



Abejas Melíferas - La Clave para un Futuro Sostenible

Ashley Carter | Escuela Media

Descripción de la Unidad

Esta unidad de ciencias involucra a los estudiantes en el aprendizaje sobre polinizadores nativos y abejas melíferas, también en como el impacto de los humanos en su medio ambiente está provocando la disminución de sus poblaciones. A lo largo de esta unidad, los estudiantes participarán en lecturas/discusiones sobre el proceso de polinización, el papel vital que juegan las abejas en la polinización y como la industria agrícola local depende en gran medida de las abejas. Los estudiantes también aprenderán sobre el impacto humano en la Amazonía peruana, como los Maijuna utilizan prácticas de apicultura sostenible y como el conocimiento ecológico tradicional (TEK) podría ser implementado por agricultores y jardineros de Delaware.

Estándares del Contenido

1. Diseñar un método para monitorear y minimizar el impacto humano en el medio ambiente. ([MS-ESS3-3](#))
2. Definir los criterios y limitaciones de un problema de diseño con suficiente precisión para garantizar una solución exitosa, al tiempo que anticipa los impactos potenciales para las personas y el medio ambiente. ([MS-ETS1-1](#))

Objetivos y Resultados

1. Explicar la importancia del Conocimiento Ecológico Tradicional (TEK) y como aplicarlo a la agricultura comercial moderna.
2. Explicar por qué los pueblos Indígenas deben ser consultados y apoyados en sus esfuerzos de sostenibilidad.
3. Explicar por qué los polinizadores son importantes para el ecosistema local y su función en la agricultura.

Material de Apoyo

1. [DTI 2022 Unit](#)



Thank you to the Longwood Foundation for their support.



Delaware
Teachers
Institute

Título: Abejas Melíferas - La Clave para un Futuro Sostenible

Autora: Ashley Carter

*"No puedes salvar lo que no amas, y no puedes amar lo que no conoces" --
Heartland Conservation Alliance¹*

Introducción/ Justificación

La Escuela Intermedia Millsboro (MMS, por sus siglas en inglés) es una escuela intermedia pública en el Distrito Escolar de Indian River (IRSD, por sus siglas en inglés) en el Condado de Sussex, Delaware. Es una de las tres escuelas intermedias en el distrito y atiende a aproximadamente 750 estudiantes de los grados 6 a 8. El distrito escolar es el quinto más grande del estado, atiende a aproximadamente 10,700 estudiantes y es el distrito más grande del estado geográficamente, atendiendo a más de 360 millas cuadradas. Debido al gran área de servicio, los estudiantes viven en áreas tanto suburbanas como rurales.

El condado de Sussex está creciendo rápidamente en población a medida que la gente se muda al área para estar más cerca de la playa; como tal, el impacto del desarrollo puede observarse fácilmente, especialmente para aquellos que crecieron en el área. Aunque el desarrollo es rápido, el condado de Sussex siempre se ha enfocado en la agricultura/granja y la sostenibilidad; este enfoque también puede verse dentro del distrito. En MMS, más de 600 estudiantes participan cada año en una asignatura optativa de ciencias agrícolas, con temas que van desde plantas, animales, ciencias ambientales y ciencias de los alimentos. Además, más de 100 estudiantes cada año están fuertemente involucrados (competitivamente) en Future Farmers of America (FFA). El conocimiento y la experiencia que los estudiantes adquieren en MMS les permite elegir una trayectoria profesional al ingresar a la escuela secundaria; las áreas alineadas con las ciencias ambientales/agrícolas incluyen: energía y ingeniería agrícola, estructuras y ingeniería agrícola, ciencia animal, así como ciencia de plantas y horticultura.

Esta unidad está diseñada para ser enseñada como una extensión del aprendizaje después de completar la unidad de Amplify Education, Inc.© sobre "El Cambio Climático de la Tierra". En IRSD, la ciencia se enseña por disciplina y los estudiantes completan todos

¹Heartland Conservation Alliance. 2016. <https://www.heartlandconservationalliance.org/post/2016/03/10/you-cant-save-what-you-dont-love-and-you-cant-love-what-you-dont-know>.

los temas de Ciencias de la Tierra en el sexto grado. Esta unidad de Amplify incluye temas como: cambio climático, soluciones al cambio climático, energía en el sistema de la Tierra, así como cómo la actividad humana impacta el clima. Esta unidad podría extenderse e integrarse en las unidades de "Océanos, Atmósfera y Clima" y "Patrones del Clima" para crear continuidad en la extensión del aprendizaje, permitiendo a los estudiantes construir sobre conceptos durante todo el año.

Los estudiantes de la Escuela Intermedia Millsboro viven en un condado con profundas "raíces" en la agricultura, por lo que no es sorpresa que el Condado de Sussex se enorgullezca de la "agricultura". Casi la mitad de todas las tierras del condado están designadas como tierras de cultivo. Según el USDA, solo el Condado de Sussex tiene más de 780 granjas que suman más de 275,000 acres de tierras de cultivo, está entre los treinta condados más importantes en la nación para la producción agrícola, ¡y uno de los cien condados más importantes en la nación para la producción de vegetales! Aunque la mayoría de los cultivos que se cultivan en Delaware son cultivos de campo (es decir, soja y maíz para consumo animal), se estima que el 6-7% de todos los cultivos son cultivos básicos para consumo humano, que incluyen: manzanas, arándanos, melones, arándanos rojos, pepinos (para encurtir), melocotones, calabazas, fresas, calabazas, tomates y sandías. Resulta que todos estos cultivos básicos también dependen en gran medida de la polinización de las abejas melíferas. Según el Departamento de Agricultura de Delaware, aproximadamente 7,200 colonias de abejas locales (de Delaware) y unas 3,000 colonias adicionales de otros estados se utilizan anualmente para contribuir a la producción de \$30 millones de dólares en frutas y vegetales.

Muchos estudiantes en MMS nacieron y se criaron en el Condado de Sussex, y muchos tienen interés en la caza, la pesca, la cría/crianza de ganado y la agricultura. Aunque la agricultura y la caza son importantes en nuestro condado, los estudiantes también necesitan tener una apreciación por la sostenibilidad a largo plazo. La tierra de Delaware ha sido manipulada drásticamente con el tiempo tanto para la agricultura como para el desarrollo. Una de las razones principales por las que las poblaciones locales de abejas han disminuido es debido a la pérdida de hábitat para los polinizadores y al uso de pesticidas.² Sin embargo, las abejas melíferas no son la única especie en riesgo;

² Christopher Wade, Faith Kuehn, and Laura Mensch, "Managed Pollinator Protection Plan Delaware Department of Agriculture," Delaware Department of Agriculture (State of Delaware, September 2016),

actualmente, Delaware tiene 22 aves, 8 reptiles, 3 anfibios, 9 mamíferos, 7 peces, 7 moluscos y 31 insectos listados como "en peligro de extinción" por la División de Pesca y Vida Silvestre de Delaware.³ En 2017, una Fuerza de Tarea de Extinción Ecológica de Delaware encontró que casi la mitad de las plantas nativas de Delaware están amenazadas, o ya ausentes, y más de tres cuartos de los mejillones de agua dulce y una quinta parte de las especies de peces ahora están desaparecidos de nuestro estado. Además, más del treinta por ciento de las especies de reptiles, anfibios y libélulas están desaparecidas; sin mencionar que la población de aves de Delaware ha disminuido en un cincuenta por ciento en los últimos cincuenta años! Debido a la deforestación en el estado, casi el 40% de las especies de aves que dependía de la cobertura boscosa ahora son raramente observadas, o en muchos casos han desaparecido completamente de nuestro ecosistema.⁴

Al culminar esta unidad, los estudiantes habrán ganado un entendimiento de como los humanos afectan a las especies locales y al medio ambiente y serán capaces de conectar sus conocimiento con lo que esta pasando en la actualidad en la selva amazónica peruana, donde la deforestación, la minería y la caza ilegal están causando estragos en el medio ambiente. Además, los estudiantes podrán explicar la importancia de las abejas melíferas tanto para los Maijuna en la Amazonía peruana, como para los agricultores en Delaware. Por último, los estudiantes podrán explicar cómo el impacto humano puede conducir al cambio climático global y cómo la sostenibilidad puede ayudar a mitigar y superar algunos de estos obstáculos.

Objetivos de Contenido

Con la culminación de esta unidad, los estudiantes serán capaces de: explicar la importancia del Conocimiento Ecológico Tradicional (TEK) y cómo se puede aplicar universalmente, explicar por qué se debe consultar y apoyar a los Pueblos Indígenas en sus esfuerzos de sostenibilidad, explicar la importancia de las abejas melíferas en el

³ “Delaware's Endangered Species,” DNREC Alpha, August 6, 2020, <https://dnrec.alpha.delaware.gov/fish-wildlife/conservation/endangered-species/>.

⁴ Stephanie Hansen, “State Senator Stephanie Hansen, 10th Senate District,” Statewide Ecological Extinction Task Force & Delaware Native Species Commission, accessed October 2021, <https://documents.dnrec.delaware.gov/Admin/Documents/eefp-presentation-sen-hansen.pdf>.

ecosistema global y cómo juegan un papel integral en la agricultura, así como explicar cómo los agricultores y desarrolladores en Delaware podrían incorporar prácticas más sostenibles en su industria.

Antecedentes

Selva Amazónica

Las selvas tropicales son uno de los biomas más únicos de la Tierra, cubriendo menos del 6% de la superficie terrestre.⁵ A pesar de cubrir una zona tan pequeña, estas regiones son algunas de las más biodiversas del mundo. Se estima que estos bosques albergan 10 millones de diferentes especies de plantas, animales e insectos (más de la mitad de todas las especies conocidas⁶) y aún hay innumerables especies que no han sido identificadas. Algunas plantas que se encuentran en estas regiones no se pueden encontrar en ningún otro lugar del mundo; de hecho, se estima que el 25% de la medicina "occidental" tiene orígenes que se remontan a plantas de las selvas tropicales, ¡y eso solo al haber probado aproximadamente el 1% de las plantas de la selva tropical!⁷ Las selvas tropicales situadas cerca del ecuador tienen un clima constante que es tanto cálido (70-90°F), como húmedo. La humedad en estos bosques varía entre el (77-88%), y las selvas tropicales suelen recibir aproximadamente 150 pulgadas de lluvia anualmente, y cerca de una octava (1/8) de pulgada de lluvia diaria. Una de las características principales de las selvas tropicales es la cantidad y variedad de árboles que se pueden ver (~70% de las plantas en las selvas tropicales son árboles). En un estudio, los científicos en América del Sur encontraron que la biodiversidad de los árboles oscilaba entre 100-300 especies diferentes en varias parcelas de 2.5 acres de tierra. Debido a todas las plantas en estas regiones, no es sorprendente que contribuyan con un impresionante 40% del oxígeno de la Tierra.⁸

La selva tropical más grande del mundo, la Amazonía, cubre aproximadamente 2 mil millones de millas cuadradas en nueve países: Brasil, Bolivia, Colombia, Guyana, Ecuador, Guyana Francesa, Perú, Surinam, Venezuela; ¡esta área es aproximadamente del tamaño de los Estados Unidos continentales! Una búsqueda en Internet de fotos

⁵ Michael Gilmore, "Delaware Teachers Institute," *Delaware Teachers Institute*, (May 3, 2021).

⁶ Ibid

⁷ Christa Dillabaugh, "Delaware Teachers Institute," *Delaware Teachers Institute*, (May 10, 2021).

⁸ Giorgia Mocilnik, "An Exploration of Stingless Bees in the Peruvian Amazon," *New Worlder*, February 8, 2015, <https://www.newworlder.com/an-exploration-of-stingless-bees-of-the-peruvian-amazon/>.

comparando el tamaño de la selva amazónica versus los Estados Unidos arrojará algunas infografías geniales para compartir con los estudiantes.

Millones de especies de plantas, mamíferos, reptiles, anfibios e insectos llaman "hogar" a la cuenca del Amazonas. La selva amazónica captura una cantidad estimada de 90 a 140 mil millones de toneladas de carbono (~40% del dióxido de carbono mundial⁹), lo que ayuda a mitigar el cambio climático y produce oxígeno para nuestro ecosistema.¹⁰ Debido a las altas temperaturas y humedad, la Amazonía genera aproximadamente la mitad de su propia lluvia a través del constante ciclo de evaporación/condensación/precipitación. La Amazonía también es responsable de proporcionar lluvia hasta en el sur de Argentina; como tal, muchos países dependen del Amazonas para regular su clima.¹¹ Además, se estima que el 20% del agua de la Tierra atraviesa el Amazonas y desemboca en el océano a través del río Amazonas.¹² A partir de 2011, se estimaba que el 50% del Perú estaba cubierto por bosques tropicales, pero ese número disminuye rápidamente cada día.¹³ Este es un fenómeno preocupante porque la deforestación libera cantidades significativas de carbono, lo que puede conducir al cambio climático global.

La Selva Amazónica está en crisis. La tala, la agricultura industrial, la construcción de represas, la extracción de petróleo y otras formas de destrucción están poniendo en peligro la supervivencia de los grupos indígenas y están teniendo impactos dramáticos en los servicios ecosistémicos que sostienen la vida en todo el mundo.¹⁴ La tala ilegal es

⁹ Ibid

¹⁰ "Amazon," WWF (World Wildlife Fund), accessed November 20, 2021, <https://www.worldwildlife.org/places/amazon>.

¹¹ The World Bank, *The World Bank* (The World Bank, May 22, 2019), <https://www.worldbank.org/en/news/feature/2019/05/22/why-the-amazons-biodiversity-is-critical-for-the-globe>.

¹² Christa Dillabaugh, "Delaware Teachers Institute," *Delaware Teachers Institute*, (May 10, 2021).

¹³ Rocío Martínez, Jon Cox, and Roger Mustalish, *Ancestral Lands of the Ese'ejá: The True People* (West Chester, PA: Amazon Center for Environmental Education and Research (ACEER), 2017).

¹⁴ Nancy Trautmann and Michael Gilmore |, "The Maijuna: Fighting for Survival in the Peruvian Amazon," Environment & Society Portal, November 11, 2020, <https://www.environmentandsociety.org/arcadia/maijuna-fighting-survival-peruvian-amazon>.

quizás la más prevalente (el 80% de la deforestación en Perú es ilegal¹⁵), y está ocurriendo en todos los sectores: terrenos privados, parques nacionales y reservas/tierras ancestrales. Estas atrocidades se cometen sin la autorización previa de las comunidades indígenas, y a menudo se soborna a la policía local para que "mire hacia otro lado". Sin una supervisión adecuada, los documentos a menudo se falsifican, se toma más madera de la permitida y la selva circundante a menudo se ve comprometida debido a la negligencia y la codicia. En las tierras tribales de los Ese'Eja, más de una docena de árboles centenarios fueron talados en días sin conocimiento o consentimiento. Además de la adquisición de madera, un gran impulsor de la deforestación es la cría de ganado y otros desarrollos agrícolas. Cuando se eliminan vastas secciones de la selva tropical, su impacto en la biodiversidad es rápido; aves, anfibios, mamíferos, insectos, etc., se trasladan o pueden desaparecer permanentemente. Cuando desaparece la fauna de la que dependen los pueblos indígenas, ellos también comienzan a sufrir; la falta de recursos, la desaparición de las tierras ancestrales y el conocimiento tradicional (historias, lugares sagrados, tejido de canastas, fabricación de arcos y flechas, confección de telas, etc.) comienza también a desvanecerse.¹⁶

Los Maijuna

Los Maijuna son uno de los aproximadamente 379 grupos indígenas en la Amazonía¹⁷, y están ubicados en áreas remotas de la selva Amazonía peruana. Los pueblos indígenas, como los Maijuna, tienen una larga historia ancestral de vivir en un área particular; en este caso, los Maijuna viven en el noreste de Perú. Las cuatro comunidades, que suman menos de 500 personas, solo son accesibles por barco o una excursión de varios días a través de la selva tropical.¹⁸ A lo largo de los años, su población, cultura (por ejemplo, creencias e idioma) y conocimiento ecológico tradicional han disminuido debido a la

¹⁵ Geoff Gallice, "Delaware Teachers Institute," *Delaware Teachers Institute*, (April 26, 2021).

¹⁶ Rocío Martínez, Jon Cox, and Roger Mustalish, *Ancestral Lands of the Ese'ejá: The True People* (West Chester, PA: Amazon Center for Environmental Education and Research (ACEER), 2017).

¹⁷ Michael Gilmore, "Delaware Teachers Institute," *Delaware Teachers Institute*, (May 3, 2021).

¹⁸ Nancy Trautmann and Michael Gilmore |, "The Maijuna: Fighting for Survival in the Peruvian Amazon," *Environment & Society Portal*, November 11, 2020, <https://www.environmentandsociety.org/arcadia/majuna-fighting-survival-peruvian-amazon>.

colonización, hasta el punto de que actualmente están biológica y culturalmente en peligro.

Durante la última década, los Maijuna han hecho un esfuerzo concertado para recuperar el control de sus tierras. Debido a la excesiva tala, caza furtiva y minería, sus tierras ancestrales fueron funcionalmente destruidas y carecían gravemente de recursos naturales que una vez fueron vitales y abundantes. Para rehabilitar sus tierras ancestrales, los Maijuna decidieron que necesitaban crear un ingreso sostenible que se alineara con su visión para su tierra y las futuras generaciones.¹⁹ Los Maijuna se enorgullecen de vivir en una relación simbiótica con la tierra y se sostienen cazando (ciervos, monos y tapires), pescando (peces y caimanes), recolectando (frutas, nueces y plantas medicinales), así como cultivando y cosechando sus propios cultivos (plátano y yuca).⁸ En un esfuerzo por vivir de manera más sostenible, los Maijuna ya no talan árboles para cosechar miel y frutas; en cambio, crían sus propias colmenas y utilizan arneses para escalar palmeras y recolectar las hojas y frutas que necesitan.²⁰ También recolectan madera y fibras de palma de los bosques para construir sus hogares y construyen canoas y remos de troncos para su transporte.²¹

A pesar de sus mejores esfuerzos para preservar una forma de vida para las generaciones venideras, las tierras tribales de los Maijuna están actualmente amenazadas por el gobierno; hay planes en progreso para construir una gran vía a través del centro de sus tierras. Esta carretera no solo dividiría sus tierras tribales; crearía oportunidades para que otros exploten sus recursos naturales limitados y más valiosos, así como impactar

¹⁹ Elizabeth Benson, “Stingless Bees: Sustaining Land And People In The Amazon,” *Stingless Bees: Sustaining Land And People In The Amazon* (ACEER Foundation, September 15, 2021), <https://aceer.org/stingless-bees-sustaining-land-and-people-in-the-amazon/>.

²⁰ Nancy Trautmann and Michael Gilmore |, “The Maijuna: Fighting for Survival in the Peruvian Amazon,” *Environment & Society Portal*, November 11, 2020, <https://www.environmentandsociety.org/arcadia/mai-juna-fighting-survival-peruvian-amazon>.

²¹ “Aiming for Sustainability; Sustainability & Conservation in the Amazon- Resource Guides,” *Aiming For Sustainability* (The Morpho Institute, 2021), <https://morphoinstitute.org/wp-content/uploads/2021/03/4-Aiming-for-Sustainability-3.10.21.pdf>.

negativamente o destruir tierras culturalmente significativas/sagradas. A pesar de la ley peruana, no se consultó a los Maijuna sobre este proyecto. ²²

Conocimiento Ecológico Tradicional (TEK)

TEK es un conjunto evolutivo de conocimientos y prácticas que son adquiridos por los pueblos indígenas durante cientos o miles de años. Este conocimiento a menudo es específico para un lugar en particular e incluye una conexión directa con la tierra (plantas, animales, terreno, estaciones, etc.), e incluye un énfasis en las relaciones humanos-animales y humanos-tierra. Los ejemplos de este tipo de conocimiento incluyen, pero no se limitan a: caza, pesca, trampas, medicina, tejido, apicultura y agricultura. A menudo, la transmisión de conocimientos se transmite de una generación a otra mediante el uso de historias y prácticas (sombra). ²³

Los pueblos indígenas tienen conexiones culturales y prácticas con sus tierras y la vida silvestre (plantas y animales). Más recientemente, los Maijuna han comenzado a incluir la apicultura como parte de su conocimiento tradicional; la evidencia puede verse en sus canciones, danzas y cocina. Aunque el conocimiento de las especies de abejas y la recolección de miel ha sido parte de la cultura Maijuna desde hace mucho tiempo, el conocimiento de la apicultura ahora se está transmitiendo de abuelos a nietos. Este nuevo conocimiento tradicional ahora está asegurando un sustento sostenible para las futuras generaciones. ²⁴

Recientemente, ha habido una tendencia creciente en la utilización de estrategias similares en las prácticas científicas/agrícolas occidentales, ya que la sostenibilidad se está convirtiendo en una creciente preocupación. Por ejemplo, el Servicio de Pesca y Vida Silvestre de los Estados Unidos se asoció con los Chukotka, Inuit y otras comunidades indígenas para recopilar información sobre el hábitat y la población del oso polar (*Ursus*

²² Nancy Trautmann and Michael Gilmore |, “The Maijuna: Fighting for Survival in the Peruvian Amazon,” Environment & Society Portal, November 11, 2020, <https://www.environmentandsociety.org/arcadia/majuna-fighting-survival-peruvian-amazon>.

²³ “Traditional Ecological Knowledge for Application by Service Scientists” (U.S. Fish & Wildlife Service , February 2011), <https://www.fws.gov/nativeamerican/pdf/tek-fact-sheet.pdf>.

²⁴ Ibid

maritimus) para clasificar la especie como "amenazada" bajo la Ley de Especies en Peligro de Extinción.²⁵

La Importancia de las Abejas

Se estima que hay aproximadamente 20,000 especies de abejas en todo el mundo; Estados Unidos tiene aproximadamente 4,000 especies de abejas.²⁶ Las abejas se pueden encontrar en todos los continentes del mundo, excepto en la Antártida.²⁷ En los Estados Unidos, las abejas son el principal insecto polinizador de las plantas agrícolas²⁸; sin embargo, hay aproximadamente 200,000 especies diferentes de polinizadores responsables de la polinización de más de 180,000 especies de plantas diferentes.²⁹ Aunque las abejas melíferas, que fueron importadas de Europa, son responsables de la polinización de la mayoría de las plantas/cultivos en América, las abejas nativas son más eficientes, ya que están especializadas en recolectar polen de un tipo específico de planta.³⁰ Se estima que una abeja melífera puede visitar más de 2,000 flores en un solo día! Debido a su productividad, son la especie más comúnmente utilizada en la agricultura comercial y se utilizan con frecuencia en más de 100 cultivos cultivados en los EE. UU. Dos cultivos específicos (almendras y limones) dependen en gran medida (más del 90%) de la polinización de las abejas melíferas; estos cultivos contribuyen con más de \$15 mil millones a la economía de los EE. UU. anualmente.

La agricultura comercial no es lo único que las abejas polinizan; más del 90% de las especies de plantas silvestres/nativas en la Tierra dependen de la polinización para

²⁵ Ibid

²⁶ "What Is the Role of Native Bees in the United States?," What is the role of native bees in the United States? (U.S. Geological Survey, n.d.), https://www.usgs.gov/faqs/what-role-native-bees-united-states?qt-news_science_products=0#qt-news_science_products.

²⁷ "What Is the Role of Native Bees in the United States?," What is the role of native bees in the United States? (U.S. Geological Survey, n.d.), https://www.usgs.gov/faqs/what-role-native-bees-united-states?qt-news_science_products=0#qt-news_science_products.

²⁸ Ibid

²⁹ "We Need Bees" (Planet Bee Foundation, n.d.), <https://www.planetbee.org/why-we-need-bees>.

³⁰ Ibid

reproducirse.³¹ La polinización ocurre cuando los granos de polen de la parte masculina de la flor (anero) se transfieren a la parte femenina de la flor (estigma) dentro de la misma especie. Las flores son la parte de la planta que produce semillas, que contienen todo el material genético para producir una nueva planta. Este proceso generalmente ocurre cuando una especie de animal/insecto interactúa con las plantas (generalmente comiendo/recolectando polen o néctar). En el caso de las abejas, el polen se adhiere a los pelos de la abeja y, cuando la abeja visita otra flor, el polen de la primera flor puede caer y polinizar la segunda flor.³²



Abeja *Svastra petulca* con polen en los pelos del cuerpo

Crédito fotográfico: Anders Croft; USGS Bee Inventory and Monitoring Lab

Retrieved from <https://www.flickr.com/photos/usgsbiml/29627474321/>

Entonces, ¿por qué son las abejas tan importantes para nuestro ecosistema? Se estima que aproximadamente el 20%-45% de las especies nativas de abejas son especialistas en polen, lo que significa que ellas visitan solo una especie de planta. Si la abeja o la planta desaparecen, la relación simbiótica se destruye debido a la falta de polinización/reproducción. Sin estas abejas, un número significativo de especies de plantas podría desaparecer, incluyendo algunos de los cultivos de los que dependen los estadounidenses, como las calabazas/zapallos y el girasol.³³

³¹ Ibid

³² “What Is Pollination,” Forest Service Shield (U.S. Forest Service, n.d.), https://www.fs.fed.us/wildflowers/pollinators/What_is_Pollination/.

³³ “What Is the Role of Native Bees in the United States?,” What is the role of native bees in the United States? (U.S. Geological Survey, n.d.), https://www.usgs.gov/faqs/what-role-native-bees-united-states?qt-news_science_products=0#qt-news_science_products.

Actualmente, tanto las abejas nativas como las abejas melíferas están en riesgo de extinción, con muchas especies actualmente en peligro y algunas ya extintas. Las preocupaciones/riesgos comunes para la salud general de las abejas incluyen parásitos, patógenos, insecticidas, mala nutrición y cambio climático. Un estudio realizado entre 2008 y 2013 mostró una disminución de la población de abejas de aproximadamente el 23% en todo los EE. UU. ³⁴

Apicultura de Abejas Sin Aguijón en las Tribu Maijuna

Perú tiene muchas especies nativas de abejas que no tienen aguijón y aun así ellas producen miel. Las dos especies comunes que se mantienen son *Melipona eburnea*, o la abeja "pacucho" (rubia), y *Teragonica angustula*, o la abeja "ramichi". Estas especies son mucho más pequeñas que las abejas que vemos comúnmente en los Estados Unidos y no tienen aguijones. ³⁵ Si bien tanto las abejas "ramichi" como "pacucho" pueden considerarse dóciles, la "pacucho" es capaz de morder cuando se siente amenazada. ³⁶

Estas abejas suelen hacer sus colmenas de cera, barro y fibras vegetales, y la colmena se divide en dos secciones principales: una para la producción/almacenamiento de polen y miel, y la otra para la cría (larvas). La miel que producen estas abejas es de color claro, tiene una consistencia más delgada y líquida y huele a flores. Aunque tiene un sabor dulce, el sabor puede variar dependiendo de la temporada en que se cosecha y de qué

³⁴ "We Need Bees" (Planet Bee Foundation, n.d.), <https://www.planetbee.org/why-we-need-bees>.

³⁵ "Amazon Stingless Bees Honey," Slow Food Foundation, December 10, 2018, <https://www.fondazioneSlowFood.com/en/ark-of-taste-slow-food/amazonia-stingless-bees-honey/>.

³⁶ Giorgia Mocilnik, "An Exploration of Stingless Bees in the Peruvian Amazon," New Worlder, February 8, 2015, <https://www.newworlder.com/an-exploration-of-stingless-bees-of-the-peruvian-amazon/>.

plantas proviene el polen.³⁷ La miel de la abeja "ramichi" es muy apreciada por la calidad de la miel que produce.³⁸

En el pasado, se derribaban árboles enteros para acceder a las colmenas. Las colmenas luego se destruían cuando se apretaban/aplastaban para extraer la valiosa miel.³⁹ Hoy, en un esfuerzo por vivir de manera más sostenible, los Maijuna ya no talan árboles enteros cada vez que necesitan recolectar miel.⁴⁰ En su lugar, se lleva un solo árbol al pueblo, se extrae toda la colmena y se coloca en una caja de colmena, o pueden dividir una colmena que ya están gestionando. Esto permite que la colmena continúe creciendo y prosperando, y también permite una cosecha más fácil. En lugar de apretar la colmena, ahora utilizan una jeringa para extraer la miel sin comprometer la integridad de la colmena.⁴¹



Proceso de cosecha sostenible de la miel de una colmena usando una jeringa.

³⁷ “Amazon Stingless Bees Honey,” Slow Food Foundation, December 10, 2018, <https://www.fondazione Slow Food.com/en/ark-of-taste-slow-food/amazonia-stingless-bees-honey/>.

³⁸ Giorgia Mocilnik, “An Exploration of Stingless Bees in the Peruvian Amazon,” *New Worlder*, February 8, 2015, <https://www.newworlder.com/an-exploration-of-stingless-bees-of-the-peruvian-amazon/>.

³⁹ Christa Dillabaugh, “Delaware Teachers Institute,” *Delaware Teachers Institute*, (May 10, 2021).

⁴⁰ Nancy Trautmann and Michael Gilmore |, “The Maijuna: Fighting for Survival in the Peruvian Amazon,” *Environment & Society Portal*, November 11, 2020, <https://www.environmentandsociety.org/arcadia/maijuna-fighting-survival-peruvian-amazon>.

⁴¹ Christa Dillabaugh, “Delaware Teachers Institute,” *Delaware Teachers Institute*, (May 10, 2021).

Crédito Fotográfico: Brian Griffiths

Obtenido de: <https://morphoinstitute.org/wp-content/uploads/2021/03/4-Aiming-for-Sustainability-3.10.21.pdf>

Una familia Maijuna en promedio sobrevive con menos de dos dólares al día; la capacidad de una familia para tener su(s) propia(s) colmena(s) no solo proporciona un valor nutricional, sino que también puede proporcionar un medio para obtener ingresos adicionales.⁴² Cada colmena producirá aproximadamente un litro de miel al año; con múltiples colmenas, una familia puede comenzar a vender botellas de miel de dos onzas por unos pocos dólares cada una y ganar entre \$50 y \$500 anualmente. Dado que el costo de mantenimiento por colmena es mínimo, esto permite que la familia se beneficie directamente de la mayoría de los ingresos.⁴³ A las personas locales de la región también les gusta hacer bebidas con miel, así como también consumir miel con fines medicinales; los tratamientos incluyen problemas gastrointestinales, enfermedades respiratorias, pterigion y conjuntivitis.⁴⁴ Este simple cambio permite a los Maijuna vivir de manera más sostenible, ya que ya no necesitan participar en prácticas de caza o tala excesivas para obtener ingresos.⁴⁵ Algunos beneficios adicionales de las colmenas incluyen que aumentan el número de colonias de abejas locales y que se pueden colocar entre los cultivos.⁴⁶ Esta ubicación estratégica permite que las abejas recojan polen para su colmena, al tiempo que aumenta la polinización de los cultivos, lo que lleva a rendimientos de cultivos más grandes. Un estudio reciente encontró que el 80% de las

⁴² Christa Dillabaugh, “Delaware Teachers Institute,” *Delaware Teachers Institute*, (May 10, 2021).

⁴³ Ava Goodale, “Maijuna Beekeeping: An Interrupted Case Study on Community-Based Conservation” (The Morpho Institute, 2020), https://morphoinstitute.org/wp-content/uploads/2020/10/Morpho-Institute_Sustainable-Beekeeping-Case-Study_09232021.pdf.

⁴⁴ “Amazon Stingless Bees Honey,” Slow Food Foundation, December 10, 2018, <https://www.fondazione Slow Food.com/en/ark-of-taste-slow-food/amazonia-stingless-bees-honey/>.

⁴⁵ “Aiming for Sustainability; Sustainability & Conservation in the Amazon- Resource Guides,” Aiming For Sustainability (The Morpho Institute, 2021), <https://morphoinstitute.org/wp-content/uploads/2021/03/4-Aiming-for-Sustainability-3.10.21.pdf>.

⁴⁶ Elizabeth Benson, “Stingless Bees: Sustaining Land And People In The Amazon,” *Stingless Bees: Sustaining Land And People In The Amazon* (ACEER Foundation, September 15, 2021), <https://aceer.org/stingless-bees-sustaining-land-and-people-in-the-amazon/>.

especies de plantas tropicales necesitan polinización, y que una colmena tenía 78 tipos diferentes de polen en su interior. Un aumento en la polinización conduce a una mayor biodiversidad y un ecosistema más saludable para los Maijuna. Una de las especies de abejas sin aguijón más apreciadas es *Melipona refoventrist*; produce una miel muy valorada por su sabor y valor medicinal. Los Maijuna notaron que en áreas de tala ilegal excesiva, se producía un "bosque fantasma", o zona muerta carente de peces, caza e insectos. Hicieron la conexión de que la población de esta especie de abeja en particular se volvía vulnerable cuando ocurría la deforestación y podía utilizar su presencia como un indicador de la salud general del bosque.

Sostenibilidad Ambiental en Delaware: Por qué Importan las Abejas

Según el USDA, solo el condado de Sussex tiene más de 780 granjas que en total conforman más de 275,000 acres de tierra de cultivo, es uno de los treinta condados principales en la nación para la producción agrícola y uno de los 100 condados principales en la nación para la producción de vegetales. Aunque la mayoría de los cultivos que se cultivan en Delaware son cultivos de campo, se estima que el 6-7% de todos los cultivos en el estado son cultivos básicos para el consumo humano, que incluyen: manzanas, arándanos, melón, arándanos, pepinos (para encurtir), melocotones, calabazas, fresas, calabazas, tomates y sandías.⁴⁷ Todos estos cultivos también dependen en gran medida de la polinización de las abejas melíferas. Según el Departamento de Agricultura de Delaware, aproximadamente 7,200 colonias de abejas locales de Delaware, así como 3,000 colonias adicionales de fuera del estado se utilizan anualmente para contribuir a la producción de \$30 millones en frutas y verduras.⁴⁸

A partir de 2020, los cultivos de mayor volumen en Delaware son la soja y el maíz, que se utilizan principalmente como alimento para la industria local como engorde de pollos. El condado de Sussex es el mayor productor de soja al este de las Montañas Apalaches, y

⁴⁷ Ed Kee, "Delaware Agriculture - National Agricultural Statistics ...," United States Department of Agriculture National Agricultural Statistics Service (Delaware Department of Agriculture, 2011), https://www.nass.usda.gov/Statistics_by_State/Delaware/Publications/DE%20Ag%20Brochure_web.pdf.

⁴⁸ "Honeybees," Delaware Department of Agriculture - State of Delaware (Delaware Department of Agriculture, August 27, 2021), <https://agriculture.delaware.gov/plant-industries/honeybees/>.

se siembran/cosechan aproximadamente 150,000 acres de soja anualmente.⁴⁹ En un intento por optimizar los rendimientos de la soja, no es raro que los agricultores apliquen pesticidas (es decir, herbicidas, fungicidas, nematocidas e insecticidas) para minimizar/eliminar malezas, enfermedades, nematodos e insectos. Aunque la soja no depende de la polinización de las abejas, estas frecuentan estos cultivos en busca de néctar y polen. Los aerosoles directos y el "drift" (exceso de aerosol llevado por el viento) de los pesticidas pueden ser perjudiciales para las poblaciones de abejas. Una abeja que encuentra una gran fuente de néctar/polen en un campo contaminado no solo llevará ese contaminante de vuelta a la colmena, sino que también reclutará a otras abejas para que vengan a recolectar; esto aumenta aún más la carga de contaminantes en la colmena, poniendo en riesgo la salud de toda la colonia. Si la colonia colapsa, esto podría afectar negativamente los resultados de las plantas/cultivos dependientes de la polinización circundantes. Dado que aproximadamente un tercio de la dieta humana depende de cultivos que requieren polinización⁵⁰, se han desarrollado varias estrategias para ayudar a minimizar los efectos negativos de los pesticidas en los polinizadores; estas incluyen: la ubicación adecuada de la colmena, la comunicación directa entre los apicultores y los agricultores, la concienciación/educación sobre la importancia de los polinizadores, el seguimiento de las pautas adecuadas para el uso de pesticidas y el mantenimiento de los hábitats de los polinizadores.

Una de las herramientas más importantes de Delaware utilizadas para proteger a los polinizadores es el mapa "DriftWatch", que forma parte del programa BeeCheck. Los apicultores locales pueden registrarse en línea y registrar sus colonias de abejas, y los aplicadores de pesticidas pueden ver dónde están las colonias activas antes de rociar. Esta herramienta permite una mayor conciencia, así como permitir que las aplicaciones de pesticidas se realicen de una manera más educada. Aunque esta herramienta no puede eliminar completamente la posibilidad de deriva, puede reducir en gran medida el

⁴⁹ "2020 State Agriculture Overview," USDA/NASS 2020 State Agriculture Overview for Delaware (United States Department of Agriculture, National Agricultural Statistics Service), accessed November 20, 2021, https://www.nass.usda.gov/Quick_Stats/Ag_Overview/stateOverview.php?state=DELAWARE.

⁵⁰ "Best Management Practices (Bmps) to Protect Honey Bees and Other Pollinators in Soybean Fields," Honey Bee Health Coalition, February 15, 2020, https://honeybeehealthcoalition.org/wp-content/uploads/2020/03/HBHC_Soybean_022020.pdf.

riesgo.⁵¹ Con la capacidad de tener acceso abierto y directo a la información, las granjas pueden asegurarse de que no están rociando cultivos que actualmente están siendo polinizados; o, si la deriva podría ser un problema, pueden ponerse en contacto directamente con los apicultores para ver si es posible reubicar las colmenas, o si las colmenas están fuera del alcance de forrajeo. Esta sencilla medida voluntaria y gratuita podría minimizar o eliminar las muertes sustanciales por exposición a productos químicos, ayudar a mantener las reservas nutricionales de la colmena, garantizar la producción de crías y ayudar a mantener la salud general dentro de la colonia.⁵²

Otra forma de proteger a los polinizadores en Delaware es crear un hábitat biodiverso plantando árboles, arbustos y flores para el forrajeo; cada tipo de polen/néctar ofrece un nutriente único para las abejas. Las ubicaciones de hábitat óptimas incluyen bordes de campo, franjas de amortiguación, vías fluviales, carreteras secundarias, macetas, canteros y jardines establecidos. Dado que aproximadamente el 70% de las abejas nativas anidan en el suelo, es importante que las abejas tengan acceso a suelo bien drenado; sin embargo, otras especies prefieren anidar en casas de escarabajos, dentro de árboles vivos y muertos y debajo de montones de maleza.⁵³ También debe tenerse en cuenta que los nidos en el suelo podrían ser susceptibles al arado cuando se prepara la tierra antes de la siembra, así como la exposición directa a los nidos cuando el suelo se rocía con pesticidas. Una nota importante es que los campos de soja (uno de los principales cultivos de Delaware) a menudo se consideran "sin arado", lo que parece que podría proteger a las abejas que anidan en el suelo; sin embargo, esto luego exige que las malezas o el cultivo de cobertura se rocíen con herbicida antes de la siembra, lo que podría afectar directamente a las colmenas. En este caso, tener terreno cercano con cobertura vegetal podría ofrecer

⁵¹ "Delaware Managed Pollinator Protection Plan," Delaware Managed Pollinator Protection Plan (Delaware Department of Agriculture - State of Delaware, August 21, 2019), <https://agriculture.delaware.gov/pesticide-management/pollinator-protection-plan/>.

⁵² "Best Management Practices (Bmps) to Protect Honey Bees and Other Pollinators in Soybean Fields," Honey Bee Health Coalition, February 15, 2020, https://honeybeehealthcoalition.org/wp-content/uploads/2020/03/HBHC_Soybean_022020.pdf.

⁵³ Christopher Wade, Faith Kuehn, and Laura Mensch, "Managed Pollinator Protection Plan Delaware Department of Agriculture," Delaware Department of Agriculture (State of Delaware, September 2016), <https://agriculture.delaware.gov/wp-content/uploads/sites/108/2017/12/DelawarePollinatorPlan2016.pdf>.

un hábitat para las abejas en lugar del campo de cultivo.⁵⁴ Si el financiamiento para el hábitat es un problema, hay asistencia técnica y financiera disponible para ayudar con la instalación de cobertura de suelo, bordes de campo y setos.⁵⁵ Además, los propietarios de tierras podrían ser elegibles para recibir pagos u otros incentivos por crear y mantener un hábitat de polinizadores óptimo, que a menudo puede construirse en sus tierras no agrícolas.⁵⁶

Otros factores críticos para mantener el hábitat incluyen el uso apropiado de pesticidas y no rociar durante la temporada de floración de la planta. En el caso de campos abiertos, se debe minimizar el corte frecuente de césped, o es óptimo hacerlo en una temporada sin floración cuando las abejas están menos activas.⁵⁷ Cuando los agricultores utilizan todas estas medidas preventivas, recibirán beneficios directos e indirectos. Además de la reducción de la erosión del suelo y la mejora de la calidad del suelo y del agua, los agricultores podrían ver un aumento en la producción de soja. A pesar de que las abejas no requieren polinización, un entorno biodiverso y saludable ha demostrado que el aumento de la actividad de las abejas (polinización) puede aumentar los rendimientos del cultivo de soja en hasta un 18%. Este aumento en la producción de soja no solo lleva a mayores ganancias para el agricultor, sino que también significa que se necesitan importar menos cultivos a Delaware para apoyar la industria de alimentación de los pollos de engorde. Según el USDA, a pesar de tener 365,000 acres de maíz y soja en todo el estado, el suministro aún no es suficiente para satisfacer las demandas de las fábricas de pollos de engorde; se debe comprar comida fuera del estado. Al aumentar el

⁵⁴ “Best Management Practices (Bmps) to Protect Honey Bees and Other Pollinators in Soybean Fields,” Honey Bee Health Coalition, February 15, 2020, https://honeybeehealthcoalition.org/wp-content/uploads/2020/03/HBHC_Soybean_022020.pdf.

⁵⁵ Chris Bohinski, “Helping You Help Pollinators,” Natural Resources Conservation Service Delaware (United States Department of Agriculture, June 2018), <https://www.nrcs.usda.gov/wps/portal/nrcs/detail/de/newsroom/stories/?cid=nrcseprd1409215>.

⁵⁶ “Best Management Practices (Bmps) to Protect Honey Bees and Other Pollinators in Soybean Fields,” Honey Bee Health Coalition, February 15, 2020, https://honeybeehealthcoalition.org/wp-content/uploads/2020/03/HBHC_Soybean_022020.pdf.

⁵⁷ Christopher Wade, Faith Kuehn, and Laura Mensch, “Managed Pollinator Protection Plan Delaware Department of Agriculture,” Delaware Department of Agriculture (State of Delaware, September 2016), <https://agriculture.delaware.gov/wp-content/uploads/sites/108/2017/12/DelawarePollinatorPlan2016.pdf>.

rendimiento de los cultivos en Delaware, se ayudará a disminuir la huella ecológica del principal cultivo ganadero de Delaware.

Estrategias de Enseñanza

Enseño bajo la premisa de que el aprendizaje debe ser atractivo, divertido y despertar la curiosidad/pasión. También creo que la pasión y la emoción son contagiosas; si estoy apasionado por un tema que enseño, esa emoción se transmite a mis alumnos. Uno de los temas que me apasiona es la sostenibilidad ambiental; sin embargo, ese tema en sí mismo, puede que no sea lo suficientemente emocionante para impulsar el compromiso en el aprendizaje. La frase “No puedes salvar lo que no amas, y no puedes amar lo que no conoces.”⁵⁸ es lo que impulsa esta unidad. No puedo hacer que mis alumnos se entusiasmen con la sostenibilidad si no saben qué es, y no la aman. Por lo tanto, me estoy enfocando principalmente en las abejas, y cómo son utilizadas tanto por los Maijuna en la Amazonía peruana, como por los agricultores en Delaware. Los estudiantes son naturalmente curiosos acerca de la selva amazónica, y muchos de mis estudiantes están interesados en la agricultura. Al traer el Amazonas a Delaware, puedo aprovechar sus curiosidades/intereses, hacerlo relevante para su vida cotidiana, y luego usar eso para guiar la instrucción.

Habilidades del siglo XXI

Estas son habilidades que se consideran críticas para la preparación tanto para la universidad como para la carrera, y deberían utilizarse a lo largo de la educación K12 de un estudiante. Estas habilidades incluyen (pero no se limitan a): pensamiento crítico, resolución de problemas, colaboración, alfabetización (medios, tecnología, información, etc.), comunicación y responsabilidad social. Varias de estas habilidades están incluidas en la variedad de estrategias/actividades de aprendizaje incluidas a lo largo de esta unidad.⁵⁹

⁵⁸ (Heartland Conservation Alliance, 2016), <https://www.heartlandconservationalliance.org/post/2016/03/10/you-cant-save-what-you-dont-love-and-you-cant-love-what-you-dont-know>.

⁵⁹ Jenna Buckle, “A Comprehensive Guide to 21st Century Skills,” A Comprehensive Guide to 21st Century Skills, accessed November 2021, <https://www.panoramaed.com/blog/comprehensive-guide-21st-century-skills>.

Fenómeno de Anclaje

De acuerdo con los Estándares de Ciencia de la Próxima Generación (NGSS), cada unidad debe iniciarse utilizando un "fenómeno de anclaje", o un gancho que atraiga a los estudiantes con curiosidad natural. Para esta unidad, los estudiantes comenzarán viendo un video de abejas en su hábitat natural, recolectando polen, interactuando con su colonia, cosechando la colmena, etc.

3-2-1

Después de ver el video del fenómeno de anclaje, los estudiantes completarán este activador; los estudiantes escribirán tres cosas que ya saben sobre las abejas, dos cosas que encontraron interesantes en el video y una cosa que quieren aprender sobre las abejas. De acuerdo con Teacher Toolkit ⁶⁰, la estrategia brinda a los estudiantes un medio para registrar su comprensión y/o resumir el aprendizaje. Aunque esta actividad generalmente se reserva para un "boleto de salida", para evaluar la comprensión del aprendizaje, también se puede usar al comienzo de una lección como un "calentamiento" para evaluar el conocimiento actual de un tema, determinar si el conocimiento fundamental necesita ser cumplido, así como utilizar el interés/curiosidad de los estudiantes para impulsar la instrucción futura.

⁶⁰ “3-2-1” (The Teacher Toolkit, n.d.), <https://www.theteachertoolkit.com/index.php/tool/3-2-1>.

KWL

De acuerdo con Teacher Toolkit ⁶¹, esta estrategia de escritura es otra excelente manera de abrir o cerrar una lección y evaluar el aprendizaje de los estudiantes. Los estudiantes usarán esta estrategia durante nuestra lección sobre pesticidas, deriva y su impacto en las abejas. Los estudiantes completarán la sección "Saber" (K) y "Quiero saber" (W) antes de aprender el material. Al final de la lección, los estudiantes resumirán su aprendizaje en la sección "Aprendido" (L). Estos pueden usarse para dirigir una discusión grupal como formativa informal, o enviarse al maestro para una evaluación más detallada del aprendizaje de los estudiantes.

Organizador Gráfico

Los organizadores gráficos son una excelente manera para que los estudiantes visualicen relaciones o comparen/contrasten temas/información. Esta es también una gran herramienta para usar como andamiaje para el aprendizaje de los estudiantes y ayuda a los estudiantes a sentar una base de conocimiento que se puede usar en actividades futuras. Los estudiantes crearán un organizador gráfico para ayudar a comparar/contrastar TEK versus cómo se transmite la educación/conocimiento en sus propias vidas. Las consideraciones clave podrían incluir: cómo se adquiere el conocimiento, dónde se adquiere el conocimiento, temas de aprendizaje, consecuencias de la retención o pérdida del conocimiento, etc. Los estudiantes deben poder ver similitudes en la forma en que adquieren información/conocimiento; sin embargo, también nota varias diferencias.

Colaboración Entre Compañeros de Clase

El aprendizaje colaborativo implica que los estudiantes trabajen juntos en grupos para discutir conceptos o encontrar soluciones a un problema. Esta es una excelente manera para que los estudiantes asuman la tutoría entre compañeros, lo que les permite apropiarse de su aprendizaje y les da la autonomía para identificar y superar los conceptos erróneos individuales/de compañeros dentro de su grupo. El aprendizaje colaborativo puede conducir a un pensamiento de orden superior y conversaciones más profundas que la instrucción directa por sí sola; otros beneficios incluyen: autogestión,

⁶¹ "KWL" (The Teacher Toolkit), accessed November 2021, <https://www.theteachertoolkit.com/index.php/tool/kwl>.

responsabilidad, habilidades de liderazgo y mayores habilidades de comunicación/colaboración.⁶²

Rompecabezas

Esta es una estrategia de enseñanza colaborativa donde los grupos de estudiantes se dividen y cada estudiante se asigna a un grupo separado donde trabajarán para convertirse en "expertos" en su tema único. Una vez que se acabe el tiempo, todos los estudiantes volverán a su grupo original, siendo cada estudiante el "experto en la materia" en su tema. Luego, cada estudiante compartirá sus conocimientos con su grupo. Este método aumenta el compromiso y la responsabilidad de los estudiantes, y evita que una persona se haga cargo del grupo.⁶³

Movimiento y Aprendizaje

Las investigaciones han demostrado que el movimiento durante las lecciones no solo puede minimizar los movimientos inquietos y las interrupciones en el aula, sino que también beneficia el aprendizaje al aumentar la concentración y mejorar la memoria. Al involucrar múltiples sentidos a la vez, el aprendizaje puede volverse más concreto ya que se produce una mayor retención. Las investigaciones también muestran que el uso de juegos activos (aprendizaje kinestésico) también puede aumentar la atención y la retención.⁶⁴

Actividades de Clase

Ojo Espía Con Mi Ojo Polinizador

⁶² "Collaborative Learning" (Center for Teaching Innovation), accessed November 2021, <https://teaching.cornell.edu/teaching-resources/active-collaborative-learning/collaborative-learning>.

⁶³ Elliott Aronson, "Overview," The Jigsaw Classroom, accessed December 12, 2021, <https://www.jigsaw.org/>.

⁶⁴ Donna Wilson and Marcus Conyers, "Move Your Body, Grow Your Brain," Edutopia (George Lucas Educational Foundation, March 12, 2014), <https://www.edutopia.org/blog/move-body-grow-brain-donna-wilson>.

Esta actividad puede asignarse como tarea o completarse en clase. A los estudiantes se les dará un área de seis pies para observar durante aproximadamente 5 a 10 minutos al aire libre. Los estudiantes documentarán cuántos polinizadores ven dentro de este lugar (los estudiantes no necesitan identificar las especies). Es importante que los estudiantes tengan varias áreas para observar, con algunas áreas que tienen un mayor porcentaje/probabilidad de observar polinizadores. Los lugares a considerar son campos deportivos abiertos (a menudo rociados/mantenidos), campos de césped abiertos, cerca de plantas/arbustos con flores, setos, estacionamientos, etc. Al final de la actividad, los estudiantes deberían tener una mejor idea de dónde es más probable que haya polinizadores. que se encuentran, y si se observó una cantidad baja de polinizadores, identifique las posibles razones por las que no están presentes y proponga algunas ideas sobre cómo promover mejor los polinizadores en esas áreas.

Busy Bee Pollinators

Los estudiantes se dividirán en grupos/colmenas con el objetivo de actuar como abejas y recolectar la mayor cantidad de polen posible en un tiempo determinado (3-5 minutos). Los estudiantes solo pueden recolectar dos huevos a la vez antes de regresar a la colmena, y otra abeja (estudiante) sale a recolectar. El equipo que recolecta más polen gana; sin embargo, hay una advertencia de la que los estudiantes no están conscientes antes de la actividad. Una vez que se acaba el tiempo, el profesor revelará lo que significan las formas escritas en el huevo, explicará los valores de los puntos y cualquier impacto negativo. Antes de la actividad, se deberá dibujar una forma en el exterior de cada huevo de Pascua de plástico (los estudiantes no deberían saber qué significan las formas). Se deben utilizar cuatro colores; una forma representará 1 punto de polen, una segunda forma representará 2 puntos de polen, una tercera forma representará 3 puntos de polen, y una cuarta forma representará un pesticida por deriva, que quita 2 puntos por huevo. Si una colmena tiene cuatro o más huevos contaminados, la colonia perderá la mitad de sus miembros. Si una colmena tiene seis o más huevos contaminados, se perderá toda la colonia. El equipo cuya colonia sobreviva y tenga la mayor cantidad de puntos ganará el premio del panal (a determinar por el profesor). Algo a considerar por parte del profesor es cómo colocar los "huevos contaminados"; las opciones podrían incluir una distribución uniforme, o mantener los huevos expuestos a la deriva en una cierta ubicación del campo/área. Al final de la actividad, los estudiantes deberían ser capaces de explicar cómo la deriva de pesticidas puede impactar negativamente en la salud de la colonia.

Propuesta de Jardín de Polinizadores

Los estudiantes trabajarán en equipos de 4 a 6 estudiantes para diseñar una propuesta para un jardín de polinizadores. Trabajando con un presupuesto de \$200, los estudiantes investigarán y diseñarán un jardín destinado a atraer y apoyar a los polinizadores locales. Algunas opciones de diseño que los estudiantes pueden querer considerar incluyen: flores nativas, plantas/arbustos, hábitat/hogares de polinizadores, si el jardín será autosuficiente o necesitará atención/mantenimiento, si se usarán plantas anuales/perennes, si las plantas se ubicarán o distribuirse, y qué prácticas deben usarse para garantizar la salud general de los polinizadores. Los estudiantes deberán crear una presentación que no solo exponga su diseño, sino que también analice los beneficios de un jardín de polinizadores y las estrategias de mitigación que desarrollaron para garantizar la salud de las colonias cercanas. Además, los estudiantes también deberán crear un producto para compartir/mostrar durante su presentación, como un póster, un folleto, un modelo, etc. El mejor equipo en cada período de clase luego presentará su idea en persona (o en video) para vea si su diseño será elegido para un jardín de polinizadores en los terrenos de la escuela.

Recursos

Aronson, Elliott. n.d. "The Jigsaw Classroom." <https://www.jigsaw.org>.

Educator Resource: explains the value of using this strategy, and how to implement it in the classroom.

Benson, Elizabeth. 2021. "Stingless Bees: Sustaining Land And People In The Amazon." The ACEER Foundation. <https://aceer.org/stingless-bees-sustaining-land-and-people-in-the-amazon>.

Educator/Student Resource: great article about sustainable stingless beekeeping practices in Maijuna villages; includes photographs.

Bohinski, Chris. 2018. "Helping You Help Pollinators." Natural Resources Conservation Service Delaware. <https://www.nrcs.usda.gov/wps/portal/nrcs/detail/de/newsroom/stories/?cid=nrcseprd1409215>.

Educator Resource: ideas on how to help pollinators on unused/open land.

Buckle, Jenna. n.d. "A Comprehensive Guide to 21st Century Skills." Panorama Education. <https://www.panoramaed.com/blog/comprehensive-guide-21st-century-skills>.

Educator Resource: explains the importance of "21st century skills", and why implementation is so valuable to students.

Center for Teaching Innovation. n.d. "Collaborative Learning." Center for Teaching Innovation. <https://teaching.cornell.edu/teaching-resources/active-collaborative-learning/collaborative-learning>.

Teacher Resource: great resource on how to implement collaborative learning in the classroom, and how it benefits students.

Delaware Department of Agriculture. 2019. "Delaware Managed Pollinator Protection Plan." <https://agriculture.delaware.gov/pesticide-management/pollinator-protection-plan/>.

Teacher Resource: information and resources for protecting pollinators in Delaware via the "Delaware Managed Pollinator Protection Plan".

Delaware Department of Agriculture. 2021. "Honeybees." Delaware Department of Agriculture. <https://agriculture.delaware.gov/plant-industries/honeybees/>.

Teacher Resource: information and education resources about honeybees in Delaware; includes links to the "DriftWatch" program.

Delaware Department of Natural Resources and Environmental Control. n.d. "Delaware Wildlife Action Plan - DNREC Alpha." Delaware Department of Natural Resources and Environmental Control. Accessed October, 2021. <https://dnrec.alpha.delaware.gov/fish-wildlife/conservation/wildlife-action-plan/>.

Teacher Resource: link to Delaware's "Wildlife Action Plan", which covers steps to be made from 2015-2025.

Delaware Department of Resources and Environmental Control. n.d. "Delaware's Endangered Species - DNREC Alpha." Delaware's Endangered Species. Accessed November 12, 2021. <https://dnrec.alpha.delaware.gov/fish-wildlife/conservation/endangered-species/>.

Teacher Resource: list of Delaware's endangered species.

Dillabaugh, Christa. 2021. *The Morpho Institute: Discover New Tools and Techniques to Connect with Citizen Scientists and Bring the Amazon Home to Your Classroom*, Lecture presented at the Delaware Teachers Institute. Delaware: The Morpho Institute.

Teacher Resource: virtual presentation provided as part of the Delaware Teachers Institute.

G, Michael. 2021. "Rainforest Biome." Blue Planet. <https://www.blueplanetbiomes.org/rainforest.php>.

Teacher/Student Resource: great resource about the rainforest biome; includes links to relevant resources.

Gallice, Geoff. 2021. *Understanding the Large Intact Ecosystem and Biodiversity of the Amazon Rainforest, and the Major Challenges in Conservation*, Lecture presented at the Delaware Teachers Institute. Delaware: Alliance For A Sustainable Amazon.

Teacher Resource: virtual presentation provided as part of the Delaware Teachers Institute.

Gilmore, Michael. 2021. *Maps From the Forest*, Lecture presented at the Delaware Teachers Institute. Delaware: One Planet.

Teacher Resource: virtual presentation provided as part of the Delaware Teachers Institute.

Goodale, Ava. 2020. "Maijuna Beekeeping: An Interrupted Case Study on Community-Based Conservation." The Morpho Institute. https://morphoinstitute.org/wp-content/uploads/2020/10/Morpho-Institute_Sustainable-Beekeeping-Case-Study_09232021.pdf.

Teacher Resource: includes background information and lesson plans regarding sustainable beekeeping in Maijuna villages; also has links to valuable/relatable resources.

Hanson, Stephanie. 2017. "Statewide Ecological Extinction Task Force & Delaware Native Species Commission." Delaware.gov. <https://documents.dnrec.delaware.gov/Admin/Documents/eefp-presentation-sen-hansen.pdf>.

Teacher/Student Resource: slide presentation by Senator Stephanie Hanson regarding the findings/recommendations of Delaware's Ecological Extinction Task Force and Native Species Commission; includes useful infographics, photos of invasive species, and a link to see what native species are best for your area.

Heartland Conservation Alliance. 2016. <https://www.heartlandconservationalliance.org/post/2016/03/10/you-cant-save-what-you-dont-love-and-you-cant-love-what-you-dont-know>.

Teacher Resource: source of quote on title page.

Honey Bee Health Coalition. 2020. "Best Management Practices (Bmps) to Protect Honey Bees and Other Pollinators in Soybean Fields." https://honeybeehealthcoalition.org/wp-content/uploads/2020/03/HBHC_Soybean_022020.pdf.

Teacher Resource: lengthy resource (27 pages) geared towards farmers about best practices to protect honey bees/pollinators in soybean fields; does include links to other relevant resources.

Kee, Ed. 2011. "United States Department of Agriculture National Agricultural Statistics Service." United States Department of Agriculture National Agricultural Statistics Service. https://www.nass.usda.gov/Statistics_by_State/Delaware/Publications/DE%20Ag%20Brochure_web.pdf.

Teacher/Student Resource: summary report of growth/sales of commodity crops in Delaware.

Martinez, Rocio, Jon Cox, and Roger Mustalish. 2017. *Ancestral Lands of the Ese'ejá: The True People*. N.p.: Amazon Center for Environmental Education and Research.

Teacher/Student Resource: great "coffee style book" (lots of photos, and informative text) about the Ese'ejá in the Amazon rainforest, and how they are connected to their ancestral lands; includes information about TEK.

Mocilnik, Giorgia. 2015. "An Exploration of Stingless Bees in the Peruvian Amazon." *New Worlder*. <https://www.newworlder.com/an-exploration-of-stingless-bees-of-the-peruvian-amazon/>.

Teacher/Student Resource: informational reading about the stingless bee species found in the Peruvian Amazon, and how they create their hives; also a great resource for photos of stingless bees and their hives.

The Morpho Institute. 2021. "Aiming for Sustainability; Sustainability & Conservation in the Amazon- Resource Guides." <https://morphoinstitute.org/wp-content/uploads/2021/03/4-Aiming-for-Sustainability-3.10.21.pdf>.

Teacher Resource: lesson plan and resource guide for learning about the Maijuna, and sustainability in the Amazon rainforest; includes links to great video resources-- including the documentary "Guardians of the Forest".

OnePlanet, dir. 2016. *Beekeeping in the Amazon*. <https://youtu.be/Ca2kYBJN4tI>.

Teacher/Student Resource: informative video about stingless beekeeping by the Maijuna in the Peruvian Amazon.

Planet Bee Foundation. 2020. "Endangered Species Day." <https://www.planetbee.org/planet-bee-blog/endangered-species-day>.

Teacher Resource: introduction to “Endangered Species Day”, and the negative impact climate change has on bees.

Planet Bee Foundation. n.d. “We Need Bees.” <https://www.planetbee.org/why-we-need-bees>.

Teacher Resource: great resource for STEM lesson plans (K-12) about bees; these lessons were created specifically for hybrid learning; however they can be easily modified for in-person learning.

Slow Food Foundation. 2018. “Amazon Stingless Bees Honey.” <https://www.fondazione Slow Food.com/en/ark-of-taste-slow-food/amazonia-stingless-bees-honey/>.

Teacher/Student Resource: succinct information about stingless beehives and stingless bee honey in the Amazon rainforest.

Smith, Jerry. 2017. “Ecological Extinction Task Force: It's time to save Delaware's ecosystem.” Delaware Online. <https://www.delawareonline.com/story/news/2017/12/06/extinction-task-force/907075001/>.

Teacher/Student Resource: article summarizing the Ecological Extinction Task Forces findings/recommendations.

The Teacher Toolkit. n.d. “3-2-1.” <https://www.theteachertoolkit.com/index.php/tool/3-2-1>.

Teacher Resource: discusses how to use this check-in/check-out strategy with students in the classroom; includes an informational video, and templates to download.

The Teacher Toolkit. n.d. “KWL.” The Teacher Toolkit. Accessed November, 2021. <https://www.theteachertoolkit.com/index.php/tool/kwl>.

Teacher Resource: discusses how to use this writing strategy with students in the classroom; includes an informational video, and templates to download.

Trautmann, Nancy, and Michael Gilmore. 2020. “The Maijuna: Fighting for Survival in the Peruvian Amazon.” Environment & Society. <https://www.environmentandsociety.org/arcadia/maijuna-fighting-survival-peruvian-amazon>.

Teacher/Student Resource: informative article regarding the Maijuna, and their fight to maintain their way of life in the Peruvian Amazon.

United States Department of Agriculture, National Agricultural Statistics Service. n.d. "2020 State Agriculture Overview." USDA/NASS 2020 State Agriculture Overview for Delaware. Accessed October, 2021. https://www.nass.usda.gov/Quick_Stats/Ag_Overview/stateOverview.php?state=DELAWARE.

Teacher Resource: provides information about commodity crops, acres planted, crop value, yield, etc. of Delaware crops in 2020.

United States Geological Survey. n.d. "Do Native Bees Occur On Every Continent On the Planet?" https://www.usgs.gov/faqs/do-native-bees-occur-every-continent-planet?qt-news_science_products=0#qt-news_science_products.

Student Resource: short reading (64 words) explaining bees are on every continent except Antarctica.

United States Geological Survey. n.d. "How Many Species of Native Bees Are in the United States?" https://www.usgs.gov/faqs/how-many-species-native-bees-are-united-states?qt-news_science_products=0#qt-news_science_products.

Student Resource: short reading (246 words) about native bee species in the U.S.

U.S. Fish and Wildlife Service. 2011. "Traditional Ecological Knowledge for Application by Service Scientists." U.S. Fish and Wildlife Service. <https://www.fws.gov/nativeamerican/pdf/tek-fact-sheet.pdf>.

Teacher/Student Resource: great article about TEK (what it is, why it is important, and how working with Indigenous tribes can provide great value); could be modified/parsed down to make a user friendly student resource guide.

U.S. Forest Service. n.d. "What is Pollination?" U.S. Forest Service. https://www.fs.fed.us/wildflowers/pollinators/What_is_Pollination/.

Teacher/Student Resource: explains the process of pollination.

U.S. Geological Survey. n.d. "What Is the Role of Native Bees in the United States?" https://www.usgs.gov/faqs/what-role-native-bees-united-states?qt-news_science_products=0#qt-news_science_products.

Student Resource: short reading (176 words) about the importance of native bees in the U.S.

USGS Bee Inventory and Monitoring Lab. n.d. "USGS Bee Inventory and Monitoring Lab." <https://www.flickr.com/photos/usgsbiml>.

Teacher Resource: open source photographs of bees and pollinators to download and share.

Wade, Christopher, Faith Kuehn, and Laura Mensch. 2016. "Managed Pollinator Protection Plan Delaware Department of Agriculture." Delaware Department of Agriculture. State of Delaware. <https://agriculture.delaware.gov/wp-content/uploads/sites/108/2017/12/DelawarePollinatorPlan2016.pdf>.

Teacher/Student Resource: great resource about best management practices for landowners/farmers to utilize to protect bees; could be modified/parsed down to make a user friendly student resource guide.

Wilson, Donna, and Marcus Conyers. 2014. "Move Your Body, Grow Your Brain Incorporating exercise and movement throughout the school day makes students less fidgety and more focused on learning." Edutopia. <https://www.edutopia.org/blog/move-body-grow-brain-donna-wilson>.

Teacher Resource: discusses the physical/cognitive benefits of movement during learning.

The World Bank. 2019. "Why the Amazon's Biodiversity is Critical for the Globe: An Interview with Thomas Lovejoy." The World Bank. <https://www.worldbank.org/en/news/feature/2019/05/22/why-the-amazons-biodiversity-is-critical-for-the-globe>.

Teacher Resource: interview about why the Amazon's biodiversity can have global impacts (carbon/water cycles).

World Wildlife Fund. n.d. "Amazon." Accessed October, 2021. <https://www.worldwildlife.org/places/amazon>.

Teacher/Student Resource: full of information (facts, species, people, threats, etc.) about the Amazon rainforest; could be a fun “digital quest” to introduce students to the Amazon rainforest.

Apéndice: Implementando los Estándares del Distrito

Esta unidad incluye los siguientes Estándares de Ciencias de la Próxima Generación (NGSS)

MS-ESS3-3:

Aplicar principios científicos para diseñar un método para monitorear y minimizar el impacto humano en el medio ambiente. [Declaración de aclaración: los ejemplos del proceso de diseño incluyen examinar los impactos ambientales humanos, evaluar los tipos de soluciones que son factibles y diseñar y evaluar soluciones que podrían reducir ese impacto. Los ejemplos de impactos humanos pueden incluir el uso de la tierra (como el desarrollo urbano, la agricultura) y la contaminación (como la del aire, el agua o la tierra).]

MS-ETS1-1:

Definir los criterios y restricciones de un problema de diseño con suficiente precisión para asegurar una solución exitosa, teniendo en cuenta los principios científicos relevantes y los impactos potenciales en las personas y el medio ambiente natural que pueden limitar las posibles soluciones.

Conceptos Transversales:

Los patrones se pueden utilizar para identificar las relaciones de causa y efecto. Pequeños cambios en una parte de un sistema pueden causar grandes cambios en otra parte. Las relaciones de causa y efecto pueden usarse para predecir fenómenos en sistemas naturales o diseñados.

Conexiones con Ingeniería, Tecnología y Aplicaciones de la Ciencia:

Toda actividad humana se nutre de los recursos naturales y tiene consecuencias tanto a corto como a largo plazo, tanto positivas como negativas, para la salud de las personas y el entorno natural.

Documentos Adjuntos

1. Sinopsis
2. Mapa Enfocado en el Aprendizaje