tiene alas _____

 Tiene dos pares de alas -----

Ficha 22

**¡Este insecto es una
libélula!**

Son esencialmente veraniegos. Les
gusta vivir en lugares con agua dulce
como cerca de charcas. ¿Sabías que hace 300
millones de años las libélulas tenían el tamaño de
una persona!



Ficha 23

**¡Muy bien, llegaste al grupo
de las hormigas!**

Las hormigas viven en colonias que pueden estar compuestas por millones de individuos. Están muy organizadas y se comunican entre sí por feromonas, unas sustancias químicas que les avisan de peligros o de dónde conseguir alimento.



Ficha 24

**Observa el insecto que tienes
delante.**

 Tiene el cuerpo delgado con una cintura estrecha entre el tórax y el abdomen ———

 Tiene el cuerpo gordito, sin cintura que separa el tórax del abdomen -----

Ficha 25

¡Enhorabuena, el insecto que tienes delante es una avispa!

Son insectos sociales que viven en enjambres. Muchas se alimentan de néctar siendo importantes polinizadores. Otras son predadoras y se alimentan de insectos.



Ficha 26

Observa el insecto que tienes delante.



Tiene el cuerpo alargado ———



Tiene el cuerpo redondeado con colores amarillo y negro -----



Tiene el cuerpo redondeado y es de color negro violáceo

Ficha 27

¡Enhorabuena, el insecto que tienes delante es una ABEJA!

Existen muchas especies diferentes. Sólo una pequeña parte son sociales y viven en colmenas. La mayoría son abejas solitarias. Son **muy importantes para la polinización de las flores**. Algunas, como la que aparece aquí dibujada (abeja de la miel), transportan el polen en unos sacos que tienen en las patas.



Ficha 28

¡Este insecto es un ABEJORRO!

Pertenecen al género *Bombus*. Son **insectos sociales**. Las reinas sobreviven al frío del invierno y en primavera, **construyen su nido bajo el suelo, donde ponen los huevos**. Cuando las larvas salen, se alimentan con un rico "pan de abeja", una mezcla de polen y néctar que les ha preparado la reina.



Ficha 29

**¡Estás delante de un
Abejorro carpintero!**

Pertenece al género *Xylocopa*. Se llama así porque es capaz de construir galerías en la madera para construir su nido. Son polinizadores que se alimentan del néctar de las flores. Seguro que los has visto en más de una ocasión: son grandes y de color negro-violáceo.





SOS

Polinizadores

.....

Guía para el docente

