

# *El Vuelo de las Monarca*

## **Guía del Educador**

**SK Films**





# Guía del Educador

## Contenido

### Bienvenida

### Mariposas Monarca: Antecedentes

### Contenido educativo de la película

### Estándares educativos

### Sembremos un jardín de mariposas

Una actividad para todos los grados escolares

### Actividades en el salón de clase: 5-8 años

Conoce a tus orugas

¿Cuál es el hábitat de una mariposa? Haz un mural

Juego de migración de la mariposa Monarca

### Actividades en el salón de clase: 9-12 años

Identifiquemos a los niños

¿Cuan lejos puede llegar una mariposa planeando?

La metamorfosis en la vida de un insecto

La oruga extremadamente hambrienta

Coloración de advertencia

No sabes a lo que aparentas: qué es el mimetismo

### Actividades en el salón de clase: 12-18 años

Fenología en el patio de la escuela

Crianza de larvas de Monarca

Monarcas en las tarjetas "Dilema de Equilibrio"

¿Cuántos nietos?

Comparemos las mariposas con las polillas

### Vocabulario

### Referencias

### Agradecimientos

## **¡Bienvenido al fascinante mundo de la mariposa Monarca!**

La mayoría de los programas escolares de ciencias naturales incluyen el estudio de las monarca, junto con los conceptos de migración, ecología, biodiversidad y el proceso de descubrimiento científico.

Esta Guía del Educador contiene información científica para los maestros, actividades curriculares específicas, vocabulario y páginas de la red para investigar más o para imprimir. El disco adjunto, titulado Material Educativo de Apoyo, incluye actividades educativas más detalladas y antecedentes sobre la película ***El vuelo de las Monarca***. Lo mismo encontrará en sitio web del proyecto:

[www.flightofthebutterflies.com/learningcentre](http://www.flightofthebutterflies.com/learningcentre).

***El vuelo de las Monarca*** está disponible en salas que cuenten con la Megapantalla IMAX® en 3D y 2D, en todo el mundo, y podría estar proyectándose en tu localidad. Algunas de estas salas forman parte de museos que tienen pabellones de monarcas vivas. Te animamos a que programes una salida con tu grupo escolar para ver la película y para explorar las actividades de esta Guía del Educador y el Material Educativo de Apoyo. Al ver la película, los estudiantes aprenderán a apreciar a la mariposa Monarca, su notable capacidad para navegar, orientarse y migrar, conocerán la única Súper Generación, que las convierte en los insectos con el trayecto migratorio más largo de la Tierra, cómo y por qué cientos de millones de monarca migran miles de kilómetros cada año y cómo se descubrieron sus lugares de hibernación.

El programa de la Universidad de Minnesota, **Las Monarca en el Salón de Clase**, constituye un valioso aporte para este proyecto. La **Fundación Nacional de Ciencias (NSF)** de Estados Unidos generosamente financió este proyecto, y el equipo asesor del mismo incluye a varios de los mejores expertos en mariposas Monarca, en el mundo, y que continúan rastreando e investigando científicamente a la Monarca y su migración desde Canadá, pasando por Estados Unidos, hasta llegar a México.

El estudio de la Monarca se eslabona muy bien con el estudio de la Ciencia Ciudadana y el Compromiso Científico que se está extendiendo por el mundo. Miles de personas contribuyen a nuestro conocimiento de la biología y conservación de la Monarca mediante la entrega de información a diversos programas de investigación, tales como el Monarch Larva Monitoring Project (Proyecto de Monitoreo de Larvas de Monarca), el Journey North y Monarch Watch, entre otros. De hecho, los Ciudadanos Científicos desempeñaron un papel fundamental al ayudar al Doctor Fred Urquhart a buscar y descubrir los lugares de hibernación de las Monarca, en las montañas de México. Esta historia también se cuenta en la película.

Estamos seguros de que la película y esta Guía del Educador estimularán a tus jóvenes estudiantes a hacer los próximos grandes descubrimientos sobre la mariposa Monarca. Te deseamos lo mejor en tu exploración de las Monarca y te felicitamos por el trabajo que haces cada día en el salón de clase.

Atentamente,

Jonathan Barker  
Presidente, SK Films  
Productor Ejecutivo, El Vuelo de las Monarca  
[www.flightofthebutterflies.com](http://www.flightofthebutterflies.com)

Jim O'Leary  
Científico Senior, Centro de Ciencias de Maryland  
Investigador Principal de NSF  
[www.marylandsciencecenter.org](http://www.marylandsciencecenter.org)

# Mariposas Monarca

## Antecedentes

### Historia del Descubrimiento

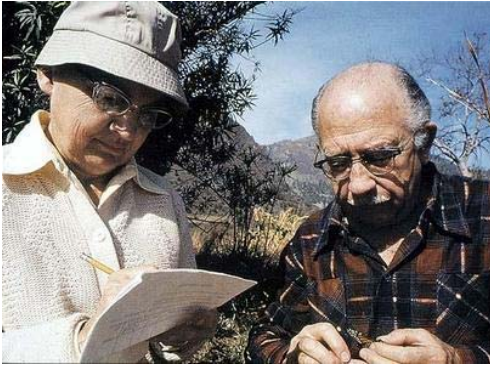
Las mariposas Monarca son una especie tropical con millones de años de antigüedad. Se cree que se originaron en las montañas y valles de México y Centroamérica, y que con el paso del tiempo fueron invadiendo las cálidas regiones del norte, impulsadas por la búsqueda de su fuente de alimento, la planta conocida con el nombre de “algodoncillo”. El algodoncillo crece en suelo perturbado; su distribución hacia el norte se debió al desarrollo de las civilizaciones de América del Norte, formadas a medida que los europeos llegaban, talaban los bosques y despejaban la tierra. Adicionalmente, a medida que el planeta se fue calentando, el algodoncillo se esparció a lo largo de Estados Unidos hasta llegar a Canadá, y los trayectos migratorios de la mariposa Monarca siguieron de cerca las fuentes de este alimento.



El nombre en latín de la mariposa es *Danaus Plexippus*, tras el mito griego de Danaus, cuyas hijas huyeron de sus tierras para evitar los matrimonios forzados. La larga travesía de las Monarca evoca el viaje de las hijas. La película en pantalla gigante inicia con una Monarca llamada Dana.



Los primeros pobladores de Estados Unidos, procedentes de Europa, nombraron a la mariposa Monarca en honor al Rey Guillermo III, Príncipe de Orange (1650 a 1702). Otros la apodaron mariposa Rey Guille (diminutivo de Guillermo) y otros la llamaron mariposa del algodoncillo (ya que la única fuente de alimento de la larva (oruga) es dicha planta).



El Dr. Fred Urquhart, su esposa Norah y su equipo tardaron casi 40 años en encontrar los sitios de hibernación de la Monarca en México. Pasaron muchos años perfeccionando la etiqueta hasta que ésta se quedara pegada al ala delantera. Iniciaron la Asociación de Migración de Insectos, y reclutaron y enseñaron a miles de voluntarios de Canadá y Estados Unidos a etiquetar mariposas con la esperanza de conocer sus rutas migratorias y encontrar el lugar adonde todas huían, al mismo tiempo, durante meses.



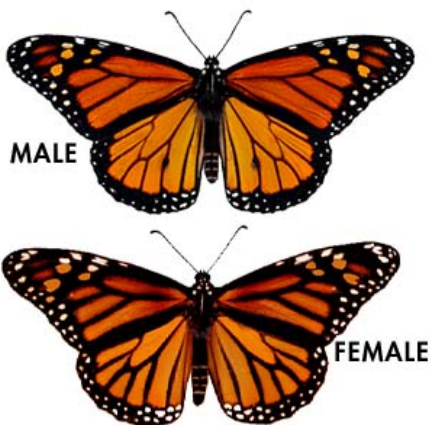
(Imágenes: Portada de la revista National Geographic (1976) con mapa del Cerro Pelón)

Uno de los primeros voluntarios del doctor Urquhart en México, el Sr. Ken Brugger, y su esposa Catalina Aguado encontraron, en 1975, el refugio invernal de las monarca: el Cerro Pelón, ubicado en el centro de México. Un artículo de National Geographic escrito por Bianca Lavies presentó el descubrimiento en el número de agosto de 1976.



Cuando Urquhart finalmente visitó el santuario de México con Norah, Ken, Catalina y Bianca, aún no estaba seguro de que estas mariposas fueran las mismas Monarcas que recorrían ese largo trayecto, desde el norte de Estados Unidos y el sur de Canadá hasta México. Mientras Urquhart descansaba sobre un tronco, una de las ramas se rompió y una gran cantidad de mariposas Monarca cayeron en cascada hasta el suelo. Fue entonces cuando observó un objeto blanco y se dio cuenta de que era una de sus etiquetas, puesta por dos estudiantes de Minnesota, Dean Boen y Jim Street, junto con su profesor Jim Gilbert. ¡Muy a menudo, la suerte está involucrada en la investigación científica y los descubrimientos!

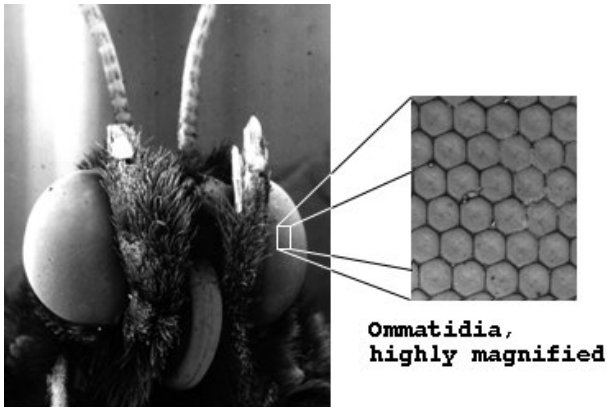
### **Características de la Mariposa Monarca / Sentidos**



La mariposa adulta pesa alrededor de medio gramo y cuenta con cuatro alas y seis patas, aunque el primer par se mantiene tan cerca del cuerpo que para la mayoría de las personas parece que la mariposa tiene solo cuatro patas. Las hembras son de color más oscuro y tienen rayas negras más anchas en las alas. Los machos son ligeramente más grandes, con dos manchas negras a lo largo de sus alas traseras, cercanas al abdomen.

Todavía se sigue estudiando a la mariposa Monarca macho y su supuesta producción de feromonas, aparentemente secretadas por glándulas especiales ubicadas en las alas. Sin embargo, a diferencia de sus parientes cercanos, las Monarca no requieren de feromonas para aparearse con éxito. Los científicos todavía

están estudiando el papel que las feromonas tienen, si tuvieran alguno, en los rituales de apareamiento de la Monarca.



Los grandes ojos compuestos de las Monarca están formados por miles de pequeños lentes llamados ommatidios, generalmente hexagonales, que se juntan y enfocan la luz. Las Monarca también perciben la luz polarizada y ultravioleta. La luz viaja en muchas direcciones o planos, ya sea horizontal o verticalmente. Esto es lo que genera el brillo de un día soleado. Los lentes de sol polarizados eliminan el brillo reduciendo el número de planos de luz que se observan. Las Monarca pueden ver la luz polarizada porque están hechas para ello. La variación en los patrones de polarización del cielo permite que muchos insectos y, probablemente las Monarca también, conozcan la posición del sol, incluso bajo condiciones de alta nubosidad, facilitando de esa forma, su orientación y navegación.

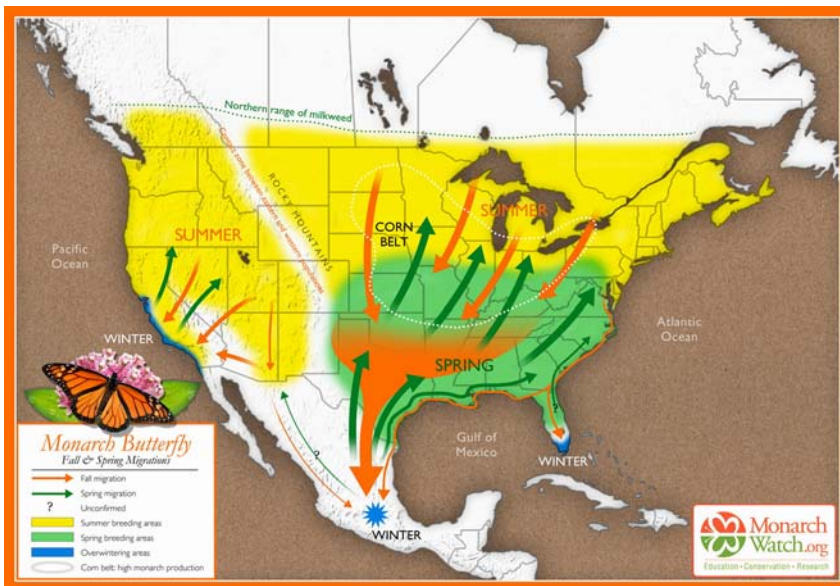
Las Monarca detectan gran parte de los aromas y sabores mediante receptores especializados que se encuentran en sus antenas, patas y trompa. Los receptores de aroma y humedad en las antenas, permiten a las Monarca sentir el olor de las flores, el agua, las plantas hospederas y quizás también sentirse entre ellas. Las hembras tienen un conjunto especial de sondas o picos ubicados en el primer par de patas, que tamborilean rápidamente sobre las hojas para "saborearlas" y determinar si la planta que están probando es un lugar adecuado para poner un huevo.

Es probable que el pelo que tienen en la cabeza ayude a las Monarca a detectar la dirección y velocidad del viento mientras vuelan. Otros receptores, llamados propioceptores, son sensibles a la posición de las partes del cuerpo y a la gravedad, al detectar el cabeceo y el balanceo durante el vuelo, y así ir ajustando constantemente las alas y el abdomen para mantener un curso estable. Los receptores táctiles le ayudan a la mariposa a orientarse respecto de las plantas, el suelo, e incluso en relación con otras mariposas Monarca, al estar agrupadas en los sitios de hibernación. Los filamentos por pares que presentan las orugas Monarca maduras son sensibles al tacto, como también lo son los abundantes y finos vellos (setas táctiles) que tienen a lo largo del cuerpo.

## **Migración de la Monarca**



Muchas mariposas emigran y viajan largas distancias; algunas especies viajan en enorme grupos de millones de ejemplares. Las Monarca pertenecen a un reducido grupo de especies, casi todas ellas relacionadas entre sí, que hacen una migración de ida y vuelta en una sola generación. De este reducido grupo, la migración que hacen en otoño, desde Canadá y Estados Unidos a los sitios de hibernación en México, es la más larga que se conozca y también la más espectacular. Cómo es que la Monarca es capaz de lograr esta proeza es objeto de mucha especulación e investigación. Los científicos se están acercando a comprender cómo es que las Monarca perciben las señales de cambios ambientales tanto en otoño como en primavera, y cómo es que modifican su comportamiento con base en estos cambios para llegar a sus destinos.



Cuando las Monarca despegan para iniciar su camino hacia el sur, la gente podría ver a muchos cientos, incluso miles de ellas, en lugares ya famosos como Point Pelee, en el sur de Ontario, Canadá. Varias rutas de migración en el centro sur de Canadá llegan hacia el centro de Estados Unidos. La mayoría de las Monarca que migran a México proceden de los campos de reproducción del norte, ubicados al este de las Montañas Rocallosas y al norte del centro de Estados Unidos, por ejemplo, Oklahoma. Una población más pequeña de Monarcas se reproduce en áreas que están al oeste de las Rocallosas e hiberna en numerosos sitios distribuidos a lo largo de la costa de California, desde San Francisco hasta San Diego.

Llegar a México no es fácil. No es solo una cuestión de volar hacia el sur. Si solo volaran hacia el sur, las Monarca terminarían en el Golfo de México. Para llegar a México, establecen un recorrido, que va variando según la región del país. Las Monarca que atraviesan Washington, D.C. se desplazan al oeste-suroeste; cerca



de Atlanta la dirección es principalmente hacia el oeste, y en Lawrence, Kansas hacia el sur-suroeste. ¿Cómo es que las Monarca establecen estas rutas? No se sabe. ¿Utilizan señales provenientes del cielo o información magnética, o una combinación de ellas, o hay otros factores involucrados? Los científicos están trabajando para resolver este rompecabezas. Sabemos que utilizan una combinación de relojes biológicos, uno instalado en las antenas y el otro en el cerebro para mantener el rumbo.

Sobrevivir el viaje a México involucra el elemento suerte al igual que adaptaciones específicas que mejoran las posibilidades de llegar a los sitios de hibernación. Las Monarca deben evitar todo tipo de cosas, desde vehículos hasta pesticidas, telarañas, tormentas y no falta el ave que todavía no ha aprendido que las Monarca no se deben comer debido a su desagradable composición química. Además de su habilidad única para establecer un curso que las lleve al lugar correcto, las Monarca tienen adaptaciones de vuelo que mejoran las posibilidades de llegar a los sitios de hibernación en buenas condiciones.

En lugar de forzar el vuelo aleteando constantemente, las Monarca se deslizan planeando para avanzar hacia el suroeste. Conforme el sol se va poniendo, se forman corrientes térmicas. Cuando las Monarca se topan con estas cálidas masas de aire ascendente, colocan sus alas como si fueran halcones (pegadas al cuerpo) y se desplazan en espiral hacia arriba, dentro del aire ascendente. Una vez que alcanzan la parte superior de la corriente térmica, comienzan a planear. El índice de planeo es de 100 a 30, aproximadamente. Esto significa que por cada 100 centímetros de desplazamiento hacia delante, pierden alrededor de 30 centímetros de altura. Al batir sus alas de 2 a 3 veces cada 6 a 9 metros, pueden prolongar su desplazamiento planeando hasta llegar a otra corriente térmica. Estas corrientes suelen llevar a las Monarca hasta una altura de 300 metros, e incluso se ha avistado a algunas Monarca a una altura de 1,600 metros o más por encima del suelo. Esta forma de desplazamiento conserva la energía y les permite proteger sus frágiles alas y sus músculos. La mayoría de las Monarca que llegan a los sitios de hibernación está en excelentes condiciones, a pesar de haber volado hasta 3,500 kilómetros.

Conforme las Monarca van avanzando sobre el continente, se topan con bosques relativamente planos, tierras de cultivo y pastizales, así como con cadenas montañosas y grandes lagos. Se enfrentan a los diferentes terrenos de forma muy variada. Cuando se encuentran con grandes lagos, si el clima no es favorable, las Monarca se mantienen unidas por días, en espera de vientos favorables que las ayuden a seguir. En las zonas montañosas, es común que se metan en las corrientes térmicas que se elevan a lo largo de las crestas, tomando frecuentemente las mismas vías que usan los halcones en su migración. En áreas relativamente planas, se desplazan hacia el suroeste en direcciones que son apropiadas a la latitud y longitud en la que se encuentran.

A medida que la migración avanza, las Monarca que proceden de lugares tan lejanos al este como New Brunswick y Maine, y tan lejanos al oeste como la parte frontal de las Rocallosas, convergen en Texas, creando un efecto de embudo invertido sobre un área de 80 kilómetros de ancho, conformada por valles con ríos templados, entre Eagle Pass, Texas y del Río, Texas, sus últimas paradas antes de pasar a las montañas del norte de México. Una vez en México, las Monarca tienden a seguir las montañas hasta el área donde se encuentran los sitios de hibernación. Al llegar a la zona de hibernación a finales de octubre, comienzan a agruparse en los árboles de oyamel que están en las partes altas de las montañas. Con el paso de los días y con el arribo de más Monarcas durante el mes de noviembre, la cantidad de Monarcas en los oyameles se hace cada vez mayor mientras se van desplazando hacia sitios más protegidos, por debajo de las crestas. Cada

grupo de mariposas Monarca se llama colonia, y algunas de estas colonias pueden cubrir una gran cantidad de acres: hasta 25 millones de Monarcas por acre. Estas colonias permanecen ahí desde noviembre hasta marzo, aunque algunas Monarca empiezan a desplazarse hacia el norte a finales de febrero. "El Vuelo de las Monarca" trata sobre la cruzada del Dr. Fred Urquhart para descubrir cómo y dónde hibernan las Monarca. Es muy probable que lo que encontró haya superado sus expectativas. En la película se le ve con un mapa marcado con los caminos de migración de la Monarca, que se conocen. Estas líneas representan trayectorias que se sabe que siguen miles de Monarcas, y en ellas hubo numerosos avistamientos.

Dos son las preguntas frecuentes sobre las Monarca: "¿Por qué emigran?" y "¿Por qué emigran a esos sitios específicos en México?" Las Monarca no son resistentes al frío. Su resistencia a la congelación es mínima. Para sobrevivir de una temporada a otra, migran a bosques de abetos oyameles que se encuentran por encima de los 3,200 metros, un hábitat fresco en donde las temperaturas durante el día rara vez superan los 18°C y es muy raro que las mínimas durante la noche se encuentren por debajo del punto de congelación. El bosque es un manto que protege a las Monarca, que se mantienen relativamente inactivas durante el invierno, sobreviviendo mediante la conversión de las grasas almacenadas en el otoño, en los azúcares necesarios para mantener su cuerpo funcionando. Las colonias de mariposas monarca se encuentran en un área relativamente pequeña a 19.5 grados latitud norte, ¿por qué esta latitud (y longitud) y por qué formar colonias cada año en estos mismos lugares en el bosque? Los científicos no tienen respuestas a estas preguntas, mas no falta la especulación y el interés.

### **Un día en la vida de una Monarca**

Con la información que tenemos acerca de las Monarca y su migración, además de un poco de imaginación, se puede crear un escenario aproximado de un día en la vida de una Monarca migratoria. Es probable que la mayoría de las Monarca mantenga un horario de vuelo modesto, volando entre tres y cinco horas diarias y avanzando entre 50 y 80 kilómetros al suroeste cuando las condiciones climáticas favorecen el vuelo.

- 9:00 a.m. Caliente por el Sol que baña el sitio donde pasó la noche, la Monarca vuela una corta distancia hasta las flores cercanas para extraer el néctar.
- 10:00 a.m. Termina de alimentarse y emprende el vuelo migratorio, deteniéndose periódicamente para alimentarse por lapsos de 10-15 minutos.
- 4:30 p.m. Detiene el vuelo y se alimenta del néctar de las flores durante, por lo menos, 30 minutos.
- 5:00-5:30 p.m. Busca un lugar de descanso para pasar la noche, preferiblemente uno que esté bien protegido con muchas otras Monarca.
- 5:30-6:30 p.m. Se instala para descansar el resto de la noche, y convierte los azúcares del néctar de su última alimentación en la grasa y los azúcares necesarios para el vuelo del día siguiente.
- 6:00 p.m. - 9:00 a.m. Duerme.

Este escenario se basa en el vuelo de una Monarca de final de temporada, que voló un promedio de 100 km diarios desde Carolina del Norte hasta Austin, Texas, y probablemente requirió cerca de seis horas de vuelo

por día. Las Monarca mantienen una velocidad promedio de 17.5 km/h, con vuelo forzado (batiendo las alas) y más lento cuando planean y se elevan.

### **Ciclo de vida**



Todas las mariposas pasan por cuatro etapas, desde huevo (3-4 días), a larva/oruga (10-14 días), a pupa (10-14 días) y de ahí a la edad adulta. La etapa más notable y de mayor crecimiento es la de larva/oruga, en la que puede incrementar su masa corporal hasta 2.000 veces. El proceso completo tarda 30 días en promedio, y cuanto más calor hace, más corto es el ciclo.

### **Secuencia genética**

En el 2011, científicos estadounidenses secuenciaron el genoma (la estructura molecular del ADN) de la mariposa Monarca y descubrieron 273 millones de unidades de ADN. Este descubrimiento, el primero en su tipo para cualquier mariposa e insecto migrante, puede proporcionar información valiosa acerca de cómo las Monarca alcanzan su extraordinaria migración de larga distancia. Los científicos creen estar llegando a comprender cómo utilizan las Monarca un reloj solar con tiempo compensado y también, otras adaptaciones fisiológicas y de comportamiento. También creen haber identificado genes que podrían dar información visual y un procesamiento centralizado mediante la orientación solar, y que ayudan a las Monarca a almacenar grasa, construir músculo, regular la sensibilidad a la temperatura, utilizar receptores especiales de olor y otras adaptaciones que activan cuando están migrando.

### **La planta de algodoncillo**



Las Monarca se alimentan del algodoncillo; por ello, a menudo se refieren a ellas como las mariposas del algodoncillo. Las Monarca hembra no ponen más de un huevo por planta de algodoncillo, por lo general en el envés de las hojas de este grupo de plantas, que tienen una toxicidad de moderada a alta. Es el único grupo de plantas que usan como su anfitrión, y utilizan aproximadamente 30 de las más de 70 especies de algodoncillo que crecen en Estados Unidos y Canadá. La especie más utilizada es el algodoncillo común, que resulta familiar para la mayoría de los habitantes de la zona en donde las Monarca se reproducen en verano.



Cuando se alimentan, las larvas ingieren las toxinas de la planta y las almacenan en sus tejidos. Si un vertebrado se atreve a comer una Monarca, estas toxinas lo enferman; una vez es suficiente: muchos depredadores aprenden a asociar la brillante coloración naranja y negro de la Monarca con algo que deben evitar comer. Desafortunadamente, la mayoría de los insectos depredadores (como catarinas, avispa y moscas parásitas) no encuentran en las toxinas del algodoncillo un motivo para alejarse: pueden comer sin problemas cientos de huevos y larvas producidos por las Monarca hembra, con el resultado final de que sólo un pequeño porcentaje de los huevos puestos sobrevive hasta la etapa adulta.

La mariposa Virrey imita a la Monarca. Las marcas distintivas de la Monarca advierten a los depredadores experimentados que no se alimenten de ellas y se mantengan alejados. El Virrey no come algodoncillo venenoso, por lo que no tiene un sabor amargo, pero está claro que evolucionó para parecerse a la Monarca con el fin de engañar a los depredadores.

### **Las amenazas a la Mariposa Monarca**



La Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (UICN) considera que el comportamiento migratorio y de hibernación de la Monarca es un fenómeno biológico en peligro de extinción. Las tres principales amenazas que ponen en peligro a las monarca son: la pérdida del hábitat del algodoncillo en las áreas de reproducción; la degradación del hábitat de hibernación en los santuarios, principalmente por la tala ilegal, y el cambio climático, que está causando más tormentas fuera de temporada, es decir, lluvia excesiva, seguida, muchas veces, de temperaturas muy bajas. En enero de 2002, una tormenta inesperada mató aproximadamente a 400 millones de mariposas Monarca en los santuarios mexicanos. Los científicos estaban hundidos hasta las rodillas en Monarcas muertas.

Las Monarca que llegan a la edad adulta, y que sobreviven la larga migración hasta el sur, deben hacer frente a más de tres enemigos durante su descanso en el sitio de hibernación en México: dos especies de aves y un roedor, a saber: los Orioles de espalda negra, el Picogruaso cabeza negra y el ratón trepador de orejas negras.



El que haya millones de Monarcas descansando en los árboles, las hace vulnerables a las aves, que cazan en la mañana y en la tarde. Las aves comen más machos que hembras porque las Monarca hembra tienen más toxinas del algodoncillo en su sistema. Una vez que el sol se pone, el peligro continúa ya que por la noche, los ratones se alimentan de las Monarca que se apoyan en el suelo del bosque.



Otra amenaza creciente es la hormiga de fuego, que fácilmente se puede comer los huevos y las larvas de la Monarca. Este depredador es inmune al veneno del algodoncillo, y está aumentando considerablemente tanto en número como en área de ocupación. El cambio climático está permitiendo que las hormigas de fuego lleguen más lejos, en dirección al norte de los Estados Unidos. Su impacto destructivo sobre las Monarca y sobre toda la vida silvestre que vive sobre el suelo está creciendo a un ritmo alarmante.

### **Conservación y Ciencia Ciudadana**

Muchos grupos de ciudadanos se dedican a proteger a las mariposas Monarca mediante actividades de investigación, conservación y defensa. Entre ellos se encuentran: *Monarch Watch* (Observación de las Monarca), *Monarchs in the Classroom* (Las Monarca en el Salón de Clase), *Monarch Larva Monitoring Project* (Proyecto de Monitoreo de las Larvas de la Monarca), *Journey North* (Viaje hacia el Norte), *Monarch Butterfly Fund* (el Fondo para la Mariposa Monarca), *Monarch Joint Venture* (la Unión Conjunta de las Monarca), *Xerces Society* (la Sociedad Xerces), *Pollinator Partnership* (la Asociación de Polinizadores) y *Monarchs Across Georgia* (Monarcas en el estado de Georgia). El gobierno federal mexicano (a través de la Unión Conjunta de las Monarca en Estados Unidos), el estado de Michoacán y el estado de México también trabajan con diligencia para proteger los santuarios.



La protección de los santuarios mexicanos comenzó con una serie de decretos presidenciales en la década de 1980. En el año 2000, un decreto presidencial adicional convirtió la zona en reserva federal de la biosfera. En el 2008, la UNESCO declaró a la reserva mexicana de la mariposa Monarca como Patrimonio de la Humanidad. El gobierno mexicano ha establecido como ilegal la tala de árboles cercanos a los santuarios, pero es difícil hacer cumplir esta ley en estas regiones remotas.

Los etiquetadores contratados por los Urquhart desempeñaron un papel fundamental en el descubrimiento de los sitios de hibernación de la Monarca en México. El Dr. Urquhart estaba convencido de que etiquetando a las Monarca se podría deducir la ruta o rutas que seguían hasta el área de hibernación. Bajo esta idea, el Dr.

Urquhart y su esposa Norah crearon la “Asociación de Migración de Insectos”, un extenso grupo de voluntarios de muchas áreas, que etiquetaron a miles de Monarcas. La recuperación de varias etiquetas en México convenció al doctor Urquhart de que las Monarca pasaban el invierno en las montañas del centro de México.

Ken Brugger, un ingeniero que laboraba en México, respondió a un anuncio de periódico publicado por el doctor Urquhart, en el cual solicitaba voluntarios para buscar los sitios de hibernación de las Monarca. Tras varios intentos, Ken y su esposa Catalina Aguado fueron guiados a una colonia en el Cerro Pelón el 2 de enero de 1975, y a otra en la Sierra Chincua el 2 de febrero del mismo año. Al año siguiente, los Urquhart visitaron estas colonias recién descubiertas. Fue aquí donde Fred Urquhart encontró una etiqueta que dos colegas le habían puesto a una Monarca en Minnesota. Esta etiqueta confirmó su antigua creencia de que las Monarca que estaban en México tenían su origen en las zonas de reproducción del norte de Canadá y Estados Unidos.

En 1992, poco tiempo después de que los Urquhart, retirados hacía tiempo, dieran por terminada la Asociación de Migración de Insectos, Chip Taylor creó un programa de etiquetado en la Universidad de Kansas, que llegó a conocerse como Monarch Watch. En los últimos 20 años, este programa ha etiquetado más de un millón de Monarcas y se han recuperado más de 16.000 etiquetas. Monarch Watch emite 200,000 etiquetas cada año. El análisis de los resultados de la marcación está arrojando nueva información sobre la migración de las Monarca. Una mujer de 100 años de edad que vive en Michigan, y que comenzó a etiquetar con la Asociación de Migración de Insectos en 1952, aún informa sobre sus avistamientos de Monarcas.

Es mucho lo que el público en general puede hacer para ayudar a la población Monarca. Si participas en uno de los muchos proyectos ciudadanos, podrás dar información que nos ayude a comprender lo que está sucediendo con muchas poblaciones de mariposas Monarca y la forma como podemos ayudarlas. Las personas, escuelas y grupos locales de conservación pueden plantar algodoncillo en los jardines que se encuentran a lo largo de la ruta migratoria. SK Films, productor ejecutivo y distribuidor de la película, entrega a los cines donde se está proyectando, una dotación de semillas de algodoncillo para entregarlas a los visitantes y así despertar conciencia sobre la amenaza al algodoncillo; además, está donando una parte significativa de los ingresos de la película para la conservación de los santuarios de la Monarca, en particular al Fondo Mexicano para la Conservación de la Naturaleza, que gestiona el Monarch Fund (Fondo Monarca) con WWF México.

## El vuelo de las Monarca

### Contenido educativo de la película

Esta película para pantalla gigante (IMAX) brindará información a estudiantes de todas las edades ya que aborda más de 20 áreas educativas de las ciencias para que los maestros puedan investigar y ampliar su conocimiento **antes y después de que sus estudiantes vean la película**. Esta abundancia de información educativa, específica al plan de estudios, es una de las razones por las cuales la **Fundación Nacional de Ciencias** proporcionó un importante apoyo a este proyecto.

#### Historia de la película

La película cuenta dos historias: la primera habla de la historia natural de la migración anual de la mariposa Monarca, la mayor migración de insectos conocida en la Tierra, y la segunda, de la búsqueda que un científico sostuvo durante cuarenta años, decidido a descubrir a dónde se iban las Monarca cada año cuando desaparecían de Canadá y Estados Unidos, al bajar la temperatura.

#### Historia natural

La película sigue la vida de cuatro generaciones de una familia Monarca, que cubre el ciclo de migración anual, el cual dura un año completo, comenzando con Dana (derivado de *Danaus plexippus*, nombre en latín de la Monarca), seguida por su hija, nieta y bisnieta. Tres generaciones vuelan hacia el norte desde México y una "Súper Generación" hace todo el viaje de regreso, desde el norte de Estados Unidos y el sur de Canadá, hasta México, para hibernar durante varios meses; luego se completa la última parte del trayecto de regreso al centro de Texas, donde ponen sus huevos y donde el ciclo comienza nuevamente.

El equipo de producción de la película siguió el ciclo de migración anual y filmó en cuatro diferentes lugares, dos de los cuales corresponden a los santuarios de hibernación de la Monarca, en las cimas de las lejanas montañas de Michoacán, México, y en sitios a lo largo de la ruta migratoria del este, en Estados Unidos y Canadá. Esta historia es narrada por la voz de la actriz Salma Hayek, que sigue las migraciones hacia el norte y el sur en la época moderna.

#### La búsqueda de un científico

Los sitios de hibernación de la Monarca se descubrieron en 1975, en las lejanas montañas del Eje Volcánico Transversal, en el centro de México. La película sigue la vida del Dr. Fred Urquhart, cuando de niño correteaba a las mariposas y se preguntaba a dónde iban, para luego convertirse en zoólogo, biólogo, maestro y profesor universitario. Junto con su esposa Norah, fundó la Asociación de Migración de Insectos, desde la que reclutaba a miles de voluntarios en Estados Unidos y Canadá para etiquetar a cientos de miles de mariposas Monarca y así poder seguir la pista de su ruta migratoria. Tiempo después, esta Asociación ayudó al doctor Urquhart a determinar el lugar en donde finalmente se encontraron los millones de monarca, historia que la revista *National Geographic* presentó como reportaje especial en su número de agosto de 1976.

Esta historia es contada por la voz del actor que interpreta el papel del Dr. Urquhart, quien siendo ya anciano, de 90 años, rememora el momento del descubrimiento, en 1975, y parte de ahí para seguir la migración hacia el sur.



La película sigue a la población Monarca de la parte oriental de Norteamérica durante su ciclo migratorio, que fue el centro de atención del descubrimiento del Dr. Urquhart. Él sabía de las colonias en California, pero los mayores resultados de la marcación se dieron sobre la ruta migratoria que corre al este de las Montañas Rocallosas. Las Monarca del oeste de Estados Unidos migran a sitios de la costa de California, pero viajan distancias mucho más cortas y no forman grandes colonias, como los cientos de millones que se congregan en México.

### Elementos del cuento de la historia natural que aparece en la película

- Las mariposas Monarca son una especie tropical antigua que hace su migración anual desde hace miles de años.
- La película muestra de cerca los detalles de las cuatro etapas de la metamorfosis de la Monarca: huevo, larva (oruga), crisálida (pupa) y adulto, así como un acercamiento detallado de las partes del cuerpo de la mariposa adulta.
- Por primera vez en pantalla gigante, podrás ver el interior de la pupa en 3D, gracias a la ciencia de M.R.I. Scanning con sonido grabado.
- La Monarca es un insecto migratorio extremadamente evolucionado que puede navegar y orientarse por sí mismo, a lo largo de miles de kilómetros, para llegar a un lugar pequeño y remoto en el que nunca ha estado.
- Las Monarca pueden elevarse hasta una altura de 1.6 km, y son tan ligeras como un clip.
- Las Monarca detectan y evitan accidentes topográficos, como grandes cuerpos de agua o montañas muy altas y avanzan por gargantas que salen de pequeños valles.
- La “Súper Generación” cubre el tramo más largo de la migración al sur, hacia México; esta generación vive entre 8 y 10 veces más que las otras generaciones.
- Para ahorrar energía, se van de “aventón” en los vientos que encuentren o en las ondas térmicas; machos y hembras no son reproductivos; las hembras no ponen huevos hasta que termina su hibernación en México.
- Las Monarca dependen de las plantas de algodoncillo para poner sus huevos. Las hojas del algodoncillo son la única fuente de alimento para las larvas (orugas), y sus flores son una fuente de néctar para las Monarca adultas.
- Diferentes depredadores naturales se comen alrededor del 90% de los huevos y las orugas, antes de que lleguen a la etapa de crisálida (pupa).
- La Monarca se enfrenta a una serie de amenazas de origen humano.
- Una gran amenaza para las mariposas monarca es la pérdida del hábitat en sus zonas de reproducción y la destrucción de las plantas de algodoncillo de las que dependen. Sumado a esto, el algodoncillo suele crecer en los límites entre los cultivos y las granjas. Los grandes productores están destruyendo el hábitat del algodoncillo puesto que fumigan con herbicidas y siembran nuevas formas de cultivos resistentes a los herbicidas, como soya y maíz, que matan al algodoncillo que está dentro y alrededor de los campos de cultivo.
- En los santuarios mexicanos, la tala ilegal ha cobrado su precio. A pesar de que los santuarios son áreas protegidas por el gobierno, la explotación forestal es difícil de regular y aún continúa en aquellas remotas zonas.
- Las mariposas Monarca necesitan altos árboles para descansar durante el periodo de hibernación y prefieren árboles de hoja perenne. La película las muestra cubriendo cada rama y todo el tronco de los pinos de oyamel de los bosques de México. Los sitios ideales de hibernación no pueden ser demasiado

calientes, ni demasiado fríos, ni demasiado húmedos, ni estar demasiado iluminados por el sol. Las Monarca se encuentran en un estado de semi-sueño, y descansan todo el día, salvo cuando bajan al suelo, una vez al día, para beber agua. La pequeña cantidad de luz solar que pasa a través de los árboles es suficiente para despertarlas brevemente, pero no demasiado como para que las active demasiado y creen que es hora de migrar nuevamente hacia el norte. La tala de árboles ocasiona que pase demasiada luz solar y reduce los lugares disponibles para descansar.

- El cambio climático podría tener un impacto importante en las Monarca. Los grandes cambios en las temperaturas atmosféricas y oceánicas en el Pacífico central han dado lugar a masas de aire cálido cargadas de humedad que se mueven hacia el centro de México durante los meses de invierno, un período durante el cual el clima es normalmente seco. En enero del 2002 y nuevamente en enero y febrero del 2003, varias tormentas seguidas por temperaturas heladas mataron a por lo menos 70% de las Monarca que hibernaban. Desafortunadamente, las predicciones indican que estas tormentas serán más frecuentes en el futuro.

### Elementos del relato sobre el descubrimiento en la película

- La película cuenta la vida del Dr. Fred Urquhart, desde que era un niño curioso hasta el joven e incipiente científico, maestro y profesor que, junto con su esposa, se convierte en líder de una asociación de etiquetadores voluntarios de la mariposa Monarca, así como los acontecimientos que llevaron al descubrimiento, en 1975, en México, de millones de mariposas Monarca en lo alto de remotas montañas. Muchas discusiones se podrían desarrollar sobre la perseverancia y el compromiso que necesita un científico para hacer un descubrimiento, así como todo el apoyo requerido para llevar a cabo tal logro.
- La historia de Fred Urquhart puede motivar a los jóvenes estudiantes a querer convertirse en científicos y hacer otros descubrimientos acerca de la Monarca o de otras especies, incluso descubrir nuevas especies, cosa que está ocurriendo todos los días.
- La película motiva a los entusiastas de la mariposa Monarca a ayudar a la conservación de la especie y afiliarse a las organizaciones de protección para etiquetar y contar el número de Monarcas cada año.
- La película muestra varios jardines de mariposas y puede dar lugar a pláticas sobre la forma en que los estudiantes pueden generar jardines llenos de algodoncillo y otras plantas amigables para las mariposas, que provean de néctar a las Monarca.
- Sabemos mucho acerca de esta pequeña criatura y, sin embargo, aún queda mucho por ser estudiado y descubierto al respecto.

## **Estándares educativos**

Las actividades incluidas en esta Guía del Educador se desarrollaron en el contexto de las actuales reformas educativas estadounidenses en ciencias y matemáticas.

En cada actividad está presente la influencia de los *Benchmarks for Science Literacy* (Puntos de Referencia para la Enseñanza de las Ciencias) ---publicados por la *American Academy for the Achievement of Science* (Academia Americana para el Logro de la Ciencia) como parte del Proyecto 2061---, los *National Science Education Standards* (Estándares Educativos Nacionales para la Ciencia), diseñados bajo los auspicios del *National Research Council* (Consejo Nacional de Investigación), y de los *Principles and Standards for School Mathematics* (Principios y Estándares para las Matemáticas Escolares).

Estos son los documentos que se utilizan como fuente o referencia en el desarrollo curricular, en todo Estados Unidos.

## **Las Monarca en el Salón de Clase** **Universidad de Minnesota**

Las actividades educativas de esta Guía del Educador fueron adaptadas de la obra: Oberhauser, K.S. 2007. *Monarchs and More: An insect and inquiry based curriculum. (Monarcas y más: un curriculum basado en el insecto y la investigación)*. Las Monarca en el Salón de Clase, Universidad de Minnesota. Se utilizan con el permiso del programa: Las Monarca en el Salón de Clase.

Las actividades educativas fueron adaptadas por Maureen Sullivan, del Centro de Ciencias de Maryland, con la asistencia de Abby Goodlaxson, Diane Bellomo y Pete Yancone, del Centro de Ciencias de Maryland.

Diseño de la Guía del Educador hecho por Kim Szondy, Kristin Pattik y Ilene Lundy, del Centro de Ciencias de Maryland.

SK Films usó como fuente de información científica el proceso mismo de preparación de la película, el cual fue guiado por el comité asesor de científicos de la película. (Consulta la última página.)

# Sembremos un jardín de mariposas

## Una actividad para todos los grados escolares

### Objetivo

Los estudiantes planificarán y plantarán un jardín en el patio de su escuela.

### Antecedentes

El diseño y la siembra de un jardín de mariposas es una acción positiva que tus estudiantes pueden emprender para dar a las Monarca, y a otros insectos, los recursos que necesitan para sobrevivir. Además, trabajarán juntos en un proyecto a largo plazo, planificando dónde y cuándo plantar su jardín, decidiendo qué equipo y suministros van a necesitar y finalmente sembrando las plántulas o las semillas en la tierra. En vista de que los jardines de mariposas se están volviendo más populares, existe la posibilidad de que puedas visitar con tus alumnos algún jardín ya establecido para obtener ideas. Más ideas se pueden encontrar en nuestras referencias, en las tiendas de suministros de jardinería y en organizaciones de conservación y jardinería. Muchas escuelas cuentan con un jardinero para que les ayude a diseñar y cuidar un jardín escolar de mariposas.

En esta lección se incluyen sugerencias para crear un jardín en la escuela. Muchas de las ideas y de la información provienen de un artículo de Jennifer Goodwin Smith, publicado en enero de 1995, en la revista *Science and Children* (La ciencia y los niños) (p. 29-32). Ella planeó y sembró en Maryland, con la ayuda de niños de 12-13 años, un jardín de mariposas en la escuela, y escribió el artículo para facilitar el que otros hagan proyectos similares.

### Procedimiento

#### Paso 1: Planificación de la siembra

1. Obtener permiso de la administración de la escuela y del personal de mantenimiento. Esto es particularmente importante para lograr el apoyo de las personas que se encargan de cuidar los jardines.

2. Platicar sobre cómo las Monarca y otros insectos utilizan las plantas y sobre su necesidad de plantas específicas en diferentes momentos de su ciclo de vida.

### **Edades: de 5 a 18 años**

### **Conceptos clave:**

- Los jardines proveen un hábitat para muchos organismos.
- Los seres humanos pueden ayudar a preservar y crear hábitats para los organismos.
- Cada semilla germina bajo condiciones particulares.
- Las plantas de jardín son anuales o perennes.

### **Habilidades:**

- Leer para obtener información.
- Crear dibujos y símbolos representativos.
- Utilizar una relación de escala para medir.
- Utilizar un dibujo a escala para plantar e identificar las flores en un jardín.

### **Materiales:**

- Papel gráfico para el diseño del jardín.
- Catálogos de semillas, revistas de jardinería, guías de mariposas y libros sobre jardines de mariposas.
- Semillas o plantas.
- Suministros de jardinería (tierra, fertilizante, palas, rastrillo, azadón).
- Recipientes para germinar las semillas (envases de yogur, cartones de huevo, charolas de germinación)

3. Platicar sobre el trabajo involucrado en un jardín, incluyendo su mantenimiento durante el verano y la recaudación de fondos para semillas y otros materiales. Hagan una lluvia de ideas sobre los beneficios de un jardín (menos ruido y contaminación porque habrá menos uso de desbrozadora para podar, menos erosión de la tierra, su belleza y el hecho de que sirve de refugio y alimento para muchos organismos).

4. Desarrolla un cronograma para el jardín. Si inicias con la siembra de semillas, necesitarás por lo menos tres meses. Una buena secuencia sería:

- *Primer mes: conseguir el apoyo administrativo, elegir un sitio, recaudar fondos en caso de ser necesario, comprar las semillas y ponerlas a germinar.*
- *Segundo mes: monitorear el crecimiento de las plantas y diseñar el jardín.*
- *Tercer mes: preparar lugar en el huerto y trasplantar los brotes.*

5. Decide los criterios que utilizarás para juzgar un sitio. Deberás considerar, al menos, lo siguiente: la disponibilidad de luz solar, la cantidad de tránsito peatonal, el hecho de que se encuentre visible para la escuela y la comunidad, y su vulnerabilidad a actos vandálicos.

## Paso 2: Planificación del jardín

1. Elige las plantas que vas a utilizar. Para informarte puedes usar: catálogos de semillas, revistas de jardinería, libros sobre mariposas, jardines de mariposas y otros recursos.

2. Anima a tus estudiantes a escoger plantas que florezcan en diferentes épocas del año. Las plantas perennes son buenas, ya que sólo tienen que ser plantadas una vez, pero al dejar un área para las plantas con ciclo anual, se permite que otros estudiantes puedan participar en la siembra cada año. También considera la altura, color y duración del tiempo de floración de la planta.

3. Haz sugerencias en cuanto al diseño del jardín, como elegir colores que combinen y que todas las plantas sean visibles (es decir, las altas en el fondo, las bajitas al frente).

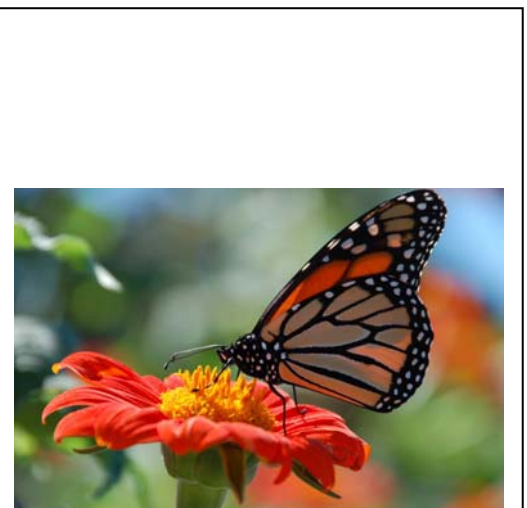
4. Planifiquen el jardín juntos, usando papel cuadriculado para trazar un diagrama de lo que se va a plantar y en dónde.

## Paso 3: Los primeros brotes

1. Compra semillas (o encuentra un lugar donde comprar las plantas en maceta) en las ferreterías, los viveros o consultando catálogos de jardinería. Tal vez quieras combinar semillas con plantas compradas en maceta. No compres las plantas hasta que vayan a ser sembradas en el jardín.

2. Haz que los estudiantes traigan envases de yogur, cartones de huevo y otros recipientes para poner las semillas a germinar. Puedes comprar, pedir prestado o solicitar donaciones de tierra para maceta, abono, hojas y paja, palas, un rastrillo y un azadón.

3. Germina las semillas. Haz un pequeño agujero en la parte inferior de los recipientes, llénalos de tierra, entierra las semillas de acuerdo con las instrucciones y acomoda en las charolas para



Jim O'Leary

recuperar el agua sobrante. Los estudiantes deben hacerse responsables del cuidado de sus plantas. También pueden medir el crecimiento de la planta, el tiempo de germinación y otras variables manteniendo un registro de su progreso en un diario de ciencias o en un cuaderno de prácticas de laboratorio.

4. Mantén el semillero en una ventana soleada o bajo luces de crecimiento.
5. Después de 4 a 6 semanas, los brotes estarán listos para ser trasplantados.

## Paso 4: La siembra de las plantas en el jardín

1. Prepara la tierra. Remuévela y añade un poco de fertilizante.
2. Planta los brotes al aire libre. Asegúrate de que el peligro de heladas ya haya pasado.
3. Pon una capa de mantillo para evitar la erosión del suelo, mantener su humedad y retrasar el crecimiento de maleza.
4. Aparta un tiempo en el horario escolar, como si fuera una clase, para el mantenimiento del jardín. Las tareas pueden incluir regarlo, quitar la maleza y reponer el mantillo.
5. Establece un horario para cuidar el jardín una vez por semana. Mantén un registro del tipo de plantas presentes, cuáles son las que están floreciendo y qué insectos se observan en el jardín.
6. Establece una política contra el uso de pesticidas.
7. Establece un plan para el cuidado del jardín durante el verano. Los padres generalmente están felices de ayudar, especialmente si han estado involucrados en su planificación. Cuantas más personas estén involucradas, menor es la probabilidad de que tu jardín se convierta en una carga para un reducido número de personas.

# **El vuelo de las Monarca**

## **Actividades en el salón de clase**

**5-8 años**

# Conoce a tus orugas

## Objetivo

Introducir a los estudiantes a la mariposa Monarca. Utilizar las técnicas de lluvia de ideas y listado para averiguar lo que ya saben acerca de la Monarca. Después, llevar a cabo la observación en vivo de las larvas de Monarca. Los estudiantes pueden hacer comparaciones entre las larvas de la mariposa Monarca y otras etapas del ciclo de vida de la mariposa Monarca, como crisálida (pupa) y adulto.

## Antecedentes

Esta lección está dividida en dos sesiones que le permitirán al maestro 1) evaluar lo que los estudiantes ya saben y lo que les gustaría saber acerca de las Monarca y 2) darles la oportunidad a los estudiantes de hacer observaciones detalladas de sus mariposas Monarca. Se recomienda hacer la primera sesión antes de mostrar las larvas a los estudiantes y la segunda sesión tan pronto como los estudiantes las reciban.

En los salones de 5-8 años, son los maestros, no los estudiantes, quienes deben hacerse responsables de la crianza de las larvas: alimentarlas, mantener sus jaulas limpias, etc.

Puedes criar a todas las larvas en una jaula grande. Si tu salón de clase está organizado con mesas circulares o grupos de bancas, quizá quieras distribuir las larvas en recipientes más pequeños, como de leche, de yogurt o de helado. Cada mesa o grupo de bancas recibirá una o dos larvas para verlas crecer.

## **Edades: de 5 a 8 años**

### **Conceptos clave:**

- La lluvia de ideas y el listado ayuda a organizar sus pensamientos antes de las actividades.
- La lluvia de ideas y el listado también ayuda a los estudiantes a darse cuenta de lo mucho que saben.
- Las observaciones son un componente vital de la investigación científica.

### **Habilidades:**

- Lluvia de ideas y hacer listas
- Hacer observaciones detalladas
- Hacer comparaciones

### **Materiales:**

- Cartulinas
- Larvas (ver Referencias)
- Recipientes pequeños para contener las larvas
- Lentes de aumento



## Procedimiento

### Sesión 1: ¿Qué sabes y qué quieres saber sobre las Monarca?

1. Antes de mostrar a los alumnos las larvas, organiza una lluvia de ideas y anota en la cartulina: ¿Qué sabes de las Monarca?
2. Haz la lluvia de ideas y anota en la cartulina: ¿Qué quieres aprender sobre las Monarca?
3. Lee una historia sobre las Monarca. En la sección de Referencias encontrarás ideas.

### Sesión 2: Observación de las Monarca

1. Divide a los estudiantes en grupos pequeños o en parejas y dale una larva a cada grupo. La larva puede estar en un recipiente pequeño como un vaso de plástico, papel o una caja de Petri con un poco de la planta algodoncillo.

2. Haz una lista en la cartulina con las observaciones de los estudiantes respecto a: colores, patrones, cómo se sienten las orugas al tacto, su comportamiento, tamaño, el aspecto de sus extremidades y su peso. Ten a la mano unas lupas. Anima a los estudiantes a utilizar tantos sentidos como les sea posible (¡excepto el gusto!). En este punto, podrías enfatizarles a tus alumnos que deben tratar de hacer observaciones precisas y detalladas, y no hacer declaraciones de valor (como: Las orugas son bonitas [o feas]). Aprenderán más sobre la observación precisa durante las actividades de recolección de datos. Algunos ejemplos de preguntas para facilitar la sesión de lluvia de ideas son:



Denny Brooks

- *Describe el tamaño de la oruga.*
  - *¿Cómo crees que se mueven las orugas? ¿Tienen patas? ¿Las patas se ven todas iguales?*
  - *¿Qué están comiendo? ¿Cómo comen? ¿Puedes ver dientes?*
  - *¿Qué hacen las orugas cuando se tocan entre sí?*
  - *¿Qué hacen en tu mano? ¿Qué sucede cuando las tocas?*
  - *¿Ves las cosas negras que salen de la parte delantera y trasera de la oruga? ¿Qué sucede cuando las tocas?*
  - *¿Puedes distinguir la parte delantera de la parte posterior de la oruga? ¿Cómo?*
  - *¿Puedes ver ojos en la oruga?*
3. Añade estas observaciones a tu lista a medida que te las van dando.

## Ideas adicionales para practicar las habilidades de observación

1. Utiliza las mismas técnicas para observar las pupas o crisálidas.
2. Utiliza las mismas técnicas para observar a los adultos cuando salgan. Mantén a los adultos en una jaula, no en un plato, pero permite que los alumnos los manipulen. Las escamas de las alas de las Monarca no se

desprenden tan fácilmente como las de muchas polillas y otras mariposas, pero es probable que los niños acaben con algunas escamas en sus dedos. Si sostienes a una mariposa adulta cerca del dedo o el brazo de un niño, será capaz de sentir las patas, o tarsos, aferrándose a su piel. Ejemplos de preguntas para facilitar una sesión de lluvia de ideas sobre las mariposas adulto son las siguientes:

- *Haz una lista de similitudes y diferencias entre los adultos y las orugas. ¿Sus patas son diferentes? ¿Sus ojos son diferentes? ¿Los dos tienen cabeza? ¿Tienen el mismo número de patas?*
- *¿Qué se siente cuando la mariposa se aferra a tu dedo con sus patas?*
- *¿Cómo comen los adultos? ¿Puedes ver su trompa?*
- *¿Puedes decir la diferencia entre una Monarca hembra y una macho?*
- *¿Qué colores puedes ver en un adulto?*
- *Describe las antenas del adulto.*

3. Pide a los estudiantes que hagan la figura de una oruga con cartones de huevo unidos con estambre o limpiapipas.

Los preescolares pueden colorearlas de amarillo, blanco y negro; los estudiantes de primaria pueden hacer representaciones precisas de los patrones de color.

4. Utiliza pintura, plumones o crayolas para copiar el diseño de las larvas. ¿Cómo varía el ancho de las rayas? ¿Cuántas franjas hay antes de que el patrón se repita? Usa fotos de revistas viejas, calendarios o libros para encontrar otros patrones en la naturaleza.

# ¿Cuál es el hábitat de la mariposa?

## Haz un mural

### Objetivo

Los estudiantes aprenderán sobre el concepto de hábitat mediante la observación y realizarán un gran mural para ilustrar un hábitat que hayan estudiado.

### Antecedentes

Un hábitat es un lugar en el que los individuos de una especie en particular se pueden hallar. El hábitat de un organismo contiene las cosas que el organismo necesita para sobrevivir. Al hablar sobre las necesidades de las Monarca, los estudiantes comprenderán el concepto de hábitat. A continuación, harán dibujos de plantas pertenecientes al hábitat de la Monarca, los cuales se incluirán en un tablero o mural. Esta lección funciona mejor si los estudiantes pueden observar, en vivo, un hábitat de Monarca; si pudieras llevar a tus estudiantes a un jardín de Monarcas o a algún campo o parque cercano, sería ideal. Sin embargo, también pueden ver fotos o describir los hábitats que han visto en el pasado.

### Procedimiento

1. Habla sobre las necesidades que tiene una Monarca para sobrevivir y anótalas en forma de lista en el pizarrón. Tu charla debe cubrir las necesidades en las diferentes etapas: huevo, larva, pupa y adulto. Trata el concepto de "hábitat" con tus alumnos diciéndoles que el hábitat de un organismo debe incluir todas las cosas que necesita para sobrevivir.

Los estudiantes pueden identificar muchas cosas como necesidad; esta actividad se centra en las fuentes de néctar (alimento para los adultos) y plantas hospederas (alimento para las larvas).

2. Entrega a tus estudiantes libros y otros materiales y pídeles que busquen plantas que sean buenas fuentes de néctar. Haz una lista de las que encuentren, o escribe los nombres de las plantas en tarjetas y adhiérelas al pizarrón. Algunos de ellos pueden haber visto mariposas libando néctar; incluye en la lista todas las plantas que hayan visto, si saben el nombre, o si pueden describirla lo suficientemente bien como para que tú puedas adivinar a qué planta se refieren.

3. Pide a tus estudiantes que hagan un dibujo, del tamaño de la página, de una planta que sea una buena fuente de néctar para las mariposas. Asegúrate de que dibujen la planta completa, no solo la flor. Utiliza guías de campo, catálogos de semillas, libros sobre jardines de mariposas o las plantas reales. Anima a tus

**Edades: de 5 a 8 años**

**Conceptos clave:**

- El hábitat de un organismo contiene las cosas que necesita para sobrevivir.
- Hay muchos tipos de plantas y animales en los hábitats.

**Habilidades:**

- Observación
- Registro de observaciones
- Dibujo
- El trabajo cooperativo

**Materiales:**

- Las guías de campo que tratan sobre plantas u otros libros con fotos de las fuentes de néctar y del algodoncillo
- Hojas grandes de papel para dibujar
- Crayolas o lápices de colores
- Espacio en el tablero de avisos o en un muro

estudiantes a dibujar más de un ejemplar de la planta que hayan escogido. Los dibujos deben ser lo suficientemente grandes como para ser recortados. Pide a los estudiantes que escriban el nombre de la planta; pueden copiar el nombre de la lista que juntos hicieron previamente.

4. Haz que cada estudiante haga un dibujo, del tamaño de la página, del algodoncillo. Pueden usar las guías de campo o la planta real como modelo. Estos dibujos también deben ser recortados y rotulados.

5. Para crear el hábitat de la Monarca, adhiere los dibujos de los estudiantes al tablero de avisos o a un pliego grande de papel para montar un mural en la pared.

6. Los estudiantes pueden agregar dibujos de orugas y de mariposas a su hábitat, una vez hecho mural, así como otras plantas y animales.

7. De ser posible, lleva a tus estudiantes a un jardín de mariposas o a un campo o parque cercano. Haz que busquen las plantas que identificaron como parte del hábitat de la Monarca, así como otras mariposas o insectos propios del hábitat.

## Extensión

Si hay un espacio natural o un hábitat de mariposas en tu escuela o en sus alrededores, los estudiantes pueden observar cómo va cambiando el hábitat con el paso del tiempo, haciendo visitas periódicas y registrando sus impresiones y dibujos. Haz que los estudiantes visiten la zona en invierno y que noten la ausencia de plantas; y que vuelvan en la primavera, para observar los nuevos brotes. Habla de los cambios ocurridos usando los dibujos para compararlos con el aspecto del hábitat en las diferentes estaciones. Puedes tomar fotografías del hábitat en cada estación.

# Juego de migración de la mariposa Monarca

## Objetivo

Los estudiantes jugarán un juego que ilustra los desafíos que enfrentan las Monarca que migran a México. Estos retos incluyen encontrar suficiente alimento, toparse con frecuentes condiciones climáticas adversas y evitar las amenazas externas de muerte.

## Antecedentes

Este juego ofrece a los estudiantes una oportunidad para fingir que son las mariposas Monarca que migran a México. Al mismo tiempo que es un juego divertido, enseña a los estudiantes algunos de los riesgos que enfrentan las mariposas en su migración y les presenta los conceptos de 'elección' y 'compensación' en los animales. Es mejor jugarlo en un campo bastante grande, con un extremo designado como el inicio norteño de la jornada y el otro, como el destino de las Monarca, en los terrenos de hibernación de México.

Antes de empezar a jugar, lee el material informativo de esta Guía sobre la migración de las Monarca, y cualquier otra información disponible. De ser posible, involucra a tus estudiantes en el programa de etiquetado de la Monarca. Estudia con ellos la migración de la Monarca y de otros animales.

## Procedimiento

El objetivo del juego es que los estudiantes viajen desde Canadá o el norte de Estados Unidos hasta México. No está diseñado para ser competitivo, aunque algunos estudiantes llegarán allí primero. Agregar "tazas de néctar", o que haya adultos con etiquetas y un obstáculo de agua, hace que el juego más complicado, pero le añade realismo y emoción. Un adulto, que será líder, se pondrá en la orilla del campo sosteniendo la cartulina con el gran dibujo del Sol y las nubes. Los estudiantes solo podrán viajar cuando el Sol brille en el cielo y cuando no esté cubierto por una nube. El líder pondrá el Sol a su espalda para indicar la caída de la noche. El mismo líder, u otro adulto que pueda acercarse a los estudiantes, leerá cartas de situación que presenten condiciones que las Monarca pudieran llegar a enfrentar.

### **Edades: 5-8 y 8-12 años**

#### **Conceptos clave:**

- Para sobrevivir a su migración a México, las Monarca se enfrentan a muchos desafíos.

#### **Habilidades:**

- Escuchar las instrucciones
- Relacionar las actividades de juego con la biología de la migración de las Monarca

#### **Materiales:**

- Etiquetas pequeñas que digan "Monarca", una para cada niño (página del maestro)
- Tarjetas de situación (página del maestro). Estas pueden ser cortadas y pegadas en tarjetas más gruesas, si se desea.
- Cartulina con el Sol y las nubes dibujados (lo suficientemente grandes como para ser vistos desde lejos)
- Señalamientos para México y la casa de las Monarca en el norte

#### **Opcional:**

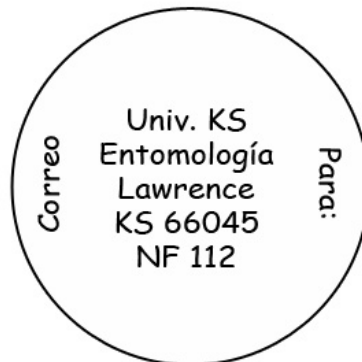
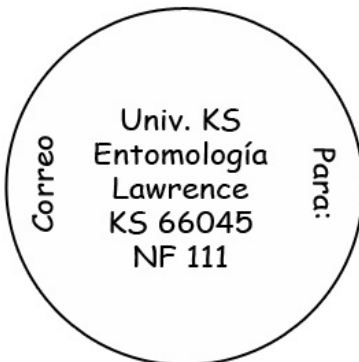
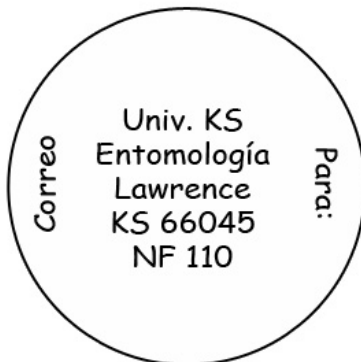
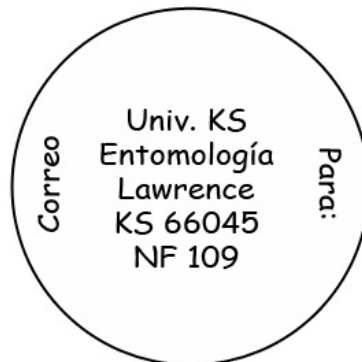
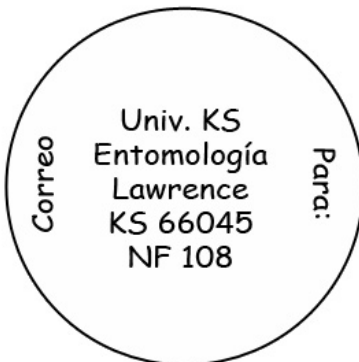
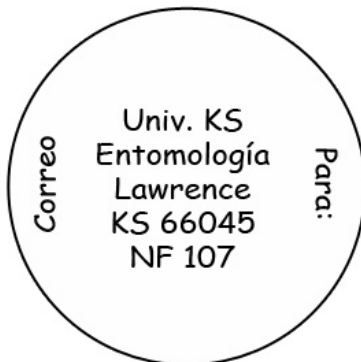
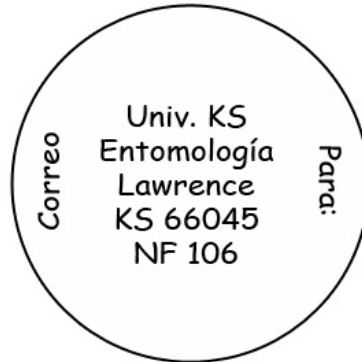
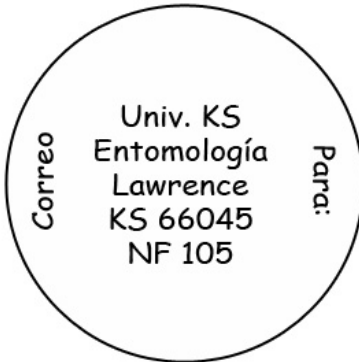
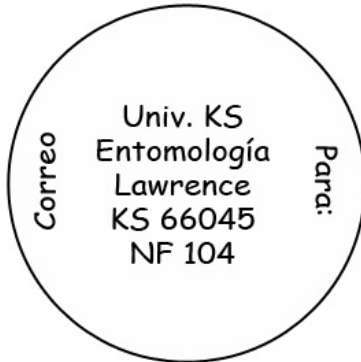
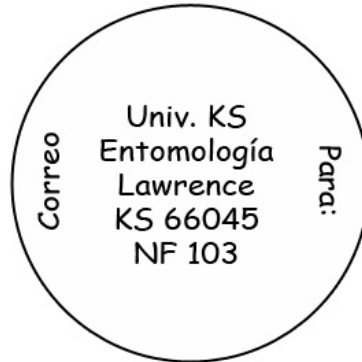
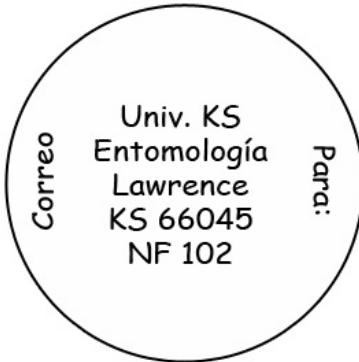
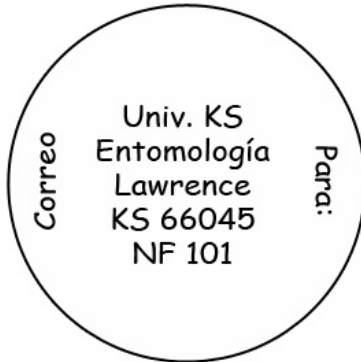
- 2-4 tazas pequeñas por estudiante (o vasos desechables pequeños)
- Jugo o agua para poner en las tazas
- Un popote ("trompa o probóscide") para cada niño
- Una cuerda larga o conos de plástico para delinear un peligro de agua
- Más adultos que actúen como sitios de descanso y etiquetadores de las Monarca (los estudiantes también pueden hacer esto)

1. Arma el campo de juego con señales para tu ubicación y para México, en extremos opuestos. Si lo deseas, delinea un gran lago con una cuerda o conos de plástico en alguna parte del centro del campo. También puedes distribuir por el campo pequeñas tazas llenas de agua o jugo (no en el "agua"). Distribuye adultos auxiliares, o a la tercera parte de los estudiantes, alrededor del campo para que actúen como sitios de descanso durante la noche. También pueden tener etiquetas a la mano, si deseas incluir en el juego una persecución por parte de los etiquetadores de la Monarca.
2. Di a los estudiantes que son mariposas Monarca a punto de comenzar su viaje desde su lugar de origen hasta México. Ellos tienen que pensar como mariposa, y seguir estas reglas:
  - Deben saltar en lugar de caminar o correr y agitar los brazos como alas. Haz que todos practiquen esto.
  - Si pusiste tazas con néctar en el campo de juego, deben parar todos los días para beber de una de ellas a través de su "trompa" (o cada dos días si tienes muchos niños y una cantidad limitada de tazas).
  - Sólo pueden "volar" cuando el sol está brillando.
  - Cuando el sol se ponga, deben llegar a un árbol para descansar, en menos de cinco segundos. Lo mismo cuando el sol se cubre con una nube: deben llegar a un árbol para descansar. (Explícales que eso significa lluvia, y las Monarca no pueden volar cuando está lloviendo). Muéstrales a los estudiantes cómo se ve el Sol cuando está brillando y la forma en que desaparece cuando el adulto a cargo lo esconde tras su espalda.
  - Si utilizas el peligro del lago, pueden volar sobre él, pero si el sol se pone o está cubierto por una nube mientras se encuentran sobre el lago, se ahogarán. Puedes hacer que vuelvan al norte del lago o al lugar donde estaban al comienzo del juego, de modo que ningún estudiante tenga que abandonar el juego.
  - Al comienzo de cada día, deben escuchar la tarjeta de situación y seguir las instrucciones.
3. Dale un popote a cada niño, que hará las veces de "trompa".
4. Uno o dos adultos deben pararse en la orilla del campo y sostener el sol y las nubes de cartón. Deben estar preparados para leer una tarjeta de situación al comienzo de cada día.
5. Los estudiantes inician cerca de donde tú te encuentras, en un extremo del campo de juego. Pueden empezar a "volar" hacia el sur en cuanto sale el sol. Pídeles que estén atentos al sol y que se dirijan a un sitio de descanso cuando una nube lo tape o cuando se ponga.
6. El líder debe hacer que la puesta del sol sea frecuente de modo que el trayecto hasta México tome por lo menos cinco días, y debe tapar a menudo el sol con las nubes para mantener a los estudiantes (a las Monarca) de pie en sus puntas (o tarsos).
7. Al comienzo de cada día, el líder debe leer una tarjeta de situación. Esto les dice a los estudiantes la rapidez con que pueden volar y otras condiciones climáticas que afectarán su vuelo.
8. El juego termina cuando todos los estudiantes han llegado al sitio de hibernación en México.
9. Después del juego, habla con los estudiantes sobre los aspectos del juego que fueron realistas y de los peligros que podrían enfrentar las Monarca en su viaje, además de los mostrados en el juego. Platica con ellos sobre cuánto tiempo se necesita en realidad para hacer el viaje y sobre las probabilidades de éxito de hacer el recorrido completo.

## Tarjetas de Situaciones

<p><b>SOLEADO, 12 ° - Muévete para calentar tus músculos de vuelo. Explica por qué no se puede volar con los músculos fríos. Cuenta lentamente hasta 10 y luego vuela.</b></p>	<p><b>SOLEADO, 21 ° - Las flores de néctar están entre dos carreteras. Aléjate en puntillas de tu árbol y encuentra el néctar.</b></p>
<p><b>SOLEADO, 15 ° - Si tu etiqueta tiene número impar, dormiste en el lado este del árbol, el lado soleado. Los números impares vuelan primero; los números pares se sacuden durante cinco minutos y luego vuelan. (Esto solo funciona si todos los estudiantes tienen etiquetas.)</b></p>	<p><b>SOLEADO, 12 ° - Algunas flores murieron por la helada de anoche, y no hay suficiente néctar. Si tu etiqueta tiene un número par, encuentras néctar y puedes volar. (Esto solo funciona si todos los estudiantes tienen etiquetas.)</b></p>
<p><b>SOLEADO, 21 ° - Viento del suroeste - Quieres ir al sur, pero el viento sopla en contra tuya. Es necesario compensar el empuje del viento. Da un paso hacia atrás y dirígete hacia el oeste.</b></p>	<p><b>PARCIALMENTE NUBLADO, 24 ° - Vuela, pero ten cuidado con las nubes por la lluvia y mantén los ojos abiertos para encontrar lugares seguros para descansar.</b></p>
<p><b>SOLEADO, 24 ° - ¡Hay viento del norte! Hoy puedes volar rápido y lejos.</b></p>	<p><b>LLUVIA, 12 ° - Permanece en tu lugar de descanso. Comenta qué clima es el mejor para la migración.</b></p>
<p><b>Hay personas afuera, con redes para cazar Monarcas. Pueden etiquetarte, así que vuela rápido. (Los adultos que hacen el papel de sitios de descanso deben cazar a las Monarca y etiquetar a cualquiera que alcancen.)</b></p>	<p><b>Has llegado a un gran lago o al Golfo de México. Vuela hasta el extremo oeste del campo, antes de seguir hacia el sur.</b></p>

# Etiquetas de Monarca para niños





# **El vuelo de las Monarca**

**Actividades en el salón de clase**

**9-12 años**

# Identifiquemos a los niños

## Objetivo

Los estudiantes practican la clasificación de cosas relacionadas utilizando una clave taxonómica.

## Antecedentes

Las guías de campo están organizadas según las similitudes entre las características de las plantas o de los animales. A veces se incluye una clave dicotómica, una herramienta para identificar una especie acortando las opciones que limitan la descripción a ciertas características.

## Procedimiento

1. Lee el libro *People* de Peter Spier como una introducción a la forma en que todos somos parecidos y diferentes.

2. Pregunta a los estudiantes "¿Cómo pueden los científicos averiguar el nombre de un insecto que nunca han visto antes?" Al comparar las características físicas que determinan la pertenencia a una familia, género y especie, un insecto puede ser identificado. Los científicos clasifican a los organismos para crear un sistema de conocimiento y poder hablar de ellos. Muchas otras cosas se organizan del mismo modo. Pregunta a los estudiantes:

- *¿Cuántos de ustedes tienen la ropa organizada en su closet o ropero?*
- *¿Cómo la organizan? ¿Por qué?*
- *¿Cómo se organizan las bibliotecas? ¿Por qué?*

3. Pregunta: "¿Cómo puedes agrupar y separar a las diferentes personas?" (color y forma del cabello, color de la piel, edad, color de ojos, estatura, sexo). Pregunta: "¿Por qué la forma de vestirse no es una buena manera de diferenciar a las personas?"

Explica que el sistema que utilizamos para organizar las bibliotecas es como una clave. Las claves son formas de organizar las cosas para ayudarnos a encontrar la información fácilmente. Reparte las copias de la Clave de las Personas y explícales cómo funciona. Practica con personas que conozcan dentro de su edificio y que sean cercanas a ellos.

## **Edades: de 9 a 12 años**

### **Conceptos clave:**

- Todo puede ser ordenado y organizado de acuerdo con sus similitudes y diferencias.
- Los científicos clasifican o separan a los organismos con el fin de compartir conocimientos acerca de ellos a medida que los descubren. Este conocimiento se utiliza para comprender mejor a otros organismos relacionados.
- Las claves son herramientas útiles para la clasificación de los organismos, una vez que aprendes a utilizarlas.

### **Habilidades:**

- Hacer observaciones
- Comparar y contrastar
- Utilizar una clave dicotómica

### **Materiales:**

- Copias de la Clave de las Personas
- El libro *People* de Peter Spier o la copia de la clave de una guía de campo para mostrarla a tus estudiantes

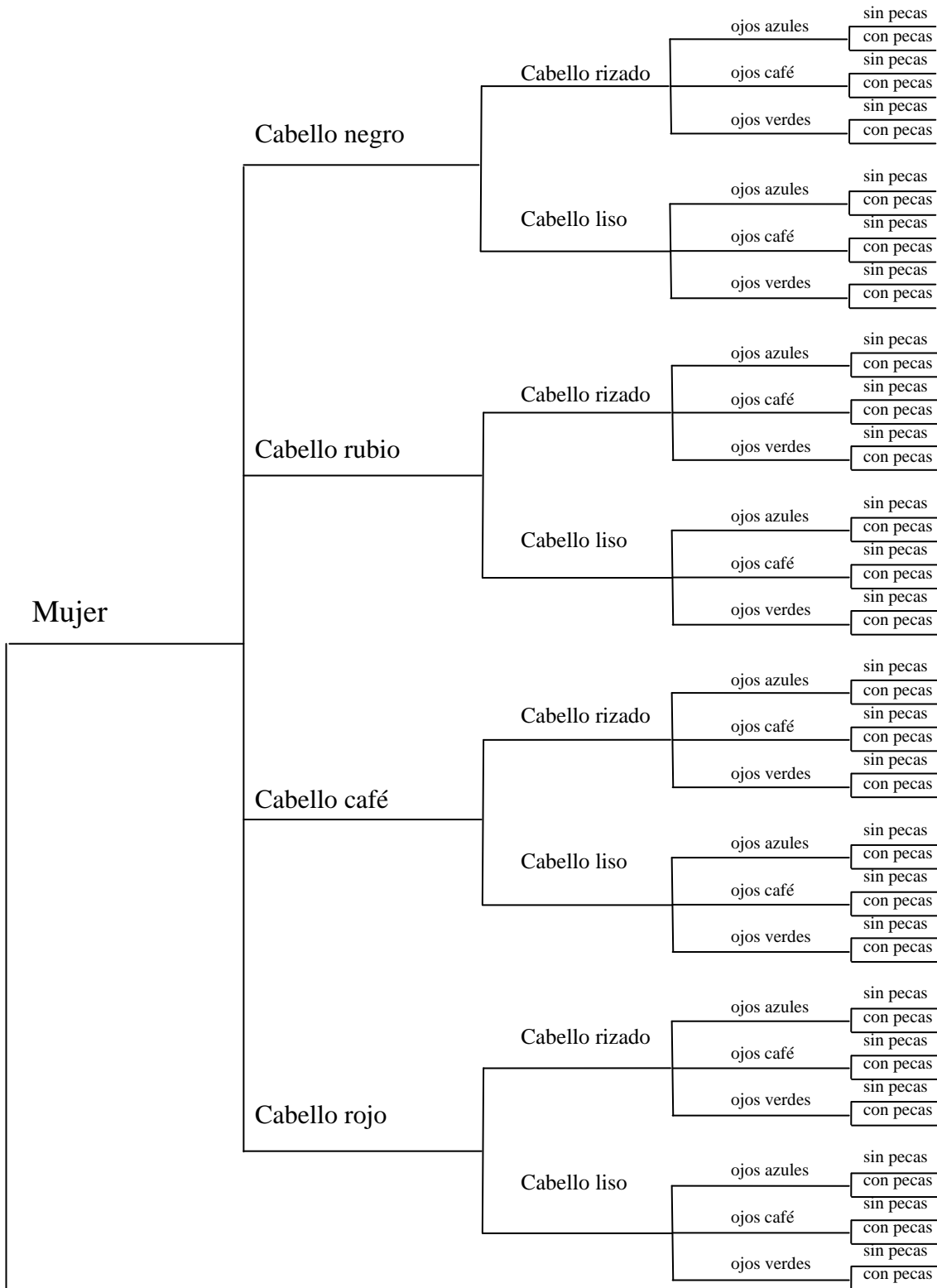
Cada una de las ramas representa una característica física que ayuda a identificar a las personas. Comenzando con el tronco y subiendo hacia las ramas que describen correctamente a la persona que está siendo "identificada", se llega a la punta externa de una rama. Esta es la posición de la persona dentro de la clave.

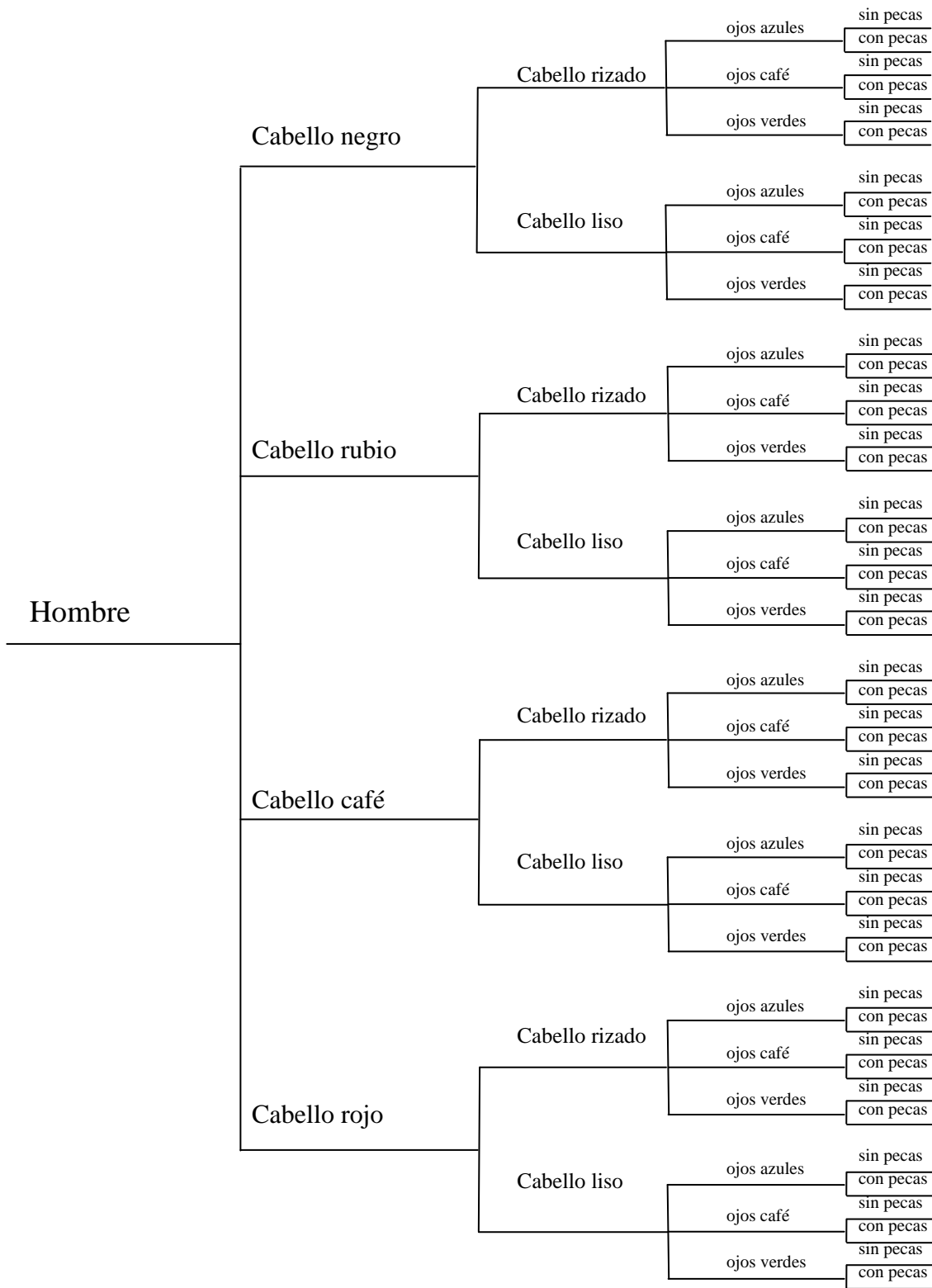
Por ejemplo, si fueras a identificar a una chica de ojos azules con pecas y cabello castaño lacio, lo primero que harías sería desplazarte hacia la rama marcada con "femenino". En la sección correspondiente a su color de pelo, te desplazarías hacia la rama que dice café y posteriormente hacia la rama de ojos azules, terminando con el área donde dice "pecas". Aquí es donde vas a escribir el nombre de esa chica. Haz que grupos pequeños de estudiantes te clasifiquen a ti.

4. Asigna parejas e instruye a los estudiantes para que se identifiquen uno al otro en el diagrama. Pueden añadir sus nombres a la rama correcta en la clave que tienes en la parte superior del tablero de avisos o en el pizarrón.

5. Encontrarás que varias personas se han colocado en una misma posición en la clave. Dile a estos estudiantes que pasen al frente de la clase y pídeles a sus compañeros que busquen otras características que los podrían identificar (altura, longitud del cabello, tono de piel y así sucesivamente). Menciona la forma en que cada rama del árbol hace que su clasificación sea más específica. Haz hincapié en el hecho de que, si bien esta clave es como aquella utilizada para otros organismos, los seres humanos, para empezar, son todos de la misma especie. No se termina este ejercicio con la identificación de una determinada "especie" de persona. Con las claves asignadas a los organismos, tenemos como resultado diferentes especies.

# Clave de las Personas





# ¿Cuan lejos puede llegar una mariposa planeando?

## Objetivo

Los estudiantes harán aviones de papel utilizando el modelo que se ofrece, y luego modificarán la plantilla para obtener el planeador más eficiente que se pueda lograr. Tendrán que tomar en consideración la manera en que factores como la posición y la forma del ala afectan la capacidad de las Monarca para volar grandes distancias.

## Antecedentes

El vuelo en la naturaleza es un espectáculo maravilloso. Algunas de las especies voladoras más fascinantes son las mariposas. Con sus giros erráticos, vueltas y caídas en picada, su patrón de vuelo puede parecer francamente caprichoso. Sin embargo, dista mucho de serlo. Date cuenta de la forma tan precisa en que pueden localizar y aterrizar en una flor o evadir una persistente red para cazar mariposas. Una gran cantidad de músculos estrechamente conectados les permiten a las mariposas hacer esto. La física detrás del vuelo de los insectos, especialmente en las mariposas, apenas se está comenzando a entender gracias a la utilización de cámaras de alta velocidad y otras técnicas de investigación.

Los miembros del "Insect Flight Group" (Grupo de Vuelo del Insecto), de la Universidad de Oxford, entrenaron a mariposas almirante rojo (*Vanessa atalanta*) para que volaran hacia una flor artificial en un túnel de viento lleno de humo y utilizaron una cámara de alta velocidad para ver la forma en que las alas de las mariposas se movían y empujaban el aire a su alrededor. Otros investigadores están desarrollando modelos de insectos, en particular libélulas,

Edad: de 8 a 12 años

## Conceptos clave:

- Durante su migración, las Monarca utilizan tanto el vuelo propulsado (batiendo las alas) como el deslizamiento planeando
- El vuelo propulsado consume mucha más energía que el planeo, por lo que las Monarca aprovechan, siempre que es posible, las condiciones de viento favorables para planear
- Se puede utilizar un planeador de papel para ilustrar los rasgos que hacen que planear sea tanto posible como más eficiente

## Habilidades:

- Seguir instrucciones y modificar un diseño a partir de prueba y error
- Recopilación y análisis de información

## Materiales:

- Molde del planeador de mariposa (se proporciona plantilla e instrucciones)
- Papel rígido para cada alumno (folders viejos o cartulina pueden servir para este fin)
- Cinta métrica o una regla
- Tabla de datos del planeo de la mariposa (página del folleto del estudiante)
- Tijeras
- Pegamento
- Cinta adhesiva
- Papel cuadriculado (o la computadora si se desea)
- Regla
- 2 monedas para cada planeador
- Para los planeadores diseñados por los estudiantes, entrega más papel con diferentes texturas, peso y rigidez; clips pequeños, cera, plastilina u otras sustancias para el peso

que puedan volar por su cuenta. Aun cuando el vuelo activo es muy importante, no es la única herramienta que las mariposas monarca utilizan para desplazarse.

Las mariposas monarca pueden viajar un promedio de entre 80 y 90 kilómetros por día durante su migración. Este viaje solo es posible porque las Monarca son expertas planeadoras, ya que pueden mantenerse volando por largos períodos sin llegar a batir sus alas o consumir energía. Es uno de los pocos insectos que se deslizan de manera eficaz. Esto les permite tomar ventaja de las corrientes térmicas (masas ascendentes de aire caliente) y de los vientos favorables, con lo que limitan el daño a sus alas y conservan su energía. La observación del planeo de las aves y los insectos llevó al ser humano a inventar formas de deslizarse por sí mismo, utilizando aeronaves similares a los aviones, pero sin los motores. De hecho, algunos pilotos de planeadores han informado de avistamientos de mariposas Monarca migrantes, deslizándose entre grupos de halcones a alturas cercanas a los 1.500 metros por encima del suelo.

En esta lección, los estudiantes experimentarán con los diseños del planeador de papel que representa la forma de las Monarca y el ángulo de sus alas cuando se deslizan. De ser posible, los estudiantes deberían salir a la calle durante la migración de la Monarca para ver sus patrones de planeo. Haz que los estudiantes se concentren en los ángulos de las alas de forma que puedan trabajar en la reproducción de los mismos. Si no es factible que los estudiantes observen la migración de las Monarca en el exterior, podrían observar a las Monarca que criaron y liberarlas.

Al principio, los estudiantes deben utilizar el diseño que proporcionamos, y después modificar y mejorar este diseño para aumentar la distancia de vuelo. Su meta es hacer el mejor planeador tipo mariposa, que pueda deslizarse la mayor distancia cuando sea liberado desde algún lugar alto dentro de la escuela o cuando sean lanzados al aire libre en un día tranquilo.

### Procedimiento

1. Forma equipos de cuatro y dales las siguientes indicaciones:

- El lanzador arroja el planeador
- El que registra anota los resultados en la tabla de datos
- El observador marca el lugar en donde aterrizó
- El que mide toma medidas para conocer la distancia del vuelo

2. Pide a los estudiantes que construyan sus planeadores siguiendo las instrucciones proporcionadas. Asegúrate de que escriban sus nombres en las alas de sus planeadores.

3. Asegúrate de que en el lugar que escogieron como centro de lanzamiento se hayan puesto las líneas de salida para cada equipo. Deja suficiente espacio entre los grupos para evitar accidentes en el aire.

4. Los estudiantes deben turnarse para lanzar su planeador de forma que cada uno lo lance cinco veces, el total del grupo será de 20 lanzamientos. Cada lanzador debe completar todos sus vuelos antes de cambiar de rol. El número de lanzamientos por alumno se puede ajustar para adaptarse al tiempo que tengas disponible. Antes de iniciar el registro de datos, cada estudiante debería hacer varios vuelos de práctica.

5. Después de que se han registrado todos los vuelos del grupo, haz que cada uno de sus miembros determine, por separado, la distancia promedio de vuelo para cada planeador y luego para todo el grupo.

6. Pide a los estudiantes que hagan una gráfica de barras ilustrando la distancia promedio de vuelo en comparación con otros de su grupo.

7. Debatan sobre las siguientes preguntas:

- *¿Qué variables afectan la distancia recorrida por tu planeador?*
- *¿Esta distancia aumentaría si los planeadores fueran lanzados desde una mayor altura? (Es posible que quieras probar esto experimentalmente).*
- *¿Cómo podrías modificar tu planeador para mejorar su eficiencia?*

8. Anima a los estudiantes a comparar sus planeadores con las mariposas Monarca que vean, concentrándose en los ángulos de la parte delantera y trasera de las alas. Habla sobre los factores que afectan la eficiencia del desplazamiento de las Monarca. ¿Todos ellos son reproducibles en los planeadores de papel? Hablen sobre factores como la forma y el peso corporal, la capacidad de hacer ajustes sutiles y los factores referentes a la superficie, especialmente las escamas. Señala que sólo las mariposas y las polillas tienen escamas en las alas y la forma en que estas escamas pueden hacer más eficiente el planeo. También menciona los efectos que la gravedad, las corrientes térmicas y el viento pudieran tener en las Monarca.

9. Opcional: Pide a los estudiantes que mejoren el diseño que se suministra y convoca a un concurso con sus modelos en la escuela. Se puede experimentar variando la altura desde la que lanzan sus planeadores, así como la fuerza que utilizan para impulsarlos.



# Tabla de Datos del Planeo de las Mariposas

Nombre \_\_\_\_\_

Indicaciones: Registra las distancias que alcanzaron cada uno de los planeadores de tu grupo.

Lanzamiento #	estudiante 1	estudiante 2	estudiante 3	estudiante 4
1				
2				
3				
4				
5				

Promedio \_\_\_\_\_

1. Intenta variar la altura desde la cual lanzas el planeador. ¿Cómo influye la altura en la distancia que logra avanzar tu planeador?

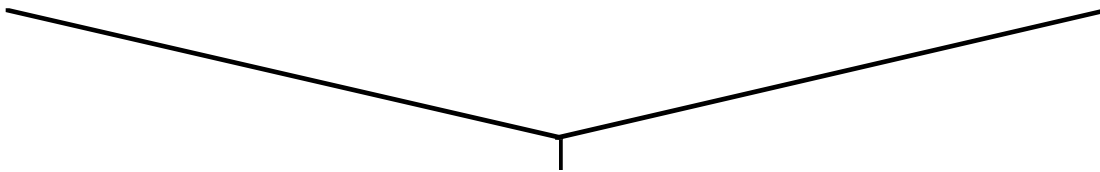
2. ¿Qué sucede con el planeador si lo lanzas con más fuerza?



# Instrucciones para construir el planeador de mariposa

## Construcción

1. Traza los moldes del cuerpo, ala y fuselaje (ver patrones) en cartulina y recórtalos.
2. Dobla el fuselaje en todos los pliegues. Dobla el pliegue central de la sección del fuselaje para que las alas apunten hacia arriba y entonces dobla las alas externas A y B hacia abajo.
3. Coloca una moneda a cada lado del frente del fuselaje y adhiérelas con cinta adhesiva. Esto también debe sellar la parte delantera del fuselaje.
4. Cubre toda la parte superior de ambas alas del fuselaje con pegamento.
5. Alinea el fuselaje con la sección del cuerpo y las alas y presiona para que queden pegados.
6. Deja que el pegamento se seque.
7. Dobla la sección del cuerpo y las alas para formar un diedro

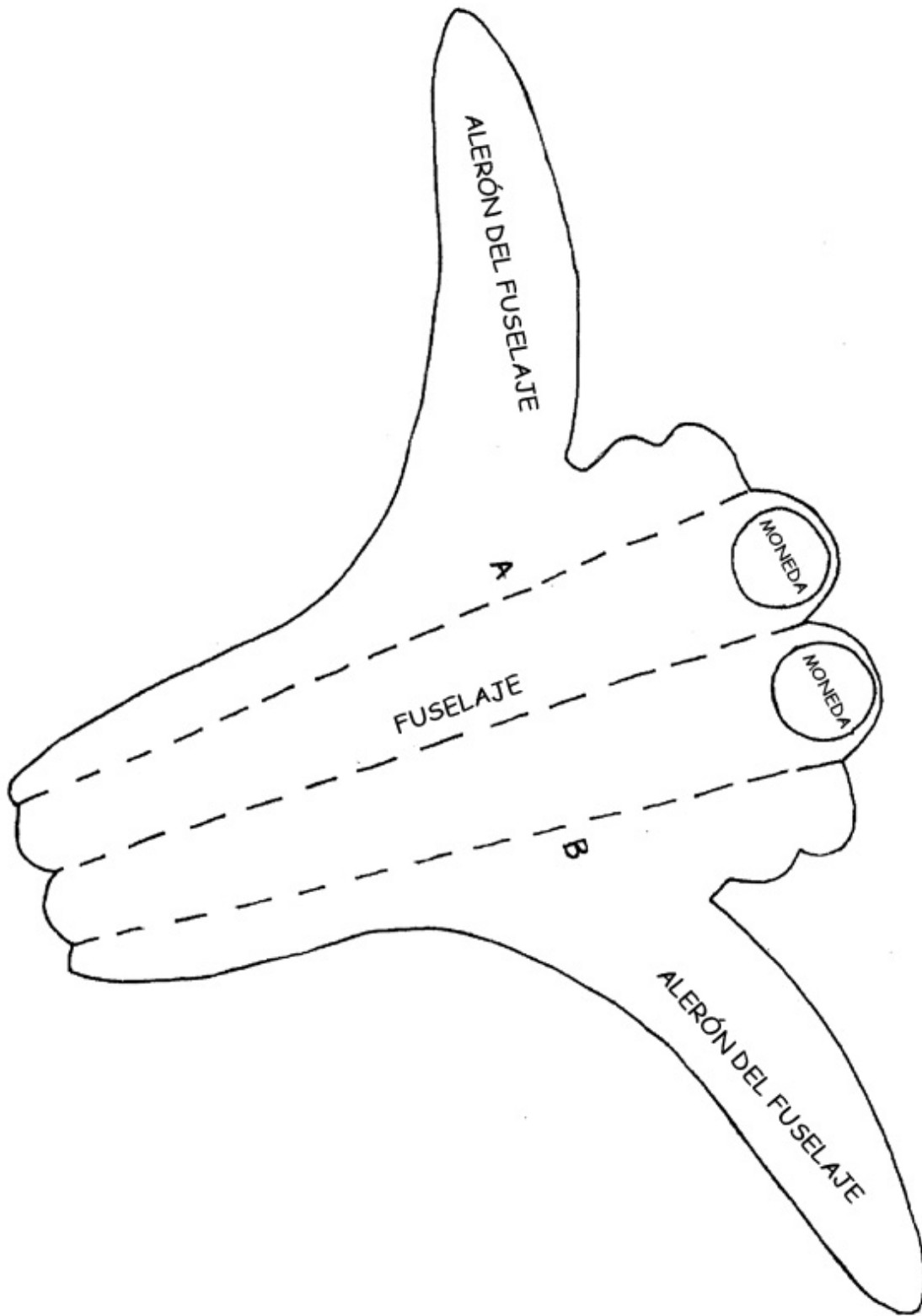


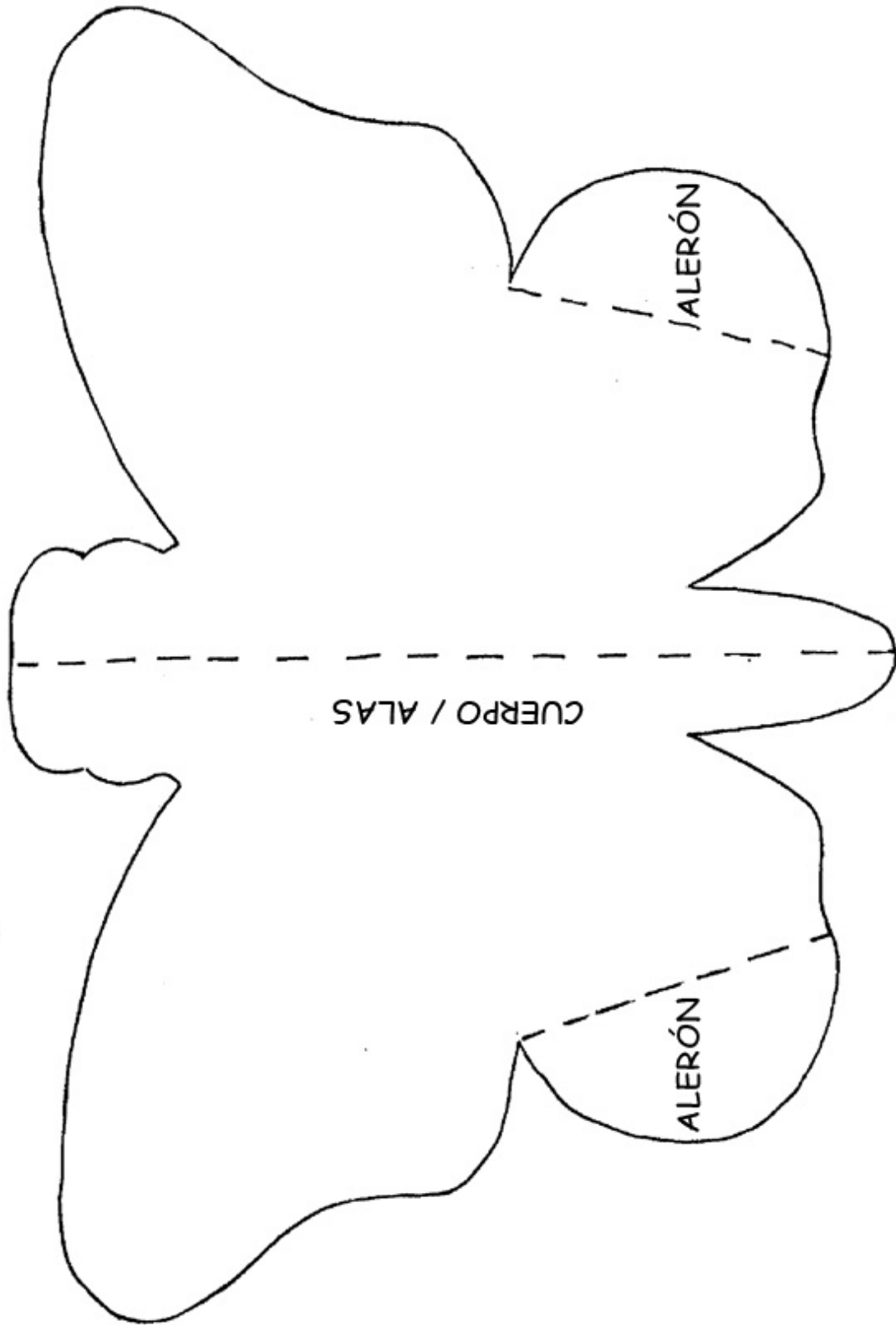
8. Dobla los alerones hacia arriba.

## Lanzamiento

1. Sostén la parte delantera del fuselaje entre el pulgar y el dedo índice.
2. Impulsa con un movimiento firme.
3. En caso de ser necesario, ajusta los pliegues entre uno y otro vuelo.







# La metamorfosis en la vida de un insecto

## Objetivo

En la Parte 1, los estudiantes dibujan (o construyen) modelos de insectos de su propia invención, utilizando las características de los mismos como guía.

En la Parte 2, los estudiantes examinan ejemplos del ciclo de vida de varios insectos diferentes y definen lo que es una metamorfosis completa y una incompleta.

Después, deciden si su insecto crece a través de una metamorfosis completa o una metamorfosis incompleta e ilustran, en consecuencia, las etapas del ciclo de vida de este insecto.

## Antecedentes

Casi todos los insectos, al igual que muchos otros invertebrados y vertebrados (como las ranas), pasan por una metamorfosis a medida que se desarrollan. Hay dos tipos generales de metamorfosis en los insectos, la completa (compleja) y la incompleta (simple). En cualquier caso, ningún insecto puede reproducirse hasta que está en su fase adulta.

La metamorfosis completa comprende cuatro diferentes etapas: huevo, larva (oruga), pupa y adulto. Entre los insectos que pasan por una metamorfosis completa se encuentran las mariposas y las polillas (lepidópteros), las abejas, avispas y las hormigas (himenópteros), las moscas (Diptera), los escarabajos (coleópteros) y otros.

Una vez que el huevo se abre, la larva invierte toda su energía en comer y en evitar ser comida. Las larvas crecen hasta su tamaño máximo, punto en el que deben producir una nueva piel y deshacerse de la anterior. A las etapas que se producen entre mudas se les conoce como “estadios”. Dependiendo del tipo de insecto, a las larvas se les conoce más específicamente como orugas (mariposas y polillas) o larvas (escarabajos o moscas). La mayoría de estos insectos han evolucionado al punto en que sus larvas se camuflan bien, tienen mal sabor o se pueden ocultar muy bien en pequeñas grietas y hendiduras.

**Años: desde 8 hasta 12**

### Conceptos clave:

- Los insectos son animales que los científicos han organizado como grupo debido a que todos ellos tienen características comunes.
- La mayoría de los insectos pasan por una metamorfosis a medida que se desarrollan.
- Algunos insectos se desarrollan mediante una metamorfosis incompleta (simple).
- Algunos insectos se desarrollan mediante una metamorfosis completa (complejo).

### Habilidades:

- Pensar de manera creativa
- Utilizar conocimientos previos
- Hacer observaciones

### Materiales:

- Las imágenes del ciclo de vida de los insectos con metamorfosis incompleta; por lo menos tres ciclos de vida diferentes, como el de las libélulas, el saltamontes y la chinche del algodoncillo
  - Fotos de insectos con metamorfosis completa, de por lo menos tres diferentes especies, tales como una polilla (*Sphinx ligustri*), una catarina y una abeja
  - Papel para dibujar
  - Crayolas, lápices de colores, bolígrafos
- Opcional:
- Varios objetos 'chatarra'
  - Limpia pipas
  - Tubos de cartón
  - Cartones de huevo
  - Restos de papel

### ***El ciclo de vida de la catarina***

#### ***Larva***

Huevos

Crisálida

Adulto

Después de la etapa larval, todos los insectos de este grupo se convierten en una pupa de algún tipo (crisálida, capullo, pupa). Es de la pupa de emergerán como un adulto completamente formado.

La metamorfosis incompleta incluye tres etapas distintas: huevo, ninfa y adulto (en las especies acuáticas, a la etapa de ninfa se le conoce como náyade). Para estos organismos, no hay fase de pupa. Después de que el huevo se abre, la ninfa cambia lentamente, mudando entre las etapas llamadas estadios, hasta que es demasiado grande para su exoesqueleto. Con cada muda, el tamaño y la forma de la ninfa cambian ligeramente, pero durante todo el proceso se asemeja mucho a la forma adulta que finalmente tomará. Entre las especies que tienen este tipo de metamorfosis incompleta se incluyen las chinches (Hemiptera), los saltamontes y grillos (Orthoptera) y las cucarachas (Blattodea).

### ***El ciclo de vida del grillo***

#### ***Adulto***

Huevo

Ninfa

Ninfa



# Procedimiento

## Parte I

1. Comienza por revisar la definición de un insecto. Haz una lista de los siguientes rasgos físicos comunes a todos los insectos:

- Cabeza, tórax y abdomen (cuerpo dividido en tres partes)
- Tres pares de patas articuladas
- Exoesqueleto duro
- Dos ojos compuestos en la edad adulta
- Tienen alas y antenas (en general, pero no es una característica de todos)
- No tienen más de cuatro alas

2. Pide a los estudiantes que dibujen con dedicación sus propias especies "nuevas" de insectos. Cuando terminen con uno que realmente les guste, pídeles que hagan la "prueba" a sus insectos para asegurarse de que tienen todo lo que pusiste en la lista de características.

3. Forma parejas con los estudiantes que hayan terminado de dibujar y pídeles que, usando la lista, examinen el insecto del otro para comprobar que sí sea un insecto.

4. Si lo deseas, una vez que los estudiantes tengan aprobados sus insectos por un compañero y por ti, pídeles que vuelvan a trazar su insecto sobre una cartulina que tú les proporciones. Enséñales a dibujar el insecto en tamaño más grande, de otro modo sus compañeros no podrán verlo..

5. Los estudiantes deben ponerle nombre a sus nuevas especies de insectos.

## Parte 2

1. Acomoda a los estudiantes en grupos de tres. Distribuye las muestras del ciclo de vida a cada grupo, asegurándote de incluir al menos un ejemplo de cada una de las metamorfosis (completa e incompleta) en cada grupo. No señales la diferencia a los estudiantes.

2. Pide a los estudiantes que estudien las imágenes del ciclo de vida. Pregúntales qué es lo que notan en los ciclos de vida de los insectos. Pregunta: "¿Qué hay en común para todos los ciclos de vida que están mirando?" Las similitudes incluyen:

- Todos comienza con un huevo
- Todos cambian con el tiempo

- Todos terminan con un insecto adulto

Ahora pregunta: "¿Cuáles son las diferencias entre las imágenes que están mirando?"

Entre las diferencias se incluyen:

- Algunos muestran una oruga (o larva). Corrija a los estudiantes si utilizan el término "gusano"
- Algunos muestran versiones más pequeñas de los adultos, que van creciendo con el tiempo
- Algunos muestran una pupa, pero otros no (los estudiantes pueden no saber cómo llamar a esta etapa, así que aprovecha esta oportunidad para enseñarles el término pupa)

3. Diles a los estudiantes que acaban de descubrir los dos tipos de ciclos de vida de los insectos. Introduce los términos de metamorfosis completa y metamorfosis incompleta y escríbelos en el pizarrón. Explica que todos los insectos pasan por una o la otra. Monarcas, escarabajos, avispas, hormigas y moscas son todos ejemplos de metamorfosis completa. Las chinches, como la chinche del algodoncillo o la chinche hedionda, pasan por una metamorfosis incompleta, al igual que los saltamontes, grillos, libélulas, mantis, insectos palo y las cucarachas.

A continuación, pide a los estudiantes que muestren sus imágenes y las coloquen en el tipo correcto de metamorfosis. Finalmente, platica por qué los científicos han nombrado a estos dos ciclos de vida con los términos 'completa' e 'incompleta'. "¿Qué tiene de completo el ciclo de vida de una Monarca?" "¿Qué es incompleto en el ciclo de un grillo?" Esto les ayudará a recordar los términos.

4. Cuando los alumnos hayan visto suficientes ejemplos, crea una lista o un cartel para definir cada uno de los dos tipos de metamorfosis.

5. Pide a los estudiantes que elijan qué tipo de metamorfosis utiliza su insecto inventado e ilustren cada una de las etapas apropiadas. Si optan por una metamorfosis incompleta, se deben decidir por cuántos estadios de ninfas pasan. Si es completa, ¿cuántos estadios atraviesan sus larvas y que aspecto tienen como pupa?

6. Cuando los estudiantes terminen sus ilustraciones, haz que muestren su insecto inventado junto con su ciclo de vida. Es posible ordenar las invenciones de acuerdo con el tipo de metamorfosis.

## Alternativa

En lugar de hacer los borradores finales de los insectos como un dibujo, los estudiantes pueden construir su insecto de materiales reciclables y otros materiales que les proporcionen. Pueden colgar los insectos en el salón de clase. Si el tiempo lo permite, los estudiantes también pueden crear las otras etapas del ciclo de vida de sus insectos y montar todos en un móvil.

# La oruga extremadamente hambrienta

## Objetivo

Los estudiantes primero predicen y luego calculan cuánto algodóncillo consume una larva a diario. Si la investigación se realiza durante varios días, aprenderán en qué medida varía el consumo de algodóncillo, según la edad y el tamaño de las larvas.

## Antecedentes

Comienza la lección uno o dos días después de obtener las larvas. La Parte 1 debe hacerse el primer día, y la Parte 2 se comienza el segundo día de la lección, y, si se desea, puede repetirse diariamente hasta que las larvas se transformen en crisálidas. Debes usar un contenedor individual para cada larva. Las larvas se pueden mantener en vasos de plástico con tapa durante varios días sin sufrir daños. Asegúrate de hacer agujeros en las tapas para permitir el flujo de aire.

Esta lección no funcionará con larvas que estén al final del quinto estadio (es decir, aquellas que están a punto de formar una crisálida), ya que dejan de comer en ese momento. Además, cuando las larvas se transforman (desprendiéndose de su piel), a menudo dejan de comer por un día. A los estudiantes les interesará observar esto. Modifica esta lección si no hay una larva por estudiante.

Puedes recolectar suficiente algodóncillo para que te dure varios días y mantener los tallos en jarras de agua o en bolsas de plástico en el refrigerador.

## Procedimiento

### Parte 1-Planificación y configuración del experimento

1. Pregunta a los estudiantes si han leído *La oruga extremadamente hambrienta* de Eric Carle. Puedes leérsela en este punto y hacer las siguientes preguntas:

- ¿Por qué crees que Carle eligió una oruga como tema?
- ¿Otro animal como tema podría haber funcionado igual?
- ¿Qué comen las larvas de Monarca?

### **Edades: de 8 a 12 años**

#### **Conceptos clave:**

- Las larvas de la Monarca consumen grandes cantidades de algodóncillo cada día.
- La cantidad de algodóncillo que una larva consume depende de su edad y de si está mudando.
- La cantidad de algodóncillo que una larva consume se puede calcular de muchas maneras.

#### **Habilidades:**

- Observación
- Predicción
- Medición
- Registro de datos
- Presentación de datos
- Estimación
- Uso de porcentajes

#### **Materiales:**

- Larvas de Monarca
- Vasos de plástico de más de 100 ml (uno para cada larva)
- Algodoncillo (por lo menos una hoja grande por día para cada larva)
- Báscula de triple brazo (o una báscula electrónica, si cuentas con una)
- *Organizador de Datos: Orugas Hambrientas* para cada estudiante, pareja o grupo (página del folleto estudiante)
- Envolturas de plástico o cajas de Petri

- ¿Cómo puedes saber cuánto han comido desde la última vez que las observaste?

2. Pregunta a tus estudiantes:

- ¿Cómo puedes medir la cantidad de algodoncillo que tu oruga come durante un día?
- ¿Durante 24 horas?
- ¿Durante una semana?

3. En el pizarrón, enumera las ideas de los estudiantes para medir la cantidad que come una larva. Si se sugiere, podrías utilizar el método aquí descrito. También puedes utilizar uno de los métodos sugeridos por los estudiantes o permitir a los grupos buscar diferentes métodos.

4. Divide la clase en pequeños grupos y asigna funciones. Pide a los Captadores que recojan las larvas para su grupo, un pedazo de algodoncillo para cada larva y un *Organizador de Datos: Orugas Hambrientas* para cada estudiante.

5. Cada estudiante debe pintar el borde de la hoja de algodoncillo en la cuadrícula del *Organizador de Datos: Orugas Hambrientas*. Cuenta el número de cuadros que abarca el dibujo. Acuerden estrategias para contar los cuadros parciales. Coloca el algodoncillo y las larvas en el recipiente vacío y limpio. Cubre con una caja de Petri o envoltura de plástico. Asegúrales a los estudiantes que habrá suficiente oxígeno para que las larvas respiren durante un día.

6. Los estudiantes deben estimar cuánto comerán sus larvas en términos de cuadros o como porcentaje de toda la hoja, es decir, "¿Cuántos cuadros de la hoja comerá tu larva mañana a las \_\_\_\_\_ (hora)?" Pide a los estudiantes que describan su método de prueba (qué harán para medir la cantidad que comerá la larva). Registra el área de la superficie de la hoja por medio de los cuadros. Los estudiantes pueden ilustrar su procedimiento.

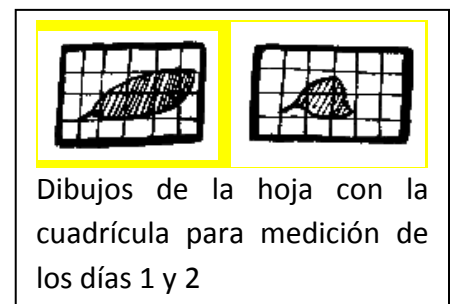
7. Las larvas grandes deben recibir dos hojas. Coloca los vasos lejos de la luz directa del sol y de otras fuentes de calor. Si la habitación está seca, agrega una toalla de papel o papel de filtro húmedos. Asegúrate de limpiar el papel todos los días y reemplazarlo de vez en cuando para prevenir el moho.

## Parte 2-Haz el experimento y analiza los datos

1. Recuerda a los estudiantes qué pregunta están tratando de responder desde la última lección: *¿Cuánto come una larva de Monarca en un período determinado de tiempo?* Pídeles que busquen en sus hojas de datos para ver qué predicciones hicieron. Decide cómo quieres que tus estudiantes comparen sus predicciones con los resultados.

2. Pide a los Captadores que traigan las larvas a las mesas. Pide a los estudiantes que tengan a la mano sus libros de registro y la hoja del *Organizador de Datos: Orugas Hambrientas*.

3. Coloca la hoja que ha sido comida directamente sobre su dibujo en el *Organizador de Datos: Orugas Hambrientas*. Los estudiantes deben pintar el borde de la hoja comida. Si la hoja se ha marchitado, esto debe hacerse con cuidado y paciencia. Cuando hayan terminado de pintar, los estudiantes deben contar el número de cuadros que han sido comidos, utilizando la misma estrategia que usaron en la Parte 1.



4. Haz que los estudiantes comparen sus estimaciones con la cantidad de cuadros realmente comidos. Luego los estudiantes pueden calcular el porcentaje total de algodoncillo que la larva comió:

$$(\text{Número de cuadros comidos} \div \text{número total de cuadros en la hoja}) \times 100 = \% \text{ comido}$$

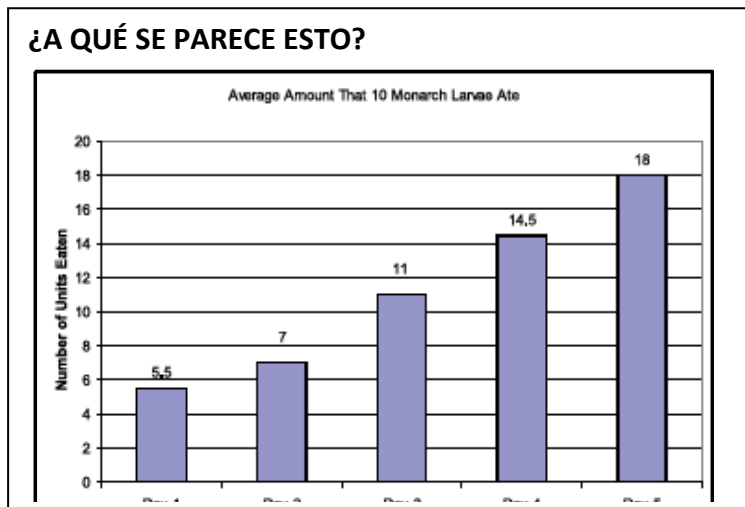
5. Como clase, encuentra la cantidad promedio de algodoncillo que una larva de Monarca come en el periodo que elijas. Puedes hacer el promedio del número de cuadros o los porcentajes. Antes de hacer esto, enumera los datos en la parte superior y pide a los estudiantes que estimen el promedio. Determina si esto varía con el tamaño de la larva u otros factores, como, por ejemplo, si estaban mudando.

6. Evalúa la comprensión de los estudiantes, dándoles una hoja de papel milimétrico donde se haya trazado una hoja de algodoncillo con un área delineada para representar la cantidad que una larva comió durante un período de 24 horas. Pídeles que estimen la cantidad comida, luego cuenta la cantidad comida en cuadros. Podrías pedirles que calculen el porcentaje comido si deseas que comprendan cabalmente este tema.

7. Si lo deseas, haz que los estudiantes grafiquen los resultados de varios días como clase o en pequeños grupos. Puedes utilizar promedios o hacer una gráfica separada para cada larva.

8. Con frecuencia, los estudiantes preguntan si las larvas comen de noche. Puedes repetir esta actividad midiendo lo que la larva comió durante el día y durante la noche (desde el momento en que salen de la escuela hasta el día siguiente). Compara estas cantidades.

9. Modificación: Para facilitarle esta lección a los estudiantes más jóvenes, amplía el papel para graficar que se encuentra en el folleto del estudiante.



# Organizador de Datos: Orugas Hambrientas

Nombre \_\_\_\_\_

Inserta el papel milimétrico para graficar

## Parte 1

1. Calcula el tamaño de tu hoja - \_\_\_\_\_ cuadros
2. Dibuja el borde de la hoja. El área de la superficie = \_\_\_\_\_ cuadros
3. Predice la cantidad de hoja que tu larva comerá - \_\_\_\_\_ cuadros
4. Predice el porcentaje de hoja que la larva comerá- \_\_\_\_\_%

## Parte 2 (al día siguiente)

5. Dibuja el área de la hoja comida por tu larva
6. Cuenta el número de unidades comidas - \_\_\_\_\_ cuadros
7. Calcula el porcentaje de la hoja comida (cuadros comidos ÷ cuadros totales en la hoja) X 100  
- \_\_\_\_\_%

# Coloración de advertencia

## Objetivo

Los estudiantes aprenderán sobre la coloración de advertencia y harán un trabajo artístico de un organismo con colores de advertencia.

## Antecedentes

Coloración de Advertencia (o Aposemática): Muchos organismos venenosos o con sabor desagradable son de color brillante, por lo general con una combinación de rojo, naranja, amarillo y blanco. Los depredadores aprenden a asociar estos colores con los animales que deben evitar comer.

## Procedimiento

1. Pregunta a los estudiantes si ellos piensan que los colores brillantes podrían proteger a las mariposas o a las polillas de los depredadores. Tal vez no lleguen a la idea de la coloración de advertencia. Muéstrales el símbolo de “Mr. Yuck” o la calavera con tibias cruzadas en un contenedor con sustancia venenosa y pregúntales si saben lo que significa. Tal vez hayan aprendido a asociar la etiqueta con muchos tipos de cosas venenosas.
2. Di a tus estudiantes que muchas mariposas son venenosas y hacen saber esto a otros, con colores brillantes y diseños audaces. Los depredadores aprenden a dejar solas a las mariposas de colores brillantes y a otros animales.
3. Compara los patrones brillantes en las mariposas y en las polillas tóxicas con los colores y patrones que se encuentran en símbolos que las personas utilizan, como por ejemplo la señal de ALTO de color rojo y blanco o los triángulos anaranjados en los vehículos que van despacio. Estas señales son de colores brillantes para que la gente pueda reconocerlos fácilmente.
4. Otros animales tóxicos, como las ranas, tienen patrones brillantes. Los patrones audaces en los zorrillos son otro ejemplo de coloración de advertencia; este patrón hace que sea más fácil para un animal aprender a evitar los zorrillos tras ser rociado por uno. Muestra a los estudiantes imágenes de estos animales.
5. Haz que los estudiantes creen y dibujen un animal de fantasía con la coloración de advertencia. Deben dar nombre a su animal y decir qué defensa tiene contra los depredadores.

### **Edades: de 8 a 12 años**

### **Conceptos clave:**

- Los colores brillantes pueden servir como advertencia, para un depredador potencial, que un organismo es tóxico.

### **Habilidades:**

- Interpretación de la información
- Arte

### **Materiales:**

- Imágenes de animales de colores brillantes, ranas tóxicas (ver libros sobre selvas tropicales) y zorrillos
- Opcional: imágenes de señales de advertencia (como la señal de ALTO, de vehículo lento, etc.)
- Opcional: botella con etiqueta de veneno
- Suministros de arte para que los estudiantes puedan dibujar

# No sabes a lo que aparentas: qué es el mimetismo

## Objetivo

Los estudiantes serán capaces de explicar los tipos de mimetismo, sus ventajas con respecto a la supervivencia y relacionar el mimetismo Mülleriano con las poblaciones de mariposas, que pueden incluir Monarcas y Virreyes.

## Antecedentes

El mimetismo es una de las varias estrategias antidepredadores que hay en la naturaleza, en la que una especie, llamada mimética, se asemeja en color, forma o comportamiento a otra especie. De este modo, el mimetismo adquiere cierta ventaja en la supervivencia.

Existen dos formas básicas de mimetismo:

1. Batesiano – la especie mimética (de sabor agradable) se asemeja a otras especies (de sabor desagradable) y los beneficios son para la especie mimética.
2. Mülleriano - ambas especies son de sabor desagradable y ambas se benefician

El mimetismo constituye una herramienta de supervivencia, especialmente para las especies cuyas poblaciones están amenazadas. El mimetismo, contrario al camuflaje y la coloración de advertencia, es específicamente la semejanza entre dos organismos. A veces se utilizan las mismas técnicas de engaño en las tres estrategias antidepredadores, las cuales incluyen variaciones de color, patrón y estructura. La Virrey se asemeja mucho a la Monarca y hasta hace poco la gente pensaba que era un imitadora inofensiva de la tóxica Monarca. Sin embargo, estudios recientes han demostrado que es ligeramente tóxica para algunos depredadores, así que éste es un buen ejemplo del mimetismo Mülleriano.

**Edades: de 8 a 12, de 12 a 18**

### Conceptos clave:

- El mimetismo es una forma de camuflaje que, en el caso del mimetismo Mülleriano, beneficia (protege) a ambas especies
- Relación entre depredador y presa

### Habilidades:

- Hacer observaciones
- Sacar conclusiones a partir de datos
- Matemáticas (tablas y gráficos)

### Materiales:

- De 150 a 200 de cada uno o de más de los siguientes: Fruit Loops, Whole Grain Cheerios, Gummy Savers.
- Jugo o extracto concentrado de limón



## Procedimiento

1. El maestro tendrá que preparar los materiales desagradables con anticipación para dar tiempo a que se sequen.
  - Elige dos colores muy cercanos, para representar la especie mimética y la especie modelo y altera su sabor sumergiéndolos en una sustancia desagradable, como extracto de jugo de limón.
2. El día de la actividad, espárcelos sobre una bandeja o mesa limpia de manera aleatoria. Haz que los estudiantes registren el número de cada 'presa' de color diferente al comienzo de la actividad.
3. Explica que esta actividad está diseñada para simular el mimetismo en la naturaleza y que los estudiantes serán los depredadores.
4. Haz que los estudiantes vayan a la mesa de las presas y seleccionen cualquier elemento de su elección (pero no lo coman todavía) y regresen con él a su asiento.
5. Después de que todos los estudiantes hayan regresado a sus asientos, pueden comer la pieza seleccionada. Los estudiantes no deberán revelar ningún aspecto de lo que experimentaron o probaron.
6. Repite los pasos 4 y 5 varias veces más.
7. Registra los colores y los números de las diferentes "presas" restantes.
8. Haz que los estudiantes hagan tablas o gráficos para representar sus resultados.
9. Haz que los estudiantes respondan o se planteen algunas de las siguientes preguntas:
  - *¿Qué colores permanecen y en qué proporción?*
  - *¿Cómo podría este ejercicio relacionarse con los organismos en la naturaleza?*
  - *¿Qué método para evadir a los depredadores ilustra esta actividad?*
  - *Da ejemplos de la naturaleza simulados por esta actividad.*

# **El vuelo de las Monarca**

**Actividades en el salón de clase  
12-18 años**

# Fenología en el patio de la escuela

## Objetivo

Los estudiantes llevarán un registro de la fenología local (los cambios estacionales y sus efectos en la naturaleza) mediante gráficas grupales o diarios individuales. Las gráficas son un registro colaborativo y visible de sucesos estacionales y la fecha de observación. El diario sirve para que los estudiantes registren sus observaciones, dibujos e interpretaciones de los eventos estacionales. Tanto las gráficas como los diarios servirán para estimular el diálogo y el compromiso con el ambiente natural del patio de la escuela.

## Antecedentes

La fenología investiga los cambios estacionales y sus efectos (los biológicos, por ejemplo) en las plantas y los animales en un lugar determinado. En esta lección, los estudiantes observarán y registrarán los sucesos estacionales de clima, flora y fauna en el entorno familiar del patio de la escuela. A través de la observación constante y la recolección de datos, los estudiantes aumentarán su grado de conciencia sobre la naturaleza.

En la segunda parte de este ejercicio de recopilación de datos, los estudiantes aprenderán a llevar un registro detallado del clima durante la migración otoñal de la Monarca. Tener un registro grupal de datos climáticos abre la posibilidad de hacer actividades con gráficas y análisis de datos, al tiempo que ayuda a los estudiantes a entender el comportamiento de la Monarca.

## Procedimiento

### Parte 1

#### 1. Introducción:

Pregunta a los estudiantes si notan cualquier evidencia de que las estaciones están cambiando. Introduce la palabra *fenología* y da algunos ejemplos, como la primera helada en el otoño o el primer vuelo de alguna Monarca en la primavera. Pide más ejemplos de los estudiantes. Pídeles que compartan sus ideas acerca de por qué podría ser importante comprender los cambios climáticos estacionales y la forma en que plantas y animales responden a ellos.

### **Edades: de 12 a 18 años**

#### **Conceptos clave:**

- Los cambios en el clima, derivados del cambio de estación, se pueden ver de forma sutil.
- Algunos cambios climáticos anuales están indicados por los cambios en la fisiología y el comportamiento de los animales.
- Podemos observar y predecir los cambios en nuestro mundo natural y monitorear su salud observando estos indicadores.

#### **Habilidades:**

- Hacer observaciones y registro de datos
- Hacer predicciones
- Determinar las consecuencias de los eventos estacionales

#### **Materiales:**

- Tablas de Fenología (página del maestro)
- Diarios o cuadernos de los estudiantes
- Medidor de lluvia y nieve
- Página web de datos climáticos
- Opcional: anemómetro (para medir la velocidad del viento; si no hay uno disponible, es posible calcular la velocidad del viento)
- Brújula (para medir la dirección del viento)
- Termómetro (si es posible, del tipo de max/min)
- Hojas de Datos de Observaciones Climáticas Diarias (hoja de folleto del estudiante)

Usando el intercambio de experiencias y puntos de vista, ayuda a los estudiantes a comprender que la fenología es una forma monitorear el impacto de los patrones climáticos. Un ejemplo de esto es la relación del clima con el éxito de un cultivo agrícola del que los seres humanos dependen para tener ingresos y alimento. Los manzanos necesitan temperaturas por encima de cero en la primavera para poder florecer y desarrollar frutos. Existe la preocupación de que los patrones estacionales, y las plantas y animales que dependen de estos patrones, puedan estar cambiando como resultado del cambio climático global.

2. Utiliza el Registro Diario de Fenología para llevar un control de los sucesos climáticos importantes o de otra naturaleza.

- **Gráficas de fenología:** Exhibe las gráficas de fenología en el salón de clase. La gráfica puede ser una copia de la lista que está más abajo (gráfica de fenología) o los eventos pueden dividirse en categorías más pequeñas. Puedes observarlos todos o escoger solo algunos. Haz que los estudiantes registren sus predicciones. Esto puede hacerse en una pared del salón de clase o en diarios individuales. Todos los eventos que sean los “primeros” tendrán solo una fecha. Los eventos que sean “importantes” o “últimos” tendrán un número de fechas hasta que el verdadero “último” o “importante” sea revelado, como por ejemplo la última lluvia del otoño.

Ofrece incentivos para que los estudiantes participen. Tal vez asignar eventos específicos a estudiantes cuyo trabajo sea observar un evento estacional en particular y registrarlo en la lista de la clase. Puedes utilizar la tabla que se muestra más abajo o diseñar una que sea más grande y más visible en el salón de clase. Utiliza los espacios en blanco para agregar observaciones adecuadas a tu ubicación. Semanalmente, discute la importancia de los eventos y observaciones en la clase.

- **Gráfica de lluvia y nieve:** Mantén un registro de la acumulación total de lluvia y nieve anotando las cantidades diarias medibles en un metro vertical en la pared. Al comenzar el año, haz que los estudiantes predigan cuántas pulgadas de lluvia y nieve (en caso de que así suceda) caerán en la escuela y compara sus predicciones con los resultados de la gráfica al final del año. Para esta gráfica, los estudiantes medirán la lluvia y la nieve o tomarán medidas del periódico. Cada adición será registrada en una columna creciente sobre la pared.

- **Foro Abierto sobre Fenología:** Proporciona un espacio de tiempo o un lugar para que los estudiantes compartan sus observaciones semanales sobre fenología. Se puede colocar una cartulina para que los estudiantes escriban o compartan sus observaciones sobre la vida silvestre y el clima. O proporciona un tiempo cada semana para que los estudiantes cuenten sus observaciones a la clase.

- **Diarios Individuales:** Haz que los estudiantes predigan y den seguimiento a los eventos estacionales en sus diarios. Utiliza la tabla incluida o haz modificaciones. Otra sugerencia es asignar a un estudiante o dos para que observen una planta o terreno a lo largo de las estaciones. Dale a los estudiantes 15 minutos para observar y registrar sus observaciones y preguntas acerca de su planta o terreno en intervalos regulares a lo largo del año.

## Parte 2: El clima durante las migraciones de primavera y otoño

1. Discute la importancia de los datos a largo plazo sobre el clima con los estudiantes. Diles que se han hecho registros del clima por más de cien años y se mantienen en diferentes lugares alrededor del mundo y explícales la utilidad de esto. Tal vez te digan que el registro del clima ayuda a predecir el clima. No

solamente: los biólogos utilizan los registros del clima para ayudar a comprender los patrones en la naturaleza. Es para esto que tus estudiantes utilizarán los datos que recojan en esta lección.

2. De hecho, es mejor si los estudiantes recolectan datos climáticos ellos mismos. Esto se puede hacer en la escuela; asigna la tarea a estudiantes de manera individual. Si los estudiantes no recogen los datos del clima, pueden obtenerlos de fuentes como periódicos, televisión o Internet.

3. Establece un horario y un lugar para recoger los datos del clima. Los registros de viento y nubosidad se deben tomar a la misma hora cada día. Si no tienes un anemómetro (medidor de la velocidad del viento), calcula la velocidad del viento como fuerte, brisa, ligero o en calma. La nubosidad puede estimarse como claro, ligeramente nublado, parcialmente nublado o nublado. Si es posible, obtén una temperatura alta y una baja para cada día. Utiliza un medidor de lluvia colocado en un lugar donde no se vea afectado por árboles, arbustos o tejas del techo.

4. La cantidad de tiempo durante el cual registres el clima depende de ti. Si vives en el sur de Estados Unidos, puedes empezar a ver Monarcas en marzo o abril y seguir viéndolas hasta noviembre o diciembre, o incluso a lo largo de todo el invierno, y puedes llevar un registro del clima durante todo ese tiempo. Si vives en el norte de Estados Unidos, tal vez quieras comenzar el registro de las condiciones climáticas justo al comienzo del año escolar, para la migración otoñal, y otra vez en cuanto se informe sobre las primeras Monarca en el sur, para la migración primaveral. Los estudiantes pueden entonces comparar condiciones en su localidad con aquellas partes en donde se están viendo las Monarca.

5. Haz que los estudiantes analicen sus datos climáticos de alguna manera. Pueden graficar la temperatura respecto del tiempo, la lluvia acumulada, el porcentaje de días con diferentes cantidades de nubosidad o cualquier otra cosa que se les ocurra. Ellos deberían llegar a una pregunta específica (por ejemplo: ¿Cómo varía la propagación entre temperaturas altas y bajas durante el mes de septiembre?); elige la información que ellos necesitan para contestar la pregunta y haz una gráfica que muestre de la mejor manera la respuesta a esa pregunta.

## Aplicación a las Monarca

1. Existen muchas maneras de relacionar las condiciones climáticas a las mariposas Monarca y su planta hospedera, el algodoncillo. Algunas de las posibles preguntas son:

Otoño

- ¿Cuáles son las condiciones después de dejar de ver a las Monarca?
- ¿Cuándo es la primera helada?
- ¿De qué manera afecta el clima muy frío las posibilidades de que las Monarca sobrevivan y sean capaces de migrar?
- ¿Qué sucede con las flores en tu área después de que todo se congela?
- ¿Qué pasa con el algodoncillo después de que se congela?

## Primavera

- ¿Cómo son las condiciones cuando las Monarca son vistas por primera vez en tu área regresando de su migración?
- ¿Cuándo es la última helada?
- ¿Cómo son las condiciones cuando el primer algodoncillo aparece?
- ¿Cómo varía la tasa de crecimiento del algodoncillo bajo diferentes niveles de temperatura y precipitación?

## Registro Diario de Fenología

<b>Nombre:</b>	
<b>Ubicación:</b>	
<b>Fecha:</b>	<b>Hora:</b>
<b>Cielo:</b>	
<b>Temperatura máxima:</b>	<b>Temperatura mínima: (incluyendo tiempo nocturno)</b>
<b>Tipo de precipitación:</b>	<b>Cantidad de precipitación:</b>
<b>Nuevas observaciones:</b>	
<b>Actualizaciones de anteriores observaciones:</b>	
<b>Preguntas:</b>	
<b>Dibujos:</b>	

# Crianza de larvas de Monarca

## Objetivo

Promover el conocimiento de los estudiantes sobre el ciclo de vida de la mariposa Monarca a medida que las crían en el salón de clase o en casa.

## Antecedentes

Existen muchas formas de organizar la crianza de mariposas monarca en tu salón de clase. Toda la clase puede trabajar en conjunto para criar sus larvas, o bien grupos de estudiantes pueden ser responsables de sus larvas. Incluso tal vez quieras que los estudiantes lleven sus larvas a casa, para lograr la participación de sus familias.

Si tus estudiantes están cuidando las larvas de Monarca, o cualquier otro organismo vivo, es muy importante tomarse el tiempo para enseñarles cómo hacerlo. Las larvas necesitan ser alimentadas, y sus jaulas deben ser limpiadas *diariamente*. Los estudiantes pueden ser responsables de esto y llevarse las larvas a casa, los fines de semana.

A medida que las larvas se desarrollan y su metamorfosis evoluciona hacia la etapa adulta, tal vez quieras enseñarles: cómo mover una crisálida y sostenerla durante unos segundos, o cómo alimentar y medir a las Monarca adultas. Esta lección solamente cubre el proceso mismo de crianza. En la crianza de las larvas, los estudiantes pueden aprender más si miden el crecimiento y el desarrollo y si mantienen diarios para registrar sus observaciones detalladas. También puedes utilizar las larvas para abordar el tema de los experimentos científicos.

## Procedimiento

1. Conversa con los estudiantes sobre los requerimientos de las larvas: comida, contenedor limpio, temperatura adecuada, etc. Si los estudiantes serán responsables de recolectar el algodoncillo, haz los pasos 2 y 3. De lo contrario, avanza al paso 4.
2. Muestra imágenes o ejemplares de plantas de algodoncillo y diles a los estudiantes qué tipos de algodoncillo son más frecuentes en tu área. Pregunta a los estudiantes dónde han visto algodoncillo. (Tal vez quieras mostrar un mapa del área, en el que puedan marcar los sitios mencionados.) Si es poco práctico el que todos los estudiantes recojan algodoncillo, asígnalo como responsabilidad de unos cuantos estudiantes o hazlo tú mismo.

### **Edades: de 12 a 18 años**

#### **Conceptos clave:**

- Las crías de Monarca requieren cuidado diario y esfuerzo.
- Las Monarca requieren algodoncillo fresco y un ambiente limpio en todo momento.

#### **Habilidades:**

- Técnica de cría para la mariposa Monarca

#### **Materiales:**

- Huevos o larvas de Monarca en recipientes adecuados para que los estudiantes los utilicen en la crianza de las plantas de algodoncillo, o pedazos de plantas de algodoncillo para su demostración
- Información sobre el algodoncillo



3. Enumera tres características distintivas de los tipos de algodóncillo más comunes en tu área y escríbelas en el pizarrón o en una cartulina. Por ejemplo: el algodóncillo común tiene hojas opuestas, segrega una sustancia blanca y pegajosa cuando las hojas o el tallo se rompen y tiene hojas de forma oval alargada.
4. Lleva un registro del crecimiento y el desarrollo de las larvas. Si lo deseas, haz que los estudiantes lleven diarios durante el proceso. Utiliza otros recursos para aprender acerca de las partes del cuerpo durante cada etapa y cómo la Monarca va cambiando a lo largo de las mismas.
5. Cuando las larvas hayan completado todo el desarrollo, haz que los estudiantes demuestren su conocimiento sobre el ciclo de vida de la Monarca y las partes del cuerpo. Puedes elegir varios métodos para hacer esto. Por ejemplo, los estudiantes pueden trabajar individualmente o en parejas para hacer un póster, una presentación en diapositivas, un cuadro de visualización, un modelo en 3D, o alguna otra cosa de su elección. Todos los proyectos deben incluir lo siguiente:

- *Las cuatro etapas del ciclo de vida, con etiquetas*
- *Las partes principales de la larva*
- *El tiempo que dura cada etapa*
- *Las partes principales del adulto*
- *La planta hospedera*
- *Una lista de requisitos y funciones de cada etapa*

# Monarcas en las tarjetas “Dilema de Equilibrio”

## Objetivo

Que los estudiantes utilicen su conocimiento sobre el hábitat de hibernación en México para debatir temas sobre el uso de suelo desde una variedad de perspectivas representadas en las tarjetas de dilema. Que comparen temas de conservación del hábitat de la Monarca en México con los prevalecientes en Estados Unidos y Canadá.

## Antecedentes

Esta lección ayudará a los estudiantes a comprender los complejos problemas que involucran los santuarios de hibernación en México. Da por sentado que los estudiantes comprenden la migración de la mariposa Monarca y algunos de los problemas de conservación relacionados con los sitios de hibernación.

Los estudiantes leerán seis Tarjetas de Dilema, cada una representa un grupo de personas con intereses diferentes en los sitios de hibernación de la Monarca. No existen soluciones “correctas” para estos dilemas. El propósito es hacer que los estudiantes piensen acerca de todos los elementos que rodean la conservación de la Monarca, en particular, y la interacción humana, animal, vegetal y del ecosistema, en general.

Hemos propuesto dos formas diferentes de usar las tarjetas de dilema. En la primera, los estudiantes discuten los dilemas en pequeños grupos, y luego toda la clase participa en el resumen de las diferentes perspectivas. En la segunda, los estudiantes conversan grupalmente sobre los dilemas, y luego escriben individualmente una especie de resumen de la perspectiva de la persona descrita en una de las tarjetas.

## Procedimiento

1. Ve la película **El vuelo de las Monarca**, muestra fotos de libros o del *CD Monarcas en el Salón de Clase* o diapositivas para ayudar a los estudiantes a tener una idea sobre cómo es el hábitat de hibernación de las Monarca y haz que los estudiantes lean los antecedentes sobre la migración de la mariposa Monarca y otros materiales.

2. Habla con tus estudiantes sobre los problemas relacionados con la conservación de los sitios de hibernación.

- *¿Qué está en juego?*

### **Edades: de 12 a 18 años**

#### Conceptos clave:

- Los organismos de todo el mundo están en competencia por los recursos.
- Los seres humanos en todo el mundo utilizan los recursos naturales para sobrevivir.
- El comportamiento humano afecta los recursos de los que muchos organismos dependen.
- Los seres humanos dependen de una economía, un intercambio de bienes y servicios, con el fin de sobrevivir.

#### Habilidades:

- Identificar las partes interesadas en una comunidad
- Describir una variedad de puntos de vista
- Pensar en soluciones

#### Materiales:

- Las tarjetas de dilema (páginas para los estudiantes) se separan y se acomodan en una cartulina para poder recortarlas. Para la primera actividad, necesitarás un juego completo para cada grupo de 4 a 6 estudiantes. Para la segunda, cada estudiante necesitará una tarjeta de dilema.
- Para la segunda actividad, necesitarás también una *Hoja para el Estudiante sobre el Dilema de la Monarca* (folleto del estudiante)

- *¿Por qué son tan importantes los sitios para las Monarca?*
- *¿Cuáles son los conflictos entre los diferentes usos del suelo?*
- *¿De qué manera se ve afectado cada grupo de los involucrados en la problemática por las acciones que alteran los santuarios? Los grupos pueden ser de: campesinos rurales, productores, pobladores, funcionarios del gobierno mexicano, biólogos, conservacionistas, empresas madereras y estudiantes.*

## Actividad 1: Debate en grupos pequeños

1. Entrega a grupos de 4 a 6 estudiantes un juego completo de las seis cartas de dilema.
2. Los estudiantes colocan las cartas boca abajo en el centro de la mesa y cada uno voltea una carta, todos al mismo tiempo. Cada estudiante toma unos minutos para leer el dilema en silencio y elegir un curso de acción (2 minutos).
3. Cuando hayan terminado, haz que se turnen para leer su dilema ante el resto de su pequeño grupo y para explicar qué decidieron y pensaron.
4. Los otros estudiantes en el grupo comentan y comparten sus opiniones.
5. La tarjeta se devuelve al centro de la pila, y el siguiente estudiante usa su turno para leer y explicar su razonamiento.
6. Cuando todas las tarjetas de dilema se hayan debatido, los estudiantes comparten y discuten sus diferentes puntos de vista.
7. Trata las siguientes preguntas con toda la clase. Si lo deseas, haz que los estudiantes escriban las respuestas a las preguntas individualmente o en sus grupos:
  - *¿Cuál fue el dilema más difícil y por qué?*
  - *Si pudieras ser una persona en el dilema, ¿a quién elegirías y por qué?*
  - *¿Cuáles son los problemas fundamentales que enfrenta la conservación de la mariposa Monarca?*

## Actividad 2: Debate grupal (con toda la clase) y escritura individual

1. Describe brevemente a cada una de las personas representadas en las tarjetas de dilema. Diles a los estudiantes que cada uno recibirá uno de estos dilemas y escribirán una carta como si fueran esa persona.
2. Entrega una tarjeta y la *Hoja de Asignación para el Estudiante del Dilema de la Monarca* a cada estudiante. Primero haz que hagan una lista de razones para preservar los santuarios de la Monarca y luego una de los problemas con el mantenimiento de los santuarios.
3. Haz que los estudiantes escriban una carta, cuidando ser el 'personaje' elegido durante toda la carta.
4. Opcional: Selecciona una o algunas de las siguientes actividades de seguimiento:
  - Haz que los estudiantes lean sus cartas en la clase.
  - Organiza un debate en el que los estudiantes expresen los problemas que afectan a sus personajes.
  - Haz que los estudiantes escriban cartas que expresen sus puntos de vista personales sobre los problemas.

# Asignación para el Estudiante sobre el Dilema de la Monarca

Nombre \_\_\_\_\_

1. Enumera tres a cinco razones de por qué son importantes los santuarios de hibernación de la Monarca.

2. Enumera tres a cinco problemas para conservar los santuarios de hibernación de la Monarca.

3. Recibirás una tarjeta que describe lo que una persona piensa sobre las colonias de hibernación Monarca en México. Escribe una carta como si fueras la persona de la tarjeta. Decide quién va a recibir la carta: un funcionario del gobierno, un amigo, una organización de conservación u otra persona.

Incluye los siguientes elementos en tu carta:

- Describe quién eres tú y tu situación.
- ¿Qué crees que tú u otras personas deberían hacer respecto a los problemas descritos en la tarjeta de dilema? Sé tan específico como sea posible. Por ejemplo, si te gustaría encontrar otra forma de apoyar a tu familia, sugiere una idea específica. Si vas a incrementar el turismo, enumera algunas ideas sobre cómo planeas hacer esto.
- ¿Cuáles son las consecuencias positivas de tu elección?
- ¿Cuáles son las consecuencias negativas de tu elección?
- Cierra tu carta con un párrafo que resuma tu punto de vista.

## DILEMA 1

Eres un ejidatario, es decir, alguien que reside en la comunidad o que posee un predio que forma parte del bosque donde hiberna la mariposa Monarca. Tu ingreso depende de la tala de bosques para comprar alimentos, ropa y otros suministros para tu familia. Los ambientalistas te han dicho que no cortes más árboles porque se reduce el hábitat de hibernación de la Monarca. Deberías:

- ¿Continuar con la tala del bosque?
- ¿Encontrar otra forma de mantener a tu familia? ¿Qué otra cosa podrías hacer?
- ¿Continuar con la tala del bosque, pero sólo cortar los árboles más antiguos (tala selectiva)?
- ¿Otras soluciones mejores?

## DILEMA 2

Tú y tu familia ganaron un viaje para visitar un sitio de hibernación de la Monarca. Compras comida deliciosa (tortillas, quesadillas, tamales y tacos) de los pobladores que han establecido puestos de comida. Con el fin de llegar al parque de la Monarca, pagas \$3.00 para viajar en la parte trasera de una camioneta pick-up por un camino de tierra lleno de baches. En la colonia hay una cuota de admisión de otros \$2.00. Se te dice que permanezcas en los caminos y que no toques a las Monarca, ¡incluso las que están muertas! Justo al lado del camino ves lo que parece ser una Monarca muerta con una etiqueta en su ala. Deberías:

- ¿Levantar la mariposa y leer la etiqueta, pero dejarla en el parque?
- ¿Dejar la mariposa en su lugar y decirle al guía del parque dónde la viste?
- ¿Levantar la mariposa y llevarla a casa para tener algo especial con lo cual recordar el parque?
- ¿Tratar de vender la mariposa a un guía del parque?
- ¿Otras soluciones mejores?

## DILEMA 3

Eres residente de una población cercana a una colonia Monarca, no muy conocida, en lo alto de las montañas, llamada Valle del Bravo. Los turistas rara vez visitan tu población debido a que es difícil encontrar el camino que serpentea hacia arriba, en la montaña. A algunos pobladores les gustaría desarrollar el turismo en esta colonia; quieren construir una vía desmontando las zonas aledañas a los bordes del camino, quieren abrir pequeñas tiendas para vender curiosidades relacionadas con la Monarca y cobrar para guiar a las personas a través de la colonia. Te preocupan los efectos que los turistas y la vía tendrían en el bosque, en las Monarca y en cómo vive ahora tu población. Deberías:

- ¿Apoyar a los pobladores que desean construir la vía y desarrollar el turismo?
- ¿Oponerte a la construcción de la vía, pero apoyar un plan para fomentar las visitas de los turistas que están dispuestos a subir el empinado sendero?

- ¿Tratar de convencer a los pobladores de no fomentar el turismo?
- ¿Otras soluciones mejores?

#### **DILEMA 4**

Eres un científico que ha investigado las Monarca en las colonias durante los últimos veinte años. Además, has guiado a grupos de turistas al interior de las colonias de hibernación. Tu esperanza es que el turismo reemplace la tala de árboles como fuente de ingresos para los pobladores de la región. Infortunadamente, has observado que el polvo levantado por los turistas perjudica a las Monarca. Deberías:

- ¿Ya no alentar a los turistas a visitar los sitios de la Monarca?
- ¿Aceptar que el dinero del turismo compensa el daño hecho a algunas Monarca?
- ¿Trabajar para encontrar maneras de mantener bajos los niveles de polvo, incluso si esto significa menos dinero para el pueblo?
- ¿Otras soluciones mejores?

#### **DILEMA 5**

Eres un funcionario del gobierno que ha sido elegido para representar el área donde hibernan las Monarca, en el estado de Michoacán, México. Siempre te ha preocupado la conservación, pero después de tu elección te das cuenta de cuán pobre es la gente que vive cerca de las colonias y cómo está resentida al no haber sido compensada por el ingreso que se les quitó cuando ya no pudieron talar árboles en la zona. A ellos les gustaría talar un número limitado de árboles en los santuarios. Deberías:

- ¿Decirles que la supervivencia de las Monarca a largo plazo es más importante que los beneficios económicos a corto plazo?
- ¿Tratar de convencer a otros sectores del gobierno de permitir la explotación forestal en algunas de las tierras?
- ¿Tratar de desarrollar otras formas de generación de ingreso para la población? ¿Cuáles serían?
- ¿Otras soluciones mejores?

#### **DILEMA 6**

Eres el señor Sánchez, de 68 años de edad, líder de una comunidad cercana a Sierra Chincua, donde hiberna una gran colonia de mariposas Monarca. Has trabajado por la conservación del hábitat de las Monarca durante más de treinta años. Ahora estás resentido porque trabajas plantando árboles, ganas muy poco, no tienes pensión y tienes una familia que mantener. Los miembros de la comunidad están molestos contigo porque apoyaste el cierre del bosque a la explotación forestal. Un amigo que vive en tu comunidad te suplica que le ayudes a sacar del bosque un árbol que él ha cortado y que puede vender en una gran cantidad de dinero. Deberías:

- ¿Entregar a tu amigo por tala ilegal?
- ¿Ayudar a tu amigo a sacar el árbol, solo por esta vez?
- ¿Ignorar a tu amigo y seguir trabajando para preservar el hábitat de la Monarca?
- ¿Otras soluciones mejores?

# ¿Cuántos nietos?

## Objetivo

Los estudiantes calcularán el número de descendientes que una mariposa Monarca hembra podría tener en un año (cuatro generaciones).

## Antecedentes

Las Monarca, al igual que la mayoría de los insectos, producen muchas crías pequeñas, y solo unas cuantas sobrevivirán hasta la edad adulta. En las Monarca, el cuidado paterno se da cuando las hembras ponen los huevos; únicamente escogen plantas de algodoncillo, y buscan aquéllas que se encuentren en buena condición. Sin embargo, cuando la larva sale del huevo, está completamente sola. En este ejercicio, los estudiantes determinarán la cantidad de descendientes en tercera línea, que una sola hembra podría tener, siempre y cuando todos ellos vivieran.

Cuando los biólogos estudian la forma en que crecen las poblaciones, sólo cuentan la descendencia femenina. Si contaran la descendencia de ambos sexos, la cantidad se duplicaría. Por ejemplo, si una familia humana tiene dos hijos, sería inexacto decir que dado que el hombre tiene dos hijos y la mujer tiene dos hijos, tienen en total cuatro hijos. Así que solo contaremos la descendencia que las hijas de las hembras (y sus hijas) tienen.

## Procedimiento

1. Menciona el hecho de que las Monarca hembra ponen un promedio de 700 huevos durante su vida, mientras que los humanos y los elefantes tienen solo unos cuantos descendientes. El propósito de esto es comparar el número de descendientes que producen las hembras de diferentes especies. Los estudiantes podrían decir que las Monarca tienen tanta descendencia porque buena parte de ella no sobrevivirá. Sin embargo, pueden tener tantas crías, porque cada una es muy pequeña y no recibe ninguna atención por parte de sus padres.

2. Cada huevo pesa solo alrededor de 0,45 mg, mientras que una hembra pesa aproximadamente 500 mg, por lo que cada huevo representa el 0,0009% del peso de la hembra. Esto equivaldría a que una mujer que pesa 65 kilos tuviera un bebé de unos 60 gr o menos. Si las hembras humanas tuvieran hijos que pesaran 60 gr y no necesitaran cuidarlos, podrían tener más bebés; sin embargo, muchos no sobrevivirían.

Esto pone de manifiesto dos estrategias diferentes: *Tener muchas crías pequeñas que no reciben atención de sus padres, o tener unas cuantas crías, más grandes, que reciben atención de sus padres.*

**Edades: de 12 a 18 años**

**Conceptos Clave:**

- La supervivencia en organismos que producen una gran cantidad de descendencia es generalmente baja, y alta en aquellos que tienen poca descendencia.
- Si todas las Monarca sobrevivieran, el mundo pronto estaría saturado de mariposas Monarca debido a la gran cantidad de descendencia que producen.

**Habilidades:**

- Razonamiento
- Matemáticas (multiplicación de números grandes)

**Materiales:**

- Papel y bolígrafo
- Calculadora si se desea

$$0.45 \text{ mg} \times \text{lb}$$

$$500 \text{ mg} \times 130 \text{ lb}$$

$$x = \frac{(130 \text{ lb})(0.45 \text{ mg})}{500 \text{ mg}} = 0.117 \text{ lb}$$

$$500 \text{ mg}$$



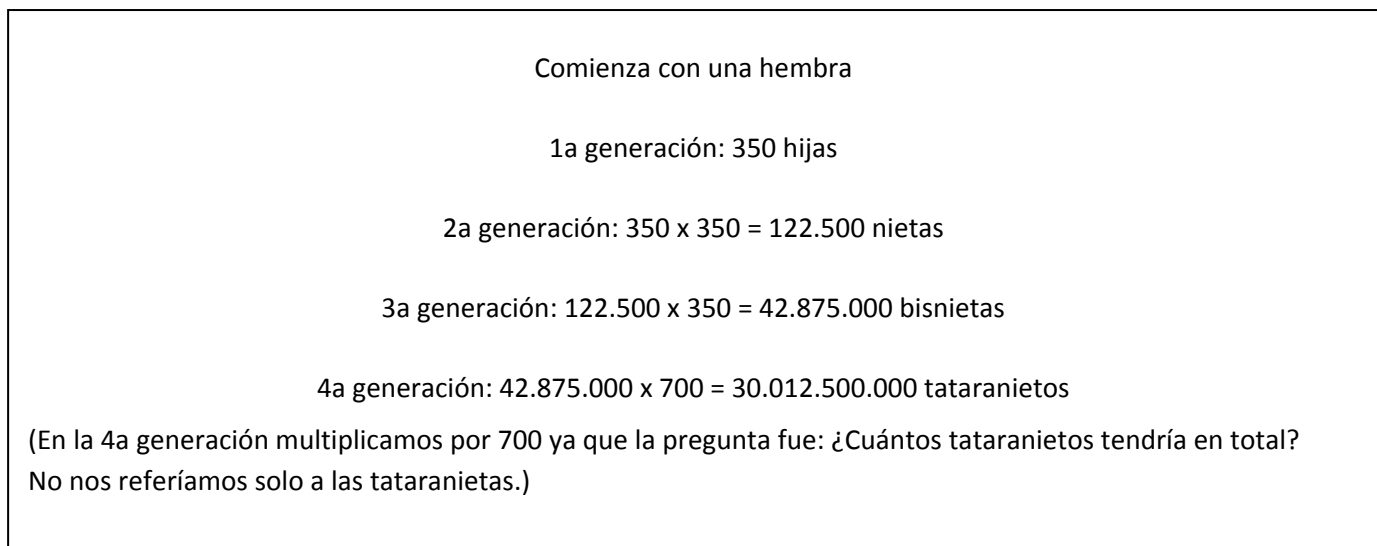
3. Los estudiantes que ya manejan proporciones pueden hacer los cálculos por sí mismos:

4. Haz que los estudiantes calculen cuántos nietos (de las hijas) podría producir una hembra, si ninguno de sus descendientes muriera y si la mitad de sus crías fueran hembras. Los estudiantes más jóvenes tendrán que ser guiados a lo largo de este cálculo, pero los estudiantes mayores deberían ser capaces de hacerlo.

*Respuesta:* Una hembra pone 700 huevos. En promedio, la mitad de estos huevos son hembras, así que tiene 350 hijas. Si cada una de estas hijas pone 700 huevos, las hembras originales tendrán  $350 \times 700 = 245.000$  nietos.

5. Opcional: Di a los estudiantes que las Monarca pueden tener hasta cuatro generaciones en el verano. Pídeles que averigüen cuántos tataranietos podría tener la hembra, tomando en consideración que sólo la mitad de cada generación serán hembras poniendo huevos.

*Respuesta:* Una hembra tiene 350 hijas. Cada hija produce 350 nietas, cada una de las cuales produce 350 bisnietas, cada una de las cuales tiene 700 crías en total. Así:  $350 \times 350 \times 350 \times 700 = 30,012,500,000$  tataranietos, es decir, más que el número total de mariposas que pasan el invierno en México cada año. Es obvio que no todas estas Monarca sobreviven. Es útil ilustrar esto con un diagrama:



6. Esta lección ilustra el crecimiento exponencial, que es muy rápido. Compara el número de crías después de dos generaciones, con aquel después de cuatro generaciones. Es posible que quieras hacer una gráfica utilizando estos números, pero es difícil hacerlo cuando los números son tan grandes.

7. Si lo deseas, puedes usar estos cálculos para debatir sobre el crecimiento de la población humana. Más aún, habla sobre la forma en que los factores ambientales como el espacio, la comida, el agua y las enfermedades pueden limitar esa velocidad de crecimiento. Trata de hacer el cálculo utilizando a dos niños en cada generación, y luego hazlo con cuatro niños. Compara el número de tataranietos.

8. Nota: tanto los huevos como las orugas de la Monarca son una fuente importante de alimento para los pájaros y otros insectos. Menos del 1% sobreviven para convertirse en mariposas.

# Comparemos las mariposas con las polillas

## Objetivo

Los estudiantes aprenden sobre las similitudes y las diferencias entre las mariposas y las polillas.

## Antecedentes

Las mariposas y las polillas pertenecen al mismo orden: *Lepidoptera*. El nombre de esta clasificación describe una característica que todas los Lepidópteros comparten: las alas escamosas. De hecho, las escamas cubren tanto sus alas como su cuerpo. Además, todos los *Lepidópteros* tienen cuatro alas (un par de alas delanteras y un par de alas traseras), antenas y ojos compuestos. Todos pasan por una metamorfosis completa con una larva que cambia de piel a medida que se desarrolla. No hay una línea divisoria específica para diferenciar a las polillas de las mariposas, pero, en general, las diferencias (y algunas excepciones), son las siguientes:

- Muchas polillas forman capullos de seda que ellas hilan, o entierran su pupa en la tierra para protegerla. Las mariposas generalmente forman una pupa “al aire libre”, llamada crisálida. Sin embargo, algunos tipos de mariposa, como las del género *Parnassius* o los hespéridos, forman capullos rudimentarios.
- Las polillas generalmente están activas durante la noche mientras que las mariposas están activas durante el día. Sin embargo, algunas polillas, con colores muy brillantes, están activas durante el día.
- Las polillas generalmente tienen colores tenues y apagados para pasar inadvertidas, mientras que las mariposas suelen ser muy coloridas.
- Las polillas, en general, tienen cuerpos más grandes, en relación con sus alas, cubiertos de grandes escamas.
- Las polillas, en general, tienen cuerpos más grandes, en relación con sus alas, cubiertos de grandes escamas.
- Las polillas, en general, tienen filamentos rectos, como emplumados o con ramificaciones, mientras que las mariposas suelen tener antenas articuladas con pequeños bultos al final.
- Cuando descansan, las mariposas suelen tener las alas plegadas hacia arriba, como manos puestas una contra la otra, mientras que las polillas descansan con las alas abiertas.

**Edades: de 12 a 18 años**

**Conceptos clave:**

- Las mariposas y las polillas comparten algunas similitudes que las agrupan en el orden de insectos *Lepidoptera*.
- Las mariposas y las polillas tienen algunas diferencias.
- Las mariposas y las polillas han evolucionado de forma diferente, ya que han ido adaptándose a los diferentes aspectos de su entorno con el paso del tiempo.

**Habilidades:**

- Comparar y diferenciar
- Leer o escuchar para poder comprender

**Materiales:**

- Una variedad de imágenes de mariposas y polillas (libros, web, revistas)
- Hoja de Características de las mariposas y las polillas
- Pegamento
- Tijeras
- Guía de campo para las mariposas y polillas

## Procedimiento

1. Ya sea mediante el intercambio verbal o en papel, haz que los estudiantes compartan todo lo que sepan sobre las diferencias y similitudes entre las polillas y las mariposas. Utiliza una gran variedad de materiales impresos para hacer que los estudiantes vean especies de mariposas y de polillas. Trata de mostrarles algunos ejemplos de ellas en sus respectivos hábitats.

2. Entrega a cada estudiante una hoja de las Características de las Mariposas y las Polillas. Instruye a los estudiantes para que recorten las diferentes características. Deben elaborar un diagrama de Venn (dos círculos concéntricos) lo suficientemente grande como para dar cabida a estos pedazos de papel.

3. Los estudiantes deben ordenar las características en función de si pertenecen en exclusiva a una de las dos (polillas o mariposas), o si son compartidas por ambas.

Los estudiantes pueden trabajar en parejas o revisar su trabajo con un compañero. Antes de pegar las características en un diagrama de Venn, puedes optar por una o más de las siguientes posibilidades para dar a los estudiantes información sobre las similitudes y diferencias:

- Permitirles que usen los recursos en línea para leer acerca de las polillas y las mariposas
- Permitirles explorar libros

4. Ve al cuadro de similitudes y diferencias y haz que los estudiantes peguen sus papelitos. Recuérdales que es frecuente que haya excepciones en todas las generalizaciones, y que eso también es cierto para las polillas y las mariposas. Un ejemplo de esto es la polilla Tigre, que tiene brillantes colores y está activa durante el día.

## Características de las polillas y las mariposas

Recorta las siguientes características y empieza a separarlas en: "solo las mariposas", "solo las polillas" o "ambas".

<b>Seis patas (cuando son adultos)</b>	<b>ojos compuestos (cuando son adultos)</b>	<b>Cabeza, tórax, abdomen</b>
<b>Dos pares de alas</b>	<b>Salen de un huevo</b>	<b>Hacen una crisálida</b>
<b>Por lo general (pero no siempre) tienen probóscide</b>	<b>Son insectos</b>	<b>A menudo tejen un capullo</b>

<b>Tienen un hilador (hilan seda)</b>	<b>Antenas gruesas y plumosas</b>	<b>Alas en posición vertical cuando descansan</b>
<b>Suelen abrir las alas cuando están en reposo</b>	<b>Por lo general, cuerpo y alas de colores apagados</b>	<b>A menudo tienen alas de colores brillantes</b>
<b>A menudo activas en la noche</b>	<b>Activas durante el día</b>	<b>Muchas escalas largas en un cuerpo grueso</b>
<b>Menos escalas en el cuerpo</b>	<b>Metamorfosis completa</b>	<b>Dos antenas</b>

# Vocabulario

**Abdomen:** la parte alargada posterior del cuerpo, detrás del tórax.

**Adaptación:** condición que aumenta las posibilidades de un organismo de sobrevivir y reproducirse.

**Antena:** en plural, **antenas:** órganos de los sentidos en la cabeza de un insecto. En las larvas de Monarca, éstas a menudo se confunden con los tentáculos o filamentos. Las antenas de las larvas son muy cortas, mientras que las de los adultos son mucho más largas.

***Asclepias syriaca:*** algodoncillo común, la planta hospedera más común para las larvas de Monarca en la parte alta del medio oeste de Estados Unidos. Las Monarca también comen otros miembros del género *Asclepias*.

**Camuflaje:** una palabra francesa que significa ocultar o disfrazar. Hay dos tipos de camuflaje: protección por semejanza y protección por coloración. Por semejanza es cuando un organismo se parece a algo en su entorno; por coloración es cuando algo tiene el mismo color o patrón que sus alrededores.

**Capullo:** una tela de seda que envuelve las pupas de muchas polillas, pero no de las mariposas.

**Crisálida:** en plural, **crisálidas:** otro nombre para una pupa de mariposa.

**Clave dicotómica:** una herramienta para identificar una especie al estrechar las opciones que limitan la descripción de ciertas características.

**Coloración aposemática:** coloración que advierte a los depredadores de una presa con mal sabor.

**Coloración de advertencia:** colores brillantes que advierten venenos u otras defensas peligrosas para los depredadores potenciales. También llamada coloración aposemática.

***Danaus plexippus:*** nombre científico de la mariposa Monarca.

**Empupar:** cambiar a partir de una larva (oruga) a una pupa (crisálida).

**Entomólogo:** un científico que estudia los insectos. El estudio de los insectos se denomina entomología.

**Escamas:** piezas superpuestas de quitina (el mismo material del que están hechos los exoesqueletos) que aíslan el cuerpo y alas de las mariposas, lo cual mejora su aerodinámica y les da color y marcas. Mucha gente piensa que las escamas se ven como polvo fino en las alas de la mariposa.

**Estadio:** el período entre cada una de las mudas larvales. Hay cinco de estos períodos en el desarrollo de una larva de la mariposa Monarca.

**Excrementos:** el producto de desecho de las larvas, llamado "caca de oruga" por la mayoría de los estudiantes. Las larvas de Monarca producen una gran cantidad de ésta, especialmente en sus estadios posteriores.

**Exoesqueleto:** un esqueleto duro situado en el exterior del cuerpo de un invertebrado (en contraste con el esqueleto interno de los vertebrados), que protege y sirve como punto de fijación del músculo.

**Fenología:** la ciencia de los cambios estacionales y su efecto en el mundo natural.

**Feromonas:** sustancias químicas especiales liberadas por algunos animales para comunicarse con otros miembros de su especie. Pueden ser detectadas a largas distancias y pueden ayudar a los compañeros a encontrarse unos a otros. También pueden ayudar a asegurar que el apareamiento se produzca solo con otros miembros de la misma especie.

**Fotoperiodo:** la cantidad de horas de luz.

**Larva:** en plural, **larvas:** la segunda etapa, después del huevo, en la metamorfosis. También conocida como oruga. Las Monarca mudan cinco veces en su estado larval, que dura de 9 a 14 días.

**Metamorfosis:** serie de etapas de desarrollo a través de las cuales los insectos se convierten en adultos: una mariposa se transforma de un huevo a una larva/oruga, a una pupa y a una mariposa. Hay dos tipos de metamorfosis: incompleta (simple) y completa (compuesta). Las cuatro etapas de la metamorfosis presente en las Monarca se consideran metamorfosis completa. La metamorfosis incompleta no tiene una etapa de inmovilidad prolongada (pupa).

**Migración:** movimiento de un organismo o grupo de un hábitat o lugar a otro, por lo general un movimiento periódico o estacional de distancia relativamente larga.

**Mimetismo:** animales inofensivos que parecen animales de vivos colores y sabor desagradable.

**Muda:** el proceso de descamación de la piel o exoesqueleto. Las larvas de Monarca mudan cinco veces.

**Palpo:** plural, **palpos:** apéndices pares en la cabeza de un insecto utilizados para sentir y poner a prueba la calidad de la comida.

**Probóscide:** el tubo de alimentación de las mariposas monarca adultas utilizado para chupar el néctar. La trompa está enrollada debajo de la cabeza cuando no está en uso.

**Pupa:** en plural, **pupas:** la tercera etapa de la metamorfosis, después de la etapa larval. En las Monarca, esta etapa dura de 8 a 13 días.

**Quimiorreceptores:** células que detectan la presencia de sustancias químicas y transmiten esa información al organismo. Los sabores y los olores son percibidos mediante quimiorreceptores.

**Tórax:** sección media del cuerpo de un insecto. Las alas, si están presentes, y las piernas se unen a este segmento.



# Referencias

## **Sitios Web**

Flight of the Butterflies (El vuelo de las Monarca)  
[www.flightofthebutterflies.com](http://www.flightofthebutterflies.com)

Monarchs in the Classroom (Las Monarca en el Salón de Clase)  
<http://www.monarchlab.org/mitc/>

Monarch Watch  
<http://www.monarchwatch.org>

Fondo Mexicano para la Conservación de la Naturaleza  
<http://fmcn.org/?lang=en>

SK Films  
[www.skfilms.ca](http://www.skfilms.ca)

Journey North (Viaje hacia el Norte)  
[www.learner.org / jnorth / monarca](http://www.learner.org/jnorth/monarca)

Maryland Science Center (Centro de Ciencias de Maryland)  
[www.marylandsciencecenter.org](http://www.marylandsciencecenter.org)

Dónde encontrar especímenes vivos para su uso en el salón de clase  
Paquetes disponibles de larva de Monarca, algodóncillo y crianza  
[www.educationalscience.com](http://www.educationalscience.com)

Larvas  
[www.monarchlab.org](http://www.monarchlab.org) en la Universidad de Minnesota; envíos solo a Minnesota y Wisconsin  
[www.butterfliesetc.com](http://www.butterfliesetc.com)

Larvas, huevos y algodóncillo  
[www.butterflyworkx.com](http://www.butterflyworkx.com)

Larvas, adultos  
[www.livemonarch.com](http://www.livemonarch.com)

Kit del ciclo de vida  
<http://monarchmagic.com/lifecycle.html>

Algodoncillo y larvas  
<http://monarchwatch.org/>

### **Material de lectura para estudiantes jóvenes**

**Monarch and Milkweed (Monarca y Algodoncillo)** de Helen Frost, 2008 – 5 a 8 años

**Monarch! Come Play With Me (¡Monarca! Ven a jugar conmigo)** de Ba Rea – 6 a 12 años

**Monarch Magic!: Butterfly Activities & Nature Discoveries (Magia Monarca: actividades de la mariposa y descubrimientos de la naturaleza)** de Lynn Rosenblatt – 4 a 8 años

**Great Butterfly Migrations (Grandes migraciones de las mariposas)** de Laura Marsh, National Geographic, Readers, 2010 – de 8 años en adelante

**Monarch Butterfly (Mariposa Monarca)** por Gail Gibbons, 2011 - 8 a 10 años

**Hurry and the Monarch (Date prisa y la Monarca)** de Antoine O'Flatharta, 2005 – 4 a 10 años

**Monarch Butterflies Life Cycles (Ciclos de vida de la mariposa Monarca)** de Julie Murray, 2007 – 3-9años

### **Material de lectura para estudiantes mayores**

**Revista National Geographic**, artículo por Fred Urquhart, agosto, 1976.

**The Monarch Butterfly: International Traveler (La mariposa Monarca: viajera internacional)** de Dr. Fred Urquhart

**The Monarch Butterfly: Uniting a Continent (La mariposa Monarca: uniendo a un continente)** de Karen Oberhauser, Monica Missrie, Eduardo Rendon y Eligio Garcia Serrano, 2003

**Chasing Monarchs: Migrating with the Butterflies of Passage (Persiguiendo a las Monarca: migrando con las Monarca de paso)** de Robert M. Pyle, 1999

**Monarch Butterfly: A Wonder of Nature (Mariposa Monarca: una maravilla de la naturaleza)**, editado por Juan C. Morales y Salvador F. Crotte, publicado por Industria Photographique Mexiquense Editorial de C.V., 2008

**The Amazing Monarch: The Secret Wintering Grounds of an Endangered Butterfly (La maravillosa Monarca: las tierras secretas de hibernación de una mariposa en peligro)** de Windle Turley, 2010

**Learning from Monarchs – A Teachers Handbook (Aprendiendo de las Monarca: Manual para Maestros)** por Ba Rea, 2010

# **AGRADECIMIENTOS**

## **El Vuelo de las Monarca - Película en Megapantalla (IMAX)**

La película recibió apoyo sustancial de la Fundación Nacional de Ciencias de Estados Unidos (NSF). Uno de los objetivos de la NSF es alentar a los científicos incipientes a participar más activamente en el desarrollo de las ciencias, como resultado de ver películas como *El Vuelo de las Monarca* y de interactuar con los extensos materiales de su Paquete Educativo.

El Gobierno Federal de México y los estados de México y Michoacán también financiaron de manera importante el proyecto *El Vuelo de las Monarca*, como lo hicieron Coca-Cola Femsa y el Grupo Bimbo.

El proyecto es afortunado al tener a famosos científicos e investigadores de la mariposa Monarca, mundialmente reconocidos, como sus principales asesores:

- El Dr. Lincoln Brower es Profesor de Investigación de Biología en el Sweet Briar College. Comenzó a investigar a las mariposas Monarca en 1954 y fue el primer científico en confirmar que las mariposas Monarca están químicamente protegidas contra los pájaros. También utilizó etiquetas químicas en las Monarca para mostrar que las migrantes otoñales regresan de su hibernación en México a los estados costeros del Golfo la siguiente primavera.
- El Dr. Chip Taylor es el Fundador y Director de Monarch Watch y es profesor en el Departamento de Ecología y Biología Evolutiva de la Universidad de Kansas. Comenzó su carrera en agosto de 1969, y en 1974 estableció centros de investigación y dirigió estudiantes en el estudio de las Abejas Africanas Neotropicales (abejas asesinas) en la Guayana Francesa, Venezuela y México. Monarch Watch constituye una extensión educativa fundamental, con sede en la Universidad de Kansas, que llega a más de 100.000 estudiantes y adultos que participan en actividades de etiquetado en el otoño. Además, involucra a Científicos Ciudadanos en proyectos de investigación a gran escala relacionados con la mariposa Monarca.
- La Dra. Karen Oberhauser es Profesora Asociada en el Departamento de Pesca, Vida Silvestre y Biología de la Conservación en la Universidad de Minnesota. Comenzó a estudiar a las Monarca en 1984 y es la Directora de Monarcas en el Salón de Clase, una organización dedicada a sentar sólidas bases para la comprensión de la biología de las mariposas Monarca y fomentar un interés en su conservación.
- El Dr. Steve Malcolm trabaja en la migración Monarca y el uso del algodóncillo en la Western Michigan University.
- El Dr. Barry Frost, un neurocientífico del departamento de Psicología de la Universidad de Queen en Kingston, Ontario, Canadá, compartió con el proyecto su experiencia y conocimiento en navegación y orientación.

Estas personas saben que todavía hay muchos descubrimientos por venir sobre la fascinante mariposa Monarca y están trabajando con una variedad de emocionantes y nuevos grupos científicos en los misterios que encierra este insecto. En algunos casos, la investigación sobre la mariposa arroja luz sobre otro insecto e, incluso, sobre el comportamiento humano.

Damos las gracias a Grant Bowers del Laboratorio Monarca de la Universidad de Minnesota, quien revisó el

primer corte de la película y ofreció un comentario muy útil, y a Don Davis por sus valiosos conocimientos. Don conocía bien a las Urquhart y etiquetó para ellos por muchos años. Sigue siendo un etiquetador activo y es miembro de la Junta de Monarch Watch. Agradecemos también a los otros científicos con quienes hablamos y cuyo trabajo de vanguardia conocimos durante la preparación de los Materiales Educativos de Extensión.

También atestiguamos con gratitud que muchos otros científicos están llevando a cabo una importante labor con relación a las Monarcas, especialmente el Dr. Steve Reppert y su equipo, en la Escuela de Medicina de la Universidad de Massachusetts, quienes trazaron el mapa del genoma de la Monarca en 2011. El fascinante trabajo del Dr. Reppert y otros han llevado y continuarán llevando a más descubrimientos asombrosos acerca de la Monarca en los años venideros.

Un considerable aporte provino de los científicos mexicanos que estudian a las mariposas Monarca y de los Departamentos del Medio Ambiente de Canadá, Estados Unidos y México, especialmente la Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas de México, que ha colaborado activamente para proteger a las mariposas Monarca.

Equipo de SK Films: Wendy MacKeigan, Escritora / Investigadora de Ciencias - *El Vuelo de las Monarca*, película en 3D; Amber Hawtin, Directora de Mercadotecnia / Extensión Educativa.

Las lecciones en esta Guía del Educador fueron adaptadas y actualizadas de: Oberhauser, KS 2007. *Monarcas y mucho más: un plan de estudios basado en insectos e investigación*. Las Monarca en el Salón de Clase, Universidad de Minnesota. Se utilizan con permiso del programa Las Monarca en el Salón de Clase.

Las actividades educativas de esta guía fueron adaptadas por Maureen Sullivan, Centro de Ciencias de Maryland, con la asistencia de Abby Goodlaxson, Bellomo Diane y Pete Yancone, Centro de Ciencias de Maryland. Diseño de la Guía del Educador por Kim Szondy, Pattik Kristin y Ilene Lundy, Centro de Ciencias de Maryland.

Contribuyeron al desarrollo del proyecto y a la extensión educativa: socios principales del museo, el Centro de Ciencias de Maryland y la Institución Smithsonian.

[www.flightofthebutterflies.com](http://www.flightofthebutterflies.com)

**SK Films**

