



EDUCACIÓN
SECRETARÍA DE EDUCACIÓN PÚBLICA

Licenciatura en Enseñanza y Aprendizaje de la BIOLOGÍA

Plan de Estudios 2022

Estrategia Nacional de Mejora
de las Escuelas Normales

Programa del curso

Biodiversidad y Ecología

Tercer semestre

Primera edición: 2023

Esta edición estuvo a cargo de la Dirección General
de Educación Superior para el Magisterio
Av. Universidad 1200. Quinto piso, Col. Xoco,
C.P. 03330, Ciudad de México

D.R. Secretaría de Educación Pública, 2022
Argentina 28, Col. Centro, C. P. 06020, Ciudad de México

Trayecto formativo: **Formación pedagógica, didáctica e interdisciplinar**

Carácter del curso: **Currículo Nacional Base** Horas: **4** Créditos: **4.5**

Índice:

Propósito y descripción general del curso.....	5
Cursos con los que se relaciona.....	7
Dominios y desempeños del perfil de egreso a los que contribuye el curso	9
Estructura del curso.....	12
Orientaciones para el aprendizaje y la enseñanza	13
Sugerencias de evaluación.....	15
Unidad de aprendizaje I. Ecología de las comunidades	17
Unidad de aprendizaje II. Dinámica de un ecosistema.....	24
Unidad de aprendizaje III. Diversidad de ecosistemas: Distribución y conservación.....	32
Evidencia integradora del curso	40
Perfil académico sugerido.....	43
Referencias de este programa	45

Propósito y descripción general del curso

Propósito general

El estudiantado normalista explicará a la biodiversidad como un sistema en evolución constante, mediante el análisis de los patrones naturales que la conforman y los factores que provocan alteraciones en ella para reflexionar sobre su importancia y la responsabilidad que tiene el ser humano de garantizar el equilibrio de los ecosistemas y la permanencia de las especies.

Descripción

La diversidad biológica es el resultado de un proceso evolutivo que se ha dado a través de millones de años y que ha marcado la extinción y la permanencia de las especies. A lo largo de la historia evolutiva del planeta ha habido más especies extintas de las que han podido sobrevivir, esto debido a que la Tierra es un sistema dinámico y en constante cambio, lo que ha ocasionado que muchas especies no hayan podido adaptarse y finalmente se hayan extinguido. Lo anterior muestra la vulnerabilidad que presentan las especies ante escenarios naturales e impredecibles, sin embargo, en los últimos 200 años estos cambios han sido mucho más rápidos por la forma en que cohabita la especie humana con la naturaleza poniendo en manifiesto el desarrollo de una economía extractiva y a procesos productivos no sostenibles, junto a fenómenos climáticos que exacerban dichos efectos, lo que ha llevado a miles de especies más rápido a su desaparición.

Concientizar a las y los futuros docentes sobre el tema de biodiversidad es clave para entender los servicios que los ecosistemas nos proporcionan como alimentos, recursos, medicinas, de regulación del clima, de enfermedades, agua y servicios culturales como lo son valor estético entre otros. Además, independientemente de la utilidad que tengan para el ser humano, todos los seres vivos objetivamente tienen un valor intrínseco asociado por el hecho de existir. La biodiversidad es un concepto amplio y complejo, pero fundamental para toda la vida en el planeta, abarca a la diversidad de plantas, animales, hongos y microorganismos, hasta los ecosistemas que la conforman. Todo en nuestro planeta, incluidos nosotros, está interconectado y es interdependiente. Por eso, la biodiversidad es una enorme red biológica de organismos naturales, en la que cada uno cumple un rol que permite el correcto funcionamiento de toda la red.

México es un país megadiverso porque forma parte de un grupo de naciones poseedoras de la mayor diversidad de animales y plantas con casi el 70% de la diversidad mundial de especies (mamíferos, anfibios, reptiles, aves, etc.), esto debido a que en él confluyen una serie de elementos como el endemismo, la posición geográfica, la diversidad de paisajes, el aislamiento, en el caso de las islas, el tamaño del país y su historia evolutiva.

En cursos anteriores como en el de *Evolución* de primer semestre se abordaron temas que abonan al estudio de este curso como los procesos evolutivos (selección natural), la adaptación y la variabilidad, que son elementos centrales que permitirán al estudiantado generar explicaciones más completas y fundamentadas sobre los cambios que sufren los seres vivos, así como, las evidencias que sirven de soporte para dichas explicaciones. En el curso de *Organización molecular y celular de los seres vivos*, el estudiantado pudo analizar y comprender la importancia que tienen los cromosomas, genes y ADN, de manera general, para la continuidad de la vida. Finalmente, el curso de *Herencia y cambio* permitió generar explicaciones más estructuradas ya que es en este curso se ampliaron las explicaciones que dan sentido al proceso evolutivo en los seres vivos, a partir de argumentos genéticos relevantes para comprender la diversidad de adaptaciones que muestra la naturaleza.

El presente curso se organiza en tres unidades, en las que se plantean contenidos que se tratan de forma cada vez más detallada conforme se avanza en el desarrollo del programa.

La unidad de Aprendizaje I: Ecología de las comunidades está centrada en profundizar en el conocimiento de la complejidad que tienen los ecosistemas en su dinámica interna de la transferencia de materia y energía para que el estudiantado cuente con las bases para entender cuáles son las consecuencias ocasionadas en las comunidades, si no existe un equilibrio entre sus componentes; se pretende trascender el conocimiento que, en general se tiene sobre las relaciones existentes entre los organismos en términos de predador – presa como malo – bueno para que el estudiantado analice la importancia que tienen las adaptaciones que han permitido la supervivencia de los seres vivos.

En la unidad de Aprendizaje II: Dinámica de un ecosistema se profundizará, ahora en la interacción existente entre los factores bióticos y abióticos de los ecosistemas. La revisión de las cadenas alimentarias, las pirámides ecológicas, el flujo de energía y el estudio de los ciclos biogeoquímicos permitirá al estudiantado identificar la importancia de las interacciones existentes entre los mismos; elegir ecosistemas específicos permitirá identificar que los ciclos se presentan de forma conjunta y dependen unos de otros indudablemente por lo que las condiciones existentes en los ecosistemas facilitarán u obstaculizarán todos los procesos que ahí se realizan.

Finalmente, en la unidad de Aprendizaje III: Diversidad de ecosistemas: Distribución y conservación se hace énfasis en la biodiversidad, sus niveles, en las características que debe tener un país para considerarse como megadiverso (como es el caso de México), para concluir con aquellos factores que están provocando cambios ambientales propiciando el deterioro del planeta. Se concluye con el análisis de la Agenda 2030 de la Organización de las Naciones Unidas que plantea la necesidad de realizar cambios drásticos para no continuar con la contaminación, el cambio climático, la extinción de las especies, etc. que son aprendizajes prioritarios no solamente para docentes de Biología sino para todos los habitantes del planeta Tierra.

Cursos con los que se relaciona

Historia y Epistemología de la Biología, en este curso el estudiantado profundizó en el planteamiento de la ciencia como producto histórico social que se construye mediante el consenso de grupos de investigación que actualizan el conocimiento, por ello ambos cursos se articulan.

Organización molecular y celular de los seres vivos, debido a que en este curso se estudia la estructura básica de la vida proporciona antecedentes teóricos indispensables para el curso actual.

Evolución, este curso es un antecedente fundamental para Biodiversidad y Ecología dado que aborda aspectos esenciales sobre el proceso evolutivo de los seres vivos que, a partir del estudio sobre la herencia biológica, permitirá enriquecer dichas explicaciones sobre el origen y expresión de la diversidad biológica.

Herencia y cambio, este curso es un antecedente importante del curso de Biodiversidad y Ecología para comprender cómo los mecanismos que posibilitan variabilidad, el papel de la genética en los procesos de adaptación de los seres vivos que les permitirán una mejor comprensión de los procesos evolutivos.

Articulación curricular de la Biología en la educación obligatoria, permitió al estudiantado identificar los modelos teóricos y fenómenos biológicos más representativos en la enseñanza de la Biología en el nivel básico y medio superior, uno de ellos es la Biodiversidad, de ahí su relación.

Organismos unicelulares y multicelulares, como curso antecedente que explora una rama fundamental de la diversidad de la vida este curso permitirá que los conocimientos trabajados en ambos espacios complementen y enriquezcan las explicaciones del estudiantado a partir de considerar el estudio de los organismos unicelulares y multicelulares.

Organismos autótrofos pluricelulares, es un espacio curricular que recuperará los conocimientos de Biodiversidad y Ecología como fundamentos indispensables para comprender las diferentes teorías que explican el surgimiento de organismos autótrofos.

Organismos heterótrofos pluricelulares al igual que los cursos que le anteceden en este trayecto, pretende que el estudiantado normalista continúe con el estudio de estos organismos trascendiendo la descripción aislada de cada grupo promoviendo un ejercicio cognitivo de vinculación de los mismos, a partir de las aportaciones que, desde la genética, han permitido explicaciones con mayores fundamentos científicos.

Además, este espacio tiene una influencia directa con todos los cursos del trayecto formativo de práctica profesional, específicamente en los contenidos biológicos que serán promovidos en la educación básica y media superior.

Responsables del codiseño del curso

Este curso fue elaborado por las y los docentes normalistas Yadira León Grajales, Odete Serna Huesca y Gabriela Itzchel Salgado Jaramillo de la Escuela Normal Superior de México; y por las y los especialistas Rosa del Carmen Villavicencio Caballero de la AMC y Julio César Leyva Ruíz, Gladys Añorve Añorve, Sandra Elizabeth Jaime Martínez, María del Pilar González Islas y Leticia Guido Soria integrantes del Equipo de Diseño Curricular de la Dirección General de Educación Superior del Magisterio (DGESuM).

Dominios y desempeños del perfil de egreso a los que contribuye el curso

Perfil general

Conoce el marco normativo y organizativo del Sistema Educativo Mexicano, asume sus principios filosóficos, éticos, legales y normativos, identifica sus orientaciones pedagógicas, domina enfoques y contenidos de los planes y programas de estudio y es crítico y propositivo en su aplicación. Es capaz de contextualizar el proceso de aprendizaje e incorporar temas y contenidos locales, regionales, nacionales y globales significativos; planifica, desarrolla y evalúa su práctica docente al considerar las diferentes modalidades y formas de organización de las escuelas. Diseña y gestiona ambientes de aprendizaje presenciales, híbridos y a distancia, respondiendo creativamente a los escenarios cambiantes de la educación y el contexto; posee saberes y dominios para participar en la gestión escolar, contribuir en los proyectos de mejora institucional, fomentar la convivencia en la comunidad educativa y vincular la escuela a la comunidad.

Cuenta con una formación pedagógica, didáctica y disciplinar sólida para realizar procesos de educación inclusiva de acuerdo al desarrollo cognitivo, psicológico, físico de la población joven y adolescente, congruente con su entorno sociocultural; es capaz de diseñar, realizar y evaluar intervenciones educativas situadas mediante el diseño de estrategias de enseñanza, aprendizaje, el acompañamiento, el uso de didácticas, materiales y recursos educativos adecuados, poniendo al estudiante en el centro del proceso educativo como protagonista de su aprendizaje.

Produce saber y conocimiento pedagógico, didáctico y disciplinar, reconoce y valora la investigación educativa y la producción de conocimiento desde la experiencia; sabe problematizar, reflexionar y aprender de la práctica para transformarla; ha desarrollado dominios metodológicos para la narración pedagógica, la sistematización y la investigación; está preparado para crear, recrear e innovar en las relaciones y el proceso educativo al trabajar en comunidades de aprendizaje e incorporar en su quehacer pedagógico teorías contemporáneas y de frontera en torno al aprendizaje y al desarrollo socioemocional.

Ejerce el cuidado de sí, de su salud física y psicológica, el cuidado del otro y de la vida; tiene capacidad y habilidades para comunicarse de forma oral y escrita en lenguas nacionales y adquiere dominios para comunicarse en una lengua extranjera así como en otros lenguas y sistemas de comunicación alternativos para la inclusión; es capaz de expresarse de manera corporal, artística y creativa y promueve esa capacidad en los estudiantes; utiliza las herramientas y tecnologías digitales, para vincularse y aprender, comparte lo que sabe, impulsa a sus estudiantes a generar trayectorias personales de aprendizaje y acompaña su desarrollo y maduración como personas.

Perfil profesional

Muestra dominio del campo disciplinar de la Biología al promover una alfabetización científica que favorece su participación docente en diversos contextos.

Argumenta la Teoría celular, las Leyes de la genética y la Teoría de la evolución como los pilares que permiten que la Biología sea considerada como ciencia y las aplica como herramientas para gestionar el aprendizaje y la enseñanza con adolescentes y jóvenes.

Reconoce los niveles en que se manifiesta la biodiversidad como resultado del proceso evolutivo (genes, ecosistemas, especies y poblaciones).

Comprende la importancia de las interacciones comunitarias para mantener el funcionamiento adecuado de los ecosistemas, los cuales, a la vez, sostienen la salud, el bienestar y, en última instancia, la supervivencia de la humanidad.

Identifica, de manera continua, avances científicos y tecnológicos, en las Ciencias, que permiten a la humanidad, profundizar en el conocimiento de los seres vivos.

Valora los conocimientos de la Biología y su didáctica, así como las aportaciones que hacen otras disciplinas, y los utiliza al diseñar y gestionar transposiciones didácticas que abordan los contenidos curriculares especificados en los planes y programas de estudio vigentes en el nivel básico y medio superior.

Comprende los marcos teóricos y epistemológicos de la biología, sus avances y enfoques didácticos, para conformar marcos explicativos y de intervención eficaces, que: fortalecen la identidad de la población adolescente, potencian el aprendizaje de los contenidos vigentes en la educación obligatoria, así como de los avances científicos que ocurren vertiginosamente.

Maneja críticamente, con seguridad y fluidez tanto los temas de nivel básico y media superior, como los del campo disciplinario de la Biología, lo que le permite comprender la secuencia y gradualidad con la que se presentan los contenidos de la Biología en la educación obligatoria.

Valora formativamente los avances y aprendizaje alcanzados por el alumnado, de acuerdo con la especificidad de la Biología, y utiliza los resultados de la evaluación en el análisis, reflexión y mejora su práctica profesional.

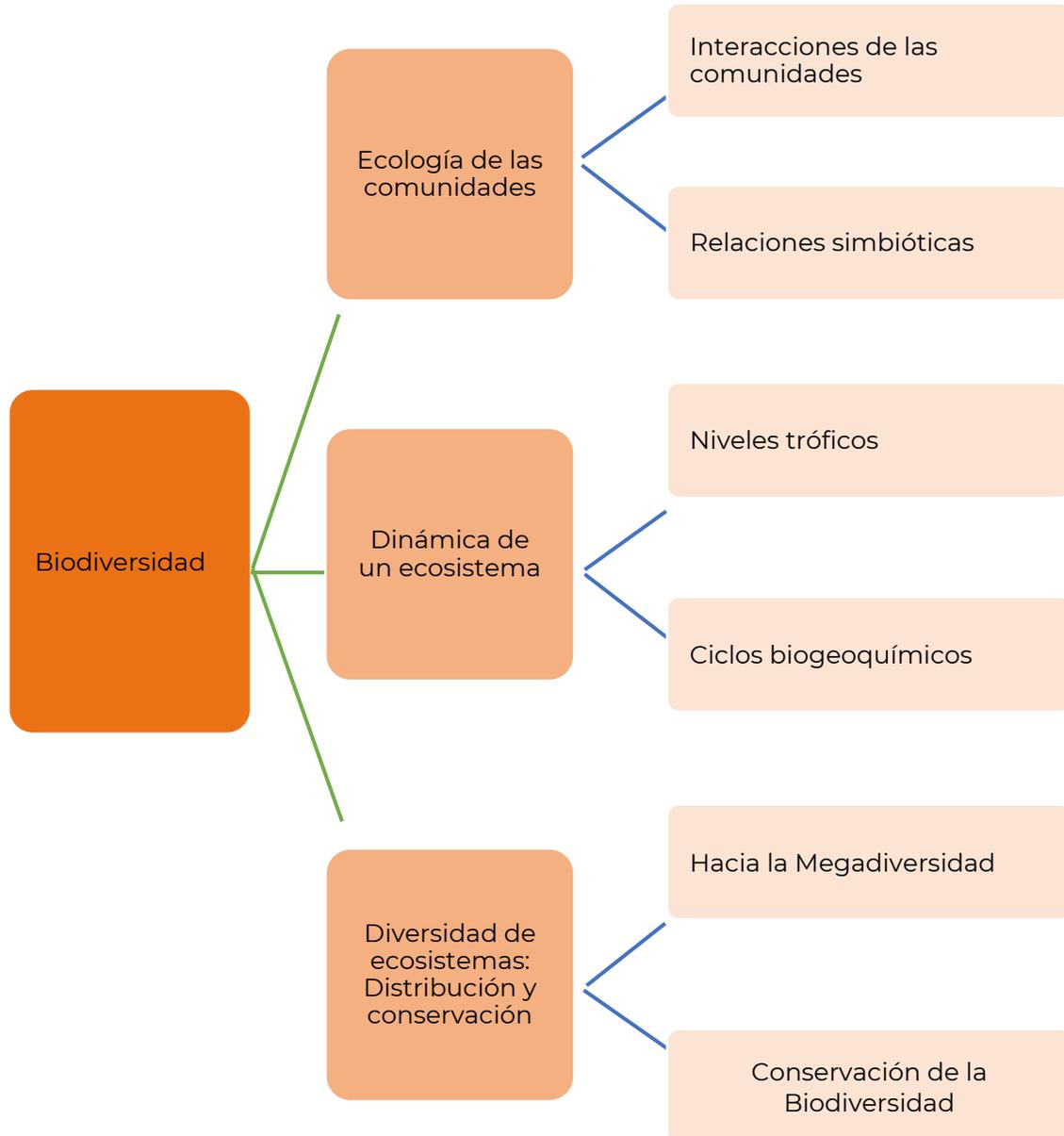
Utiliza la coevaluación, autoevaluación y la heteroevaluación como estrategias para monitorear el aprendizaje, considerando tanto el tipo de saberes como las características de cada adolescente y joven, con objeto de hacer realimentaciones o devoluciones oportunas en un clima de confianza y respeto.

Utiliza la innovación y los avances tecnológicos en la educación, como parte de su práctica docente para favorecer el pensamiento científico y el desarrollo integral de cada adolescente y joven que atiende.

Implementa estrategias innovadoras para promover el aprendizaje autónomo de la Biología en el alumnado, frente a situaciones adversas utilizando diversos medios y herramientas digitales.

Reconoce las culturas digitales y maneja pedagógicamente diferentes plataformas, de manera crítica, reflexiva y responsable, como herramientas que median y favorecen el desarrollo integral del alumnado, facilitan la investigación y la determinación de trayectorias de formación, actualización y desarrollo profesional.

Estructura del curso



Orientaciones para el aprendizaje y la enseñanza

Para el desarrollo de las actividades de este curso, se sugieren al menos tres reuniones del colectivo docente para planear y monitorear las acciones del semestre e incluso, acordar evidencias de aprendizaje comunes. Aunado a ello, se recomienda incluir en la práctica docente el uso de las tecnologías y el trabajo colaborativo, ya que permiten desarrollar de manera transversal los dominios y desempeños del perfil de egreso.

Las y los profesores a cargo podrán diseñar las estrategias pertinentes de acuerdo con los intereses, contextos y necesidades del grupo que atiende. No obstante, en este curso se presentan algunas sugerencias que tienen relación directa con los criterios de evaluación, los productos, las evidencias de aprendizaje, así como con el logro del propósito, con el fin de que al diseñar alguna alternativa se cuiden los elementos de la presente propuesta curricular.

El conductor de este espacio curricular deberá tener presente, en un primer momento, que este curso se vincula de manera muy cercana con los de Evolución y Herencia y cambio, dado que juntos exploran, desde distintas miradas, fenómenos como la biodiversidad y evolución, de ahí que sea necesario recuperar, integrar y articular los referentes teóricos estudiados en estos cursos para comprender los procesos que se promueven en Biodiversidad y ecología.

En un segundo momento, debe tomar en cuenta que el estudiantado normalista se encuentra en una etapa inicial de su formación profesional, por lo que será necesario ofrecerle un acompañamiento cercano que le ayude a ir integrando en su discurso y esquemas de pensamiento los diversos conceptos relacionados con la Biodiversidad; más aún, deberá ofrecerles un alto sentido de significatividad al aprendizaje, para lo que será necesaria la movilización interrelacionada de conceptos, habilidades y actitudes que permitan plantear acciones para la preservación de los ecosistemas y reducción de gases de efecto invernadero causas del aumento de la temperatura en el planeta. Para ello, se invita a utilizar un proceso crítico y reflexivo centrado en el diálogo entre teoría y práctica, cuyo punto de partida es el conocimiento que tenga el estudiantado sobre la enseñanza y aprendizaje de la Biología.

La construcción de productos favorece la transposición didáctica mediante diversas perspectivas metodológicas, al comprender que su implementación depende de múltiples factores, a saber: niveles de conocimiento, finalidades de la enseñanza por nivel, necesidades, motivaciones y la caracterización grupal.

Se sugiere promover actividades que retomen los conocimientos de las y los normalistas; sus saberes previos se explicitan a lo largo de todo el proceso de aprendizaje y no únicamente al inicio. Es primordial que se promueva el conflicto intelectual de diversas formas durante las sesiones de trabajo que se tienen consideradas para el desarrollo del curso.

Es tarea de cada docente responsable del curso propiciar el desarrollo de habilidades investigativas, analíticas, críticas y de razonamiento a partir de actividades estructuradas en las que los estudiantes se asuman como responsables de sus procesos de aprendizaje, el acompañamiento y la retroalimentación continua son cruciales para favorecer procesos metacognitivos, además de promover el diálogo, empatía, valoración de la interculturalidad, respeto a la diversidad y el bienestar en los distintos niveles de acción en los que se trabaje.

De acuerdo con la naturaleza del curso, es importante:

- Promover actividades experimentales que permitan el reconocimiento de los principales referentes teóricos desarrollados en el curso, ya sea en campo, visitas o laboratorio, a partir de las condiciones del contexto de la escuela normal donde se desarrolle el curso.
- Favorecer el desarrollo de habilidades investigativas sean documentales y/o de campo.
- Incluir sugerencias sobre los contenidos que pueden trabajarse con el uso de las Tecnologías digitales como simuladores de dinámica de ecosistemas, sitios web donde muestren el flujo de energía en las redes tróficas, etc.
- Rescatar los saberes locales sobre la dinámica de los ecosistemas, redes tróficas, ciclos biogeoquímicos y las prácticas socioculturales relacionadas con la preservación de ecosistemas y seres vivos de la zona.
- Proponer actividades que atiendan diferentes perfiles cognitivos y contextos de las Escuelas Normales.
- Proponer actividades de comprensión lectora y producción de textos de tal forma que las y los estudiantes desarrollen la literacidad.
- Plantear actividades, evidencias de aprendizaje y organizadores gráficos que impliquen desde el primero al octavo semestre avanzar en niveles de complejidad cognitiva.
- Evidenciar la forma en que el enfoque de inclusión, interculturalidad y perspectiva de género atraviesa el desarrollo del curso.
- Promover acciones de expresión oral y escrita para el desarrollo de habilidades lingüísticas.

Por otra parte, en caso de emergencia (pandemia, terremotos, incendios, inundaciones, entre otras) se recomienda optar por las microclases, para ello, podrán consultar el siguiente material: Mora, G. (2021). "Videoclases" para la formación docente. Revista Iberoamericana de Docentes. Recuperado de: <http://formacionib.org/noticias/?Videoclases-para-la-formacion-docente>.

Sugerencias de evaluación

Con objeto de favorecer el desarrollo de los dominios, el profesorado podrá diseñar las estrategias pertinentes a los intereses, contextos y necesidades del grupo que atiende.

El enfoque evaluativo del curso parte de la noción de evaluación centrada en los procesos más que en el producto, desde una función prioritariamente formativa para considerar los avances y dificultades que van expresando los estudiantes durante el desarrollo del curso. Para ello, será necesario promover la retroalimentación continua, la metacognición y la toma de decisiones por parte del estudiantado respecto a lo que sabe y no sabe sobre lo que se revisa en el curso.

Cada docente titular debe valorar la pertinencia de las actividades que propone también, para en caso de ser necesario pueda reorientar las tareas en función de las necesidades detectadas en el estudiantado; de tal forma que la evaluación no es sólo una tarea que realiza hacia el estudiantado, sino de los estudiantes frente a sus propios procesos (metacognición), del docente como acompañante de los procesos y el mismo frente a los procesos que propone.

Es necesario que cada docente fomente el aprendizaje del estudiantado por medio de estrategias que incentiven su interés, por lo tanto se recomienda hacer uso de criterios e instrumentos de evaluación acordes a los productos solicitados a lo largo del estudio del curso, se sugiere hacer uso de listas de cotejo que permitirán registrar los alcances y los propósitos alcanzados, así como del manejo de rúbricas acordes a las evidencias de cada unidad de Aprendizaje para la evidencia final es necesario evaluar bajo los criterios mencionados en el apartado anterior entre otros que el o la docente considere apropiado para su valoración.

Evidencias de aprendizaje

A continuación, se presenta el concentrado de evidencias que se proponen para este curso, en la tabla se muestran cinco columnas, que, cada docente titular o en colegiado, podrá modificar, retomar o sustituir de acuerdo con los perfiles cognitivos, las características, al proceso formativo, y contextos del grupo de normalistas que atiende.

Unidad de aprendizaje	Evidencias	Descripción	Instrumentos	Ponderación
Unidad I: Ecología de las comunidades	Explicación de un modelo de ecosistema del Caribe mexicano marítimo	Socialización de la representación elaborada en la que se explique la dinámica del ecosistema elegido	Rúbrica sobre características y dinámica del ecosistema representado	50%
Unidad II: Dinámica de un ecosistema	Explicación de los ciclos biogeoquímicos en un modelo de ecosistema específico.	Socialización de la representación sobre la interrelación de los ciclos biogeoquímicos en un ecosistema y su importancia en la naturaleza.	Rúbrica con los criterios solicitados para la estructuración del modelo	
Unidad III: Diversidad de ecosistemas: Distribución y Conservación	Álbum digital	Producto gráfico del trabajo realizado en la unidad sobre la biodiversidad observada	Rúbrica con los criterios de los elementos que integran el álbum	
Evidencia integradora	Feria de ciencias	Actividad conjunta con el curso de Organismos Autótrofos Pluricelulares	Rúbrica con los criterios que deben cubrir las actividades presentadas en este evento	50%

Unidad de aprendizaje I. Ecología de las comunidades

Presentación

El estudio de la Ecología implica actualmente un reto importante debido a la pérdida de biodiversidad causada principalmente por la especie humana, lo que ha ocasionado que la dinámica de los ecosistemas se altere y, como consecuencia, tengan lugar fenómenos ambientales como el cambio climático, escasez de agua a nivel mundial, desertificación de zonas tropicales, extinciones masivas, entre muchas otras que ponen en peligro la vida en la Tierra. De acuerdo con lo anterior, el estudio de la Ecología y su aplicación como ciencia generadora de conocimiento ambiental e información cultural en la que interviene la especie humana, el medio ambiente y la sociedad resulta de gran importancia.

En esta primera unidad se retoman conceptos abordados en cursos anteriores como lo son adaptación, población, autótrofos, heterótrofos, productores, descomponedores y las relaciones que establecen los hongos, bacterias y algas. Estos conceptos serán integrados junto con otros nuevos a partir de cuestionamientos y problemas donde se puedan apreciar la complejidad y dimensiones que comprende el estudio de la ecología, pero sobre todo, la forma en que un ecosistema está organizado con una estructura determinada en la que cada elemento que lo conforma desarrolla una función que permitirá reconocer que los ecosistemas no son entidades estáticas, al contrario, cambian a través del tiempo y mantienen un continuo proceso de transferencia de materia y energía, así su estudio adquiere una especial importancia en la búsqueda de explicaciones científicas como alternativa para comprender y resolver los problemas ambientales de la actualidad.

Propósito de la unidad de aprendizaje

El estudiantado comprenderá cómo se lleva a cabo la dinámica de las comunidades a partir de las relaciones que establecen con otras especies y el medio abiótico en diversos ecosistemas para valorar la importancia que tiene el mantenimiento del equilibrio ecológico.

Contenidos

-Interacciones de las comunidades:

- Hábitat y Nicho ecológico
- Depredador- Presa
- Mimetismo

-Relaciones simbióticas:

- Parasitismo

- Comensalism
- Mutualismo
- Coevolución (Polinización, por ejemplo.)

Estrategias y recursos para el aprendizaje y la enseñanza

Para comenzar esta unidad es importante retomar algunos conceptos abordados en cursos de semestres anteriores, como población y comunidad son relevantes, ya que ambos cambian constantemente de tamaño como resultado de varios factores como las muertes y migraciones, nacimientos e inmigraciones, entre otros vinculados a factores como la disponibilidad de alimento, las condiciones ambientales, los depredadores y la reproducción.

Se sugiere como primera actividad realizar algunos cuestionamientos que inviten al análisis como; ¿conoces algunos ejemplos de poblaciones?, ¿cuáles factores pueden afectar el aumento o la disminución de una población?, ¿qué es una comunidad? ¿qué diferencias existen entre una población y una comunidad? O algunas otras que cada docente considere adecuadas para conocer la información que manejan las y los estudiantes sobre estos conceptos. Con la finalidad de acercarlos a los procesos que se llevan a cabo en un ecosistema, se sugiere promover el intercambio y socialización de la información para analizarla de forma conjunta planteando nuevas preguntas sobre aquellos aspectos sobre los que se requiera profundizar más.

Retomando esta información generada en conjunto se puede plantear un problema de poblaciones invasoras. Como primer momento se sugieren algunos casos que vienen en la página de CONABIO, como, por ejemplo, la invasión del pez león (*Pterois volitans* (Linnaeus, 1758), donde es evidente la migración y la escasa disponibilidad de alimento para las especies nativas. Este ejemplo es uno de los muchos que existen en la República Mexicana y que cada docente puede adaptar a su entorno próximo.

Se recomienda que cada docente responsable del curso integre nuevos conceptos que permitan al estudiantado ir conociendo la dinámica de las poblaciones y las comunidades al percatarse cómo funcionan de manera integral puede plantear otros cuestionamientos como: ¿en este estudio caso cuáles son los factores abióticos que están afectando el nicho ecológico de las especies nativas?, ¿Cuáles son las estrategias que utilizan las especies nativas para evitar a sus depredadores?, ¿Cuáles fueron las condiciones climáticas que favorecieron el establecimiento de la población invasora en México?

Para finalizar esta actividad se sugiere proponer la realización de un organizador gráfico donde el estudiantado enfatice varios aspectos a los que se enfrenta, así como sus causas y consecuencias. Una vez terminados los organizadores pueden hacer una plenaria para promover que el estudiantado explique los conceptos abordados y de qué manera se vinculan con las preguntas de la actividad inicial.

Una vez abordados conceptos que permitan ir comprendiendo la dinámica de un ecosistema se sugiere al responsable del curso abordar la importancia de la depredación a partir del estudio de las cascadas tróficas para ayudar al estudiantado a comprender cómo la abundancia de unas poblaciones determina la abundancia de otras a lo largo de la cadena trófica y ejerciendo presión unas sobre otras provocando que cambien la abundancia poblacional.

Lo anterior se estudiará a partir de un modelo clásico: pirámide trófica (biomasa), en la cual no sólo se debe enfocarse en estudiarla desde la base donde es evidente la importancia de los descomponedores y su efecto en las demás poblaciones: la de los productores, consumidores y depredadores, sino también su estudio a partir de la importancia que ejercen los depredadores leyéndola de arriba hacia abajo. Se sugiere utilizar el siguiente texto “Depredadores tope y cascadas tróficas en ambientes terrestres” de Di Bitetti (incluida en las referencias bibliográficas de esta unidad) y es aquí donde la mirada sobre los depredadores debe quedar clara y cambiar su percepción ya que no solo matan a sus presas y son malos sino son responsables, en gran medida, de la estructura de los ecosistemas donde habitan. Sus efectos no solo se notan en la abundancia y el comportamiento de sus presas, sino que pueden amplificarse a través de las cadenas o tramas tróficas derivadas de los patrones de biodiversidad.

Para finalizar esta primera unidad se sugiere que las y los estudiantes lean un texto acerca de la relación que establece un hongo con un alga o cianobacteria (líquen), un ejemplo es el de “Biodiversidad de líquenes en México” de Herrera-Campos et al., (2014); después de revisar el texto, el estudiantado planteará cuestionamientos sobre el tipo de relación que se establece, los beneficios mutuos y las repercusiones de esta relación en la colonización. El profesorado podría hacer énfasis en aspectos como el biológico y el evolutivo.

Las y los estudiantes buscarán más ejemplos de este tipo de relaciones tanto de plantas, animales, bacterias, hongos, etc. Sería interesante profundizar en la polinización donde no solo las aves llevan a cabo este proceso llamado coevolución. Para la búsqueda de información se sugiere hacerlo en sitios confiables. Finalmente, dicha información sería un insumo para que, por equipo se redactara un breve texto de la relación simbiótica acompañada con una serie de preguntas de análisis y reflexión, este ejercicio sería intercambiado con los demás equipos para su contestación y posterior coevaluación.

La evidencia propuesta para esta unidad es un modelo de ecosistema, por ejemplo, un ecosistema caribeño mexicano marítimo en el que se encuentre representada su dinámica de forma integral, en el que se vean representados los aprendizajes logrados en el desarrollo de la unidad. Cada equipo explicaría al grupo su modelo y respondería preguntas o dudas sobre el mismo. Esta evidencia puede ser adaptada al entorno próximo del estudiantado, de acuerdo con sus necesidades e intereses.

Evaluación de la unidad

Evidencias de la unidad	Criterios de evaluación
<p>Explicación de un modelo de ecosistema caribeño mexicano marítimo</p>	<p>Saber</p> <p>Identifica los elementos que integran el ecosistema solicitado</p> <p>Señala las especies que habitan en él, la pirámide trófica, las especies invasoras, el papel que juegan los depredadores y las estrategias de mimetismo y de simbiosis que existen en el ecosistema, así como los factores abióticos se entrelazan con las comunidades presentes.</p> <p>Saber hacer</p> <p>Señala las interacciones que se presentan en</p> <p>Explica de manera fluida los elementos que integran el ecosistema dando importancia a las funciones de los predadores.</p> <p>Demuestra sus habilidades de comunicación social sobre el conocimiento científico de un ecosistema.</p> <p>Representa la dinámica del ecosistema haciendo énfasis en las relaciones existentes en un modelo o en un dibujo de buena calidad.</p> <p>Resuelve dudas de los demás a partir de la información que posee.</p> <p>Realiza procesos de transposición didáctica al comunicar sus ideas.</p> <p>Indaga en fuentes confiables de información.</p> <p>Ejemplifica los aspectos que considera relevantes en la dinámica del ecosistema que representa y utiliza los recursos que considera pertinentes para la explicación que realiza.</p> <p>Utiliza las TICCAD tanto en el proceso de preparación del modelo como en la socialización que realiza del mismo.</p>

Evidencias de la unidad	Criterios de evaluación
	<p>Desarrolla la expresión oral y escrita durante el proceso de construcción de la evidencia.</p> <p>Saber convivir</p> <p>Trabaja colaborativamente desde la inclusión, la empatía, la atención a la diversidad y la equidad de género.</p> <p>Regula su actuación al poner en discusión nuevas ideas e integrar otras que son producto de la interacción con los demás participantes.</p> <p>Coevalúa de forma respetuosa y creativa los trabajos de sus compañeras y compañeros</p> <p>Comparte sus aprendizajes y experiencias con el propósito de profundizar en sus aprendizajes.</p> <p>Actúa con ética al sistematizar información y al participar con sus pares.</p>

BIBLIOGRAFÍA

A continuación, se presenta un conjunto de materiales bibliográficos que son sugerencias por lo que podrán ser sustituidos por otros más actualizados.

Bibliografía básica

Abarca-Arenas, L., Valero-Pacheco, E., Delfín-Alfonso, C., Morteo-Ortiz, E., & Franco-López, J. (2022). Redes tróficas como herramienta para el estudio de la diversidad y complejidad de ecosistemas. *Revista mexicana de biodiversidad*, 93, <https://doi.org/10.22201/ib.20078706e.2022.93.4126>

Di Bitetti, M. (2008) Depredadores tope y cascadas tróficas en ambientes terrestres. *Ciencia Hoy*, 18(108), 32-41. <https://bit.ly/3OvNve3>

Domènech-Casal, J. (2020). Diseñando un simulador de ecosistemas. Una experiencia STEM de enseñanza de dinámica de los ecosistemas, funciones matemáticas y programación. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 17(3), 320201-320217. <https://bit.ly/3rQMhIW>

Esteve, P., & Jaén, M. (2013). El papel de los ciclos biogeoquímicos en el estudio de los problemas ambientales en Educación Secundaria. *Revista de Investigación en la Escuela*, 80, 77-88. <https://bit.ly/3DzAGdA>

Hernández, C., & González, R. (2021). Aprendizaje del concepto de red trófica. Un análisis desde el pensamiento lineal y sistémico. *Boletín Redipe*, 10(1), 272-289. <https://bit.ly/3DtY6Rz>

Herrera-Campos, Ma. Á., Lücking, R., Pérez-Pérez, R., Miranda-González, R., Sánchez, N., Bárcenas-Peña, A., Carrizosa, A., Zambrano, A., Ryan, B., & Nash III, T. (2014). Biodiversidad de líquenes en México. *Revista mexicana de biodiversidad*, 85 (Supl. ene), S82-S99. <https://doi.org/10.7550/rmb.37003>

Jaén, M., Esteve, P., & Baños González, I. (2018). Problemáticas ambientales en las que confluyen ciclos biogeoquímicos: propuesta para la educación secundaria. *Ápice. Revista de Educación Científica*, 2(1), 30-39.

León, J. D., González, M. I., & Gallardo, J. F. (2011). Ciclos biogeoquímicos en bosques naturales y plantaciones de coníferas en ecosistemas de alta montaña de Colombia. *Revista de Biología Tropical*, 59(4), 1883-1894.

Maldonado F., González F. y Jiménez M.P. (2007). Las ilustraciones de los ciclos biogeoquímicos del carbono y el nitrógeno en los textos de secundaria. *Revista Eureka de Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 4(3), 442-460. <https://revistas.uca.es/index.php/eureka/article/view/3786>

Rincón, M. E. (2011). Concepciones de los estudiantes de educación básica sobre ecosistema: una revisión documental. *Bio-grafía: escritos sobre la biología y su enseñanza*, 4(7), 77-93. <https://bit.ly/3QhhqJg>

Silva, L. (2018). Diseño de un material de enseñanza en formato digital con coherencia intracurricular: el caso de los ciclos biogeoquímicos (Tesis de Doctorado). Universidad de Huelva. <https://bit.ly/43Kb0p9>

Bibliografía complementaria

Luna, R., Castañon, A., & Raz-Guzmán, A. (2011). La biodiversidad en México: su conservación y las colecciones biológicas. *Ciencias*, 101(101), 36-43. <https://bit.ly/2LgKYEh>

Naeem, S., Chair, F., Costanza, R., Ehrlich, P., Golley, F., Hooper, D., Lawton, J., O'Neill, R., Mooney, H., Sala, O., Symstad, A., & Tilman, D. (1999). La biodiversidad y el funcionamiento de los ecosistemas: manteniendo los procesos naturales que sustentan la vida. *Tópicos en Ecología*, (4), 1-13. <https://bit.ly/44QU9ST>

Ríos, L., & Becerra, A. (2021). Transferencia de materia y energía en los ecosistemas: el caso de la modelización de redes tróficas. *Tecné, Episteme y Didaxis: TED*, (Número Extraordinario), 3026–3035. <https://bit.ly/3Ye54U0>

Salgado, L., & Arcucci, A. (2016). *Teorías de la evolución: Notas desde el sur*, Editorial UNRN. <https://bit.ly/3OaEyXf>

Videos

Alejo Mesa (12 de julio de 2020). Paraíso Submarino, Vida En El Arrecife De Coral. (Archivo de video) YouTube <https://www.youtube.com/watch?v=jXr7tdmj9i0>

Sr. Documentales (2020) GRANDES DOCUMENTALES EL CARIBE (DOCUMENTAL COMPLETO). (Archivo de video) YouTube. <https://www.youtube.com/watch?v=9zZ9zQGPEXc>

Sitios web

Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO). Biodiversidad mexicana. <https://www.biodiversidad.gob.mx/>

Unidad de aprendizaje II. Dinámica de un ecosistema

Presentación

En esta segunda unidad se dará continuidad a los temas que se abordaron en la primera en la que se sentaron las bases para iniciar el complejo funcionamiento de los ecosistemas, por lo tanto, se abordarán temas relevantes para la comprensión de este sistema dinámico que comienza a partir de cómo la energía que recibimos del sol fluye hacia todos los organismos en el intercambio de materia y energía; estas conexiones permiten comprender cómo se llevan a cabo las interacciones y relaciones dentro de un ecosistema.

Una representación más realista de las relaciones de consumo en los ecosistemas es a través de las redes tróficas que están interconectadas y son, una forma de conocer cómo la energía y los nutrientes se mueven a través de una comunidad ecológica de “quién se come a quién”. Los ciclos biogeoquímicos comprenden la trayectoria que siguen los distintos nutrimentos o elementos que forman parte de los seres orgánicos. Este tránsito ocurre dentro de las comunidades biológicas, tanto en los entes bióticos como en los abióticos que la componen.

Los nutrimentos han permanecido en el planeta Tierra donde se han reciclado una y otra vez su localización se encuentra en los componentes abióticos del ecosistema, como la atmósfera, la litósfera, los combustibles fósiles, los océanos. Los ciclos describen los recorridos de los nutrientes desde estos reservorios, pasando por los seres vivos, y volviendo a su reserva original, sin embargo, los humanos han utilizado estos nutrientes para satisfacer sus necesidades antropogénicas alterando las concentraciones y por ende, el equilibrio de los ecosistemas ocasionando consecuencias ecológicas devastadoras, un ejemplo de esto es el cambio climático causado por la quema de combustibles fósiles, la tala y quema de bosques que liberan a la atmósfera dióxido de carbono que al acumularse atrapa la radiación solar cerca de la superficie terrestre, causando una absorción mayor del calor y, por lo tanto, el calentamiento global.

Propósito de la unidad de aprendizaje

El estudiantado analizará las interacciones del flujo de materia y energía que se llevan a cabo en los ecosistemas mediante el estudio de redes tróficas y ciclos biogeoquímicos presentes en ecosistemas específicos que permitan comprender su importancia en el equilibrio, funcionamiento y alteración del ambiente.

Contenidos

- Dinámica de un ecosistema
 - o Niveles tróficos:

- Flujo de energía
- Redes alimentarias
- Pirámides ecológicas

-Ciclos Biogeoquímicos:

- Ciclo del agua
- Ciclo del Nitrógeno
- Ciclo del Carbono
- Calentamiento global, efectos en los ecosistemas

Estrategias y recursos para el aprendizaje y la enseñanza

En la unidad anterior se abordó el estudio de las poblaciones y las comunidades como sistemas que interactúan entre sí y con su ambiente mediante procesos simbióticos y es a partir de este momento donde se iniciará el estudio de cómo estos organismos al desintegrarse vuelven a ser parte del ciclo de energía y de nutrientes por medio de los ciclos biogeoquímicos. Las relaciones entre las especies y su medio resultan en el flujo de materia y energía del ecosistema.

Para iniciar se sugiere que con anterioridad se pida a las y los estudiantes que elijan algunos de los ecosistemas que se encuentran en el planeta Tierra, ya sea bosque tropical, desierto, arrecife de coral, etc., después se les pedirá indagar sobre de los organismos que habitan en este, así como, su tipo de alimentación (recordando tomar en cuenta todos los reinos) y elegir 6 o 7 representantes de cada uno.

Posteriormente se les pedirá que los ubiquen en el nivel que les corresponde de acuerdo con la pirámide trófica que se abordó en la unidad anterior; después con la indagación realizada, relacionarlos tomando en cuenta su alimentación, es decir comenzar a realizar una pequeña red trófica, la intención es que cada docente los lleve a identificar cómo ciertos organismos pueden ocupar más de un nivel trófico.

Algunas preguntas que pueden guiar la actividad pueden ser: ¿quién es un consumidor secundario?, ¿Cuántos consumidores secundarios identificas en tu esquema? ¿Cuántos niveles tróficos puede ocupar un organismo?, ¿Cómo se afectaría la red trófica si alguno de estos organismos desaparece?, también se puede ejemplificar con algún organismo que esté en peligro de extinción y analizar cómo la red de la cual forma parte se vería alterada si desapareciera.

Este ejercicio lo pueden socializar en el grupo para que puedan llevar a cabo el análisis de diferentes redes en distintos ecosistemas, también cada equipo puede diseñar un ejercicio que se comparta con otro y realizar una coevaluación.

Para continuar el estudio del flujo de energía en un ecosistema se sugiere utilizar el video “Pirámides tróficas” de Khan academy incluido en las referencias bibliográficas de esta unidad, al final de este, la persona responsable del curso podrá plantear algunos cuestionamientos que encaminen al estudiantado a identificar la ley del diezmo ecológico, así como las repercusiones si el flujo de energía se ve alterado en los ecosistemas. Algunas de estas preguntas guía pueden ser: ¿Qué entendiste por diezmo ecológico?, De acuerdo con la biomasa presente en un ecosistema ¿por qué debe haber un equilibrio en cada nivel de la pirámide? ¿Qué pasaría si se sobrepasara algún nivel?

Después de este análisis, se sugiere que el estudiantado indague sobre los tres tipos de pirámides ecológicas que existen, biomasa, número y energía y a partir de estas se solicitará que intercambien los números en los niveles de la pirámide, por ejemplo, pueden cambiar la cantidad de productores por la de consumidores primarios o por las de productores secundarios para que analicen y reflexionen cuáles serían los efectos en el ecosistema si aumentaran los consumidores secundarios y hubiera menos productores. Se sugieren preguntas que permitan seguir con el análisis sobre la importancia del equilibrio del flujo de energía a través de los ecosistemas y su repercusión ¿Cómo se alteraría la ley del diezmo ecológico al cambiar la cantidad de organismos en cada nivel?

Para dar respuestas más fundamentadas se sugiere que realicen la lectura de un texto de Ciencia UNAM “Por qué la ecología trófica marina está en riesgo por el cambio climático” para obtener, por parte del estudiantado, respuestas argumentadas y contestar esta última pregunta que requiere de la recuperación de varios saberes ¿Qué entiendes por equilibrio ecológico?

Para el estudio de los ciclos biogeoquímicos se retomarán las ideas previas sobre la función que tienen en los organismos los cuatro elementos (Carbono, hidrógeno, oxígeno y nitrógeno) a través de algunas preguntas que sean un reto para la y el estudiante, un ejemplo de esto es: ¿Por qué el nitrógeno es utilizado como uno de los elementos que se encuentran en los fertilizantes para plantas y/o cultivos?, ¿Qué función tiene el carbono y el nitrógeno en los seres vivos? ¿Dónde podemos encontrar el carbono en un organismo?, ¿Por qué altas cantidades de dióxido de carbono representa un peligro para la atmósfera?, ¿Qué relación existe la pérdida de bosque, el calentamiento global y el ciclo del agua? ¿Qué relación tiene el ciclo de agua con la formación de huracanes? ¿Qué relación tiene el ciclo de agua con la desertificación mundial?

Estas interrogantes serán respondidas a lo largo de esta última parte de la unidad 2. Para comenzar se sugiere indagar el ciclo de agua, aplicando criterios de búsqueda y selección de información en sitios confiables, se agregan algunas sugerencias en las referencias de esta unidad, un texto sugerido es “El ciclo hidrológico” del Organismo Operador Municipal de Agua Potable Alcantarillado y Saneamiento de Bahía de Banderas, Nayarit, en este no solo se abordan las fases del ciclo sino además se

proporcionan datos que apoyarán la reflexión sobre la importancia que tiene el agua en los ecosistemas.

Una vez realizada esta indagación se retomará la maqueta o esquema que haya elegido cada docente utilizar en la unidad I, en la cual el estudiante adecuará de acuerdo con el ecosistema trabajado el ciclo del agua ya que puede haber algunas diferencias en la influencia de los factores bióticos de acuerdo con los factores abióticos presentes en él. Finalmente, el estudiante integrará una explicación argumentada que explique no solo el ciclo del agua, sino que dé respuesta a las preguntas planteadas con anterioridad o a algunas otras que haya considerado cada docente, además de complementar con información específica de su ecosistema.

Esta serie de actividades, comenzando desde las preguntas, indagación y explicación se puede realizar con cada uno de los ciclos biogeoquímicos planteados en la unidad.

Como producto final de unidad se sugiere integrar los ciclos de agua, carbono y nitrógeno por equipo, pero ahora la maqueta que se utilizará será un parque, jardín o bosque más cercano en la cual integrarán la información obtenida a través de una explicación utilizando una o varias fotografías que armarán en un mosaico digital y que den cuenta de los saberes adquiridos.

Evaluación de la unidad.

Evidencias de la unidad II	Criterios de evaluación
<p>Explicación de los ciclos biogeoquímicos en un modelo de ecosistema específico.</p>	<p>Saber</p> <p>Identifica los procesos específicos de cada ciclo biogeoquímico presente en el ecosistema solicitado</p> <p>Señala las especies, los tres tipos de pirámides tróficas, los niveles tróficos y las relaciones existentes entre todos los elementos del ecosistema.</p> <p>Representa las relaciones existentes entre los ciclos biogeoquímicos.</p> <p>Saber hacer</p> <p>Explica las interacciones que se presentan entre los ciclos biogeoquímicos</p> <p>Expresa, de manera fluida, sobre en particular el ciclo del agua con las peculiaridades que presentan las condiciones del ecosistema elegido y los efectos que tiene en los seres vivos que ahí habitan.</p> <p>Demuestra sus habilidades de comunicación social sobre el conocimiento científico con el que explica la representación del ecosistema.</p> <p>Representa la dinámica del ecosistema seleccionado haciendo énfasis en la importancia del C, H, O y N, para el mantenimiento y equilibrio del mismo.</p> <p>Resuelve dudas de los demás a partir de la información que posee.</p> <p>Realiza procesos de transposición didáctica al comunicar sus ideas.</p> <p>Indaga en fuentes confiables de información.</p> <p>Ejemplifica los aspectos que considera relevantes en la dinámica del ecosistema que representa y utiliza los recursos que considera pertinentes para la explicación que realiza.</p>

Evidencias de la unidad II	Criterios de evaluación
	<p>Utiliza las TICCAD tanto en el proceso de preparación del modelo como en la socialización que realiza del mismo.</p> <p>Desarrolla la expresión oral y escrita durante el proceso de construcción de la evidencia.</p> <p>Saber convivir</p> <p>Trabaja colaborativamente desde la inclusión, la empatía, la atención a la diversidad y la equidad de género.</p> <p>Regula su actuación al poner en discusión nuevas ideas e integrar otras que son producto de la interacción con los demás participantes.</p> <p>Coevalúa de forma respetuosa y creativa los trabajos de sus compañeras y compañeros</p> <p>Comparte sus aprendizajes y experiencias con el propósito de profundizar en sus aprendizajes.</p> <p>Actúa con ética al sistematizar información y al participar con sus pares.</p>

BIBLIOGRAFÍA

A continuación, se presenta un conjunto de materiales bibliográficos que son sugerencias por lo que podrán ser sustituidos por otros más actualizados.

Bibliografía básica

Abarca-Arenas, L., Valero-Pacheco, E., Delfín-Alfonso, C., Morteo-Ortiz, E., & Franco-López, J. (2022). Redes tróficas como herramienta para el estudio de la diversidad y complejidad de ecosistemas. *Revista mexicana de biodiversidad*, 93, <https://doi.org/10.22201/ib.20078706e.2022.93.4126>

Domènech-Casal, J. (2020). Diseñando un simulador de ecosistemas. Una experiencia STEM de enseñanza de dinámica de los ecosistemas, funciones matemáticas y programación. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 17(3), 320201-320217. <https://bit.ly/3rQMhIW>

Esteve, P., & Jaén, M. (2013). El papel de los ciclos biogeoquímicos en el estudio de los problemas ambientales en Educación Secundaria. *Revista de Investigación en la Escuela*, 80, 77-88. <https://bit.ly/3DzAGdA>

Hernández, C., & González, R. (2021). Aprendizaje del concepto de red trófica. Un análisis desde el pensamiento lineal y sistémico. *Boletín Redipe*, 10(1), 272-289. <https://bit.ly/3DtY6Rz>

Jaén, M., Esteve, P., & Baños González, I. (2018). Problemáticas ambientales en las que confluyen ciclos biogeoquímicos: propuesta para la educación secundaria. *Ápice. Revista de Educación Científica*, 2(1), 30-39.

León, J. D., González, M. I., & Gallardo, J. F. (2011). Ciclos biogeoquímicos en bosques naturales y plantaciones de coníferas en ecosistemas de alta montaña de Colombia. *Revista de Biología Tropical*, 59(4), 1883-1894.

Maldonado F., González F. y Jiménez M.P. (2007). Las ilustraciones de los ciclos biogeoquímicos del carbono y el nitrógeno en los textos de secundaria. *Revista Eureka de Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 4(3), 442-460. <https://bit.ly/47b9rmU>

Pérez, I. (2021). Por qué la ecología trófica marina está en riesgo por el cambio climático. Ciencia UNAM-DGDC. <https://bit.ly/43KVOYQ>

Rincón, M. E. (2011). Concepciones de los estudiantes de educación básica sobre ecosistema: una revisión documental. *Bio-grafía: escritos sobre la biología y su enseñanza*, 4(7), 77-93. <https://bit.ly/3QhhaJg>

Silva, L. (2018). Diseño de un material de enseñanza en formato digital con coherencia intracurricular: el caso de los ciclos biogeoquímicos (Tesis de Doctorado). Universidad de Huelva. <https://bit.ly/43KbOp9>

Bibliografía complementaria

[Pozas, J. G. \(2015\). *Ciclos biogeoquímicos y la Hipótesis de Gaia*. Universidad Autónoma del Estado de México.](#)

Ramírez, D., & Rojas, N. (2020). *Influencia de la comunidad bacteriana en los ciclos biogeoquímicos del carbono y el nitrógeno en el ecosistema de manglar*. (Tesis de grado). Universidad Colegio Mayor de Cundinamarca. <https://bit.ly/3rUPYGW>

Ruiz Martínez, A. (2017). Estrategia didáctica para el aprendizaje de los ciclos biogeoquímicos desde la transdisciplinariedad. *Praxis & Saber*, 8(16), 105-132. <https://bit.ly/47dQ5xK>

Sitios web

Agua en el mundo <https://bit.ly/3rLxA3g>

Ciclos biogeoquímicos y cambios globales <https://bit.ly/479B93D>

El ciclo del agua <https://bit.ly/3qiOqWP>

Impacto de cambios a las pirámides tróficas. Khan Academy <https://bit.ly/3OCPkXF>

Redes tróficas <https://youtu.be/qrcEchCdOyw?t=41>

Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM) Ciclos Biogeoquímicos. Portal Académico del CCH. <https://bit.ly/455Mqjr>

Unidad de aprendizaje III. Diversidad de ecosistemas: Distribución y conservación

Presentación

En esta última unidad se iniciará el estudio de la biodiversidad reconociendo los niveles genético, ecosistémico y evolutivo que junto con la riqueza de especies desempeñan papeles cruciales en la conservación.

Se abordarán aspectos fundamentales para comprender la biodiversidad existente mediante el estudio de una serie de factores que otorgan las condiciones que permiten a las especies su adaptación y distribución en los ecosistemas mundiales. También se analizará porque México es uno de los pocos países que alberga la mayor parte de la biodiversidad en el planeta y que gracias a elementos como su tamaño, aislamiento geográfico, historia evolutiva, y sobre todo a su alto endemismo se considera parte de los países megadiversos. En el caso de México, la riqueza cultural con la cuenta ha sido fundamental para la conservación de los ecosistemas y también para la domesticación de animales y plantas, mediante la selección artificial para crear especies domésticas y con ello una multitud de razas como el maíz y frijol entre muchas más. La forma en que estas variedades han permanecido es explicada a partir de las tradiciones culturales que han pasado de generación en generación a lo largo de miles de años de la historia de la humanidad y que actualmente son parte de la biodiversidad cultural no solo de nuestro país sino de cada región del planeta Tierra.

Además, se reflexionará sobre cómo la pérdida de biodiversidad es causada por diversos factores, entre ellos podemos mencionar: la transformación de los hábitats naturales en áreas de monocultivo intensivo, así como la creciente demanda de recursos naturales como el agua y los combustibles fósiles, resultado del aumento exponencial de la especie humana ocasionando la explotación directa como la caza y la sobrepesca y el cambio climático, resultado de nuestro modelo de consumo ocasionando una crisis de extinción a la que los científicos llaman la sexta gran extinción.

Por último, al finalizar esta unidad el estudiantado podrá integrar los conceptos abordados en las tres unidades que con la intención de considerar finalmente al ser humano como parte de una red de conexiones que garantiza la vida en la Tierra y para que esta se mantenga varios factores deben estar en armonía, incluido el clima y la forma en que los seres vivos se relacionan entre sí y con el medio ambiente. Por eso, es importante que el estudiantado comience a transitar hacia una conciencia donde se dé valor a la biodiversidad recordando que el aire, el agua y el alimento necesarios para todos los organismos dependen de diversos servicios que la naturaleza presta y que se sustentan en la biodiversidad. Lo anterior sitúa al estudiantado como un ciudadano responsable último de la conservación de la biodiversidad con acciones individuales y colectivas que apoyen a transitar hacia una educación sustentable

dejando atrás políticas basadas en la explotación y consumo desmedido de los recursos naturales que puedan proteger la biodiversidad que aún estamos conociendo.

Propósito de la Unidad de Aprendizaje

El estudiantado explicará el valor evolutivo de la biodiversidad a través del estudio de su composición, estructura y función que permita reconocerla como una fuente de recursos esenciales para los seres vivos y cómo su pérdida causada principalmente por actividades antrópicas, pone en riesgo la extinción de todas las especies incluida la especie humana.

Contenido

Hacia la Megadiversidad
Biodiversidad (genética, de especies y ecosistemas),
Patrón de distribución de los biomas,
Factores que hacen de México un país megadiverso,
Conservación de la Biodiversidad,
Valor de la Biodiversidad,
Causas de la pérdida de la biodiversidad,
Conservación de la Biodiversidad

Estrategias y recursos para el aprendizaje y la enseñanza

En las dos unidades anteriores se han estudiado diversos temas que han permitido sentar las bases para dar explicaciones más completas y fundamentadas del intrincado funcionamiento de los ecosistemas.

En esta unidad se utilizarán los saberes adquiridos para comprender la dinámica que mantiene el equilibrio biológico del sistema planetario. Para comenzar se sugiere realizar una visita a un parque, área verde, jardín o si es posible realizar una visita a un bosque característico de su entorno para observar atentamente la diversidad de organismos que presenta ese lugar, como aves, insectos, plantas, etc., de los que tomarán fotos con su celular o cámara fotográfica porque serán los insumos para realizar posteriormente un álbum digital con la finalidad de crear un pequeño registro de la biodiversidad presente en el lugar. Para esta actividad se sugiere utilizar la aplicación Naturalista de la CONABIO, que apoyará la identificación de especies a través de su caracterización, ubicación y distribución geográfica, ya que utiliza la base de datos sobre biodiversidad más grande que existe en México.

En algún momento del recorrido el estudiantado trabajará de manera grupal contabilizando el número de organismos totales, cuidando que no se repitan. En este senderismo cada docente podrá retomar los contenidos de las unidades anteriores y relacionarlos con nuevos contenidos a través de algunas preguntas que no solo requieran de información, sino además de la observación cuidadosa de los componentes del ecosistema donde se encuentren, se sugieren las siguientes ¿Qué colores presentan los diferentes organismos de sus fotografías? ¿A qué se debe ese color?, ¿dónde estaba situado el organismo al tomar la foto? si encontraron organismos parecidos por ejemplo las hormigas, ¿Qué diferencias encuentran entre ellas, tamaño, forma de patas, ojos, etc.? ¿A qué crees que se deba esta variación?, ¿Argumenta por qué estos organismos están adaptados a su entorno?, Elige algún organismo fotografiado y analiza ¿qué pasaría si desapareciera? ¿Cómo se mide la biodiversidad?, ¿Cómo se distribuye la diversidad de especies?, ¿Cuántas especies hay en el mundo? ¿Qué es la biodiversidad?, ¿Cuántos niveles de Biodiversidad existen? y otras más que se consideren.

La idea central de esta actividad es entablar una plática cercana con el estudiantado en un entorno natural que permita no solo introducirlo al estudio de la biodiversidad sino además acercarlo a la experiencia de estar en contacto cercano con una gran variedad de organismos que pocas veces nos detenemos a apreciar.

Para las siguientes actividades se emplearán de manera simultánea mapas que apoyen el estudio de los factores que permiten la distribución de los ecosistemas, también cada docente puede apoyarse en otros materiales como globos terráqueos o mapas del Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI) que se encuentran en la web.

Para comenzar se pedirá al estudiantado que indague e identifique en un mapamundi, el ecuador, los trópicos y los círculos polares con la intención de ubicar las regiones climáticas y los países que se encuentran en ellas; a continuación, se sugiere dar lectura al texto: “Patrones de biodiversidad” del Instituto Nacional de Ecología a partir del cual identificará cómo influyen ciertos elementos abióticos como, las montañas, los vientos, etc., en la presencia de los seres vivos.

Para dar seguimiento ahora se les solicitará un mapa orográfico y otro de vegetación de la República Mexicana en donde se analizarán los elementos identificados en el texto. Se puede acompañar este ejercicio con cuestionamientos que obliguen al estudiantado a comparar, relacionar y analizar la información que se está generando.

Este análisis puede acompañarse con preguntas como las siguientes: ¿En qué líneas paralelas se encuentra México? ¿Por qué México es considerado un país tropical?, ¿Qué relación existe entre la orografía que presenta México y su vegetación?, ¿Cómo influyen los vientos en el tipo de organismos existentes?, ¿Cómo influyen los rayos de sol con respecto a la posición geográfica en la que se encuentra México? ¿Qué relación existe entre los tipos de vegetación y los climas de México?, ¿Qué factores

abióticos influyen en la diversidad de climas de México? Estas y otras preguntas pueden guiar la elaboración de un nuevo mapa donde se identifiquen e integren elementos las zonas orográficas, la vegetación, que permita al estudiante tener una visión completa de los patrones de biodiversidad que presenta México y que lo hace un país megadiverso.

Las consecuencias de la pérdida de Biodiversidad son evidentes, sin embargo es difícil darnos cuenta de la magnitud del problema ambiental que estamos viviendo; la siguiente actividad (se sugiere comenzar a trabajar en alguna unidad anterior, debido al tiempo que le puede generar al estudiante su realización) inicia conociendo si tienen algún familiar que viva en otro estado o inclusive en otro país, la idea es que les cuente si ha observado alguna perturbación natural cerca de donde vive, por ejemplo la tala de árboles, los ríos secos, la contaminación por medio de la basura en mares, ríos y muchas alteraciones más por causa del ser humano, este familiar se encargará de investigar qué sucedió para que ese medio natural ahora esté perturbado, es decir grabará un pequeño video (no más de 3 minutos) donde muestre el lugar y contará de manera breve los problemas que está enfrentando su comunidad y los cambios que ha observado, (pérdida de biodiversidad, desertificación, o algún otro). Por otro lado, el estudiante realizará una indagación sobre el problema ambiental presentado por su familiar, esto es, si es un problema de basura, deberá indagar sobre este tema y presentarlo ante sus compañeros, integrando el video corto enviado por su familiar.

La finalidad es comenzar a visualizar que los desastres ecológicos no son sólo locales sino mundiales y que las acciones que llevamos a cabo todos los días afectan a lugares muy lejanos. Esta actividad debe ser guiada por cada docente mediante el seguimiento de la indagación que esté realizando el estudiantado para que lo incentive a relacionar diversos temas relacionados con la pérdida de biodiversidad, como los micro plásticos, las redes fantasmas en los océanos, consumismo, etc.; de acuerdo con el problema que se está indagando se sugiere representarlo con un organizador gráfico como el diagrama de árbol donde se visualice el origen del problema, sus causas y consecuencias.

Una vez identificadas las causas sobre la pérdida de la Biodiversidad, se sugiere proyectar los siguientes videos: “La medicina depende de la biodiversidad mundial” y “La ciencia del cambio climático”; al finalizar cada docente podría plantear la siguiente pregunta para ser respondida y fundamentada por el estudiantado quien deberá hacer uso de la información abordada en las unidades anteriores ¿Cuáles son los efectos de la pérdida de la Biodiversidad en el ambiente y los seres vivos?, ¿Qué relación tiene el efecto invernadero en el calentamiento global? Una vez identificadas y registradas algunas de las respuestas, el estudiantado indagará un ejemplo de los servicios ecosistémicos que otorga la biodiversidad a todos los seres vivos, es importante que no solo se centren en aquellos beneficios para el ser humano.

Como actividad para abordar el tema de conservación se sugiere extraer los siguientes puntos de la agenda 2030, el propósito, las acciones a seguir por parte de

los gobiernos, las acciones educativas que se plantean, y la visión que maneja hacia un futuro sostenible. A partir de estos elementos el estudiantado debatirá qué tan posible es llevar a cabo lo que se plantea en la agenda 2030 de acuerdo con los contextos escolares en los que han practicado y finalmente deberán realizar una lista de acciones que de manera personal y como futuros docentes pueden realizar desde su aula.

Para dar cierre a esta unidad se sugiere retomar el álbum digital iniciado al principio en el que además de las fotografías se anexen mapas de la posición geográfica del lugar donde se llevó a cabo la observación y registro de los organismos encontrados, cómo los factores abióticos (orografía, hidrografía) influyen en el tipo de ecosistemas en los que habitan, con la explicación de los patrones de distribución de la biodiversidad, complementándolos con una explicación sobre sus hallazgos.

Evaluación de la unidad.

Evidencias de la unidad	Criterios de evaluación
Álbum digital	<p>Saber</p> <p>Identifica características de los organismos que habitan en un ecosistema específico.</p> <p>Señala las relaciones existentes entre los organismos y su entorno a partir de la observación,</p> <p>Expresa ideas sobre la importancia de mantener el equilibrio en los ecosistemas y las amenazas que existen en la sobrevivencia de los organismos.</p> <p>Identifica algunos de los factores que intervienen en los patrones de distribución de los organismos.</p> <p>Saber hacer</p> <p>Explica las relaciones existentes en el ecosistema elegido de manera holística dando cuenta de la complejidad existente en su funcionamiento.</p> <p>Señala la interrelación existente entre los factores abióticos específicos de un ecosistema a partir de los aprendizajes logrados hasta el momento.</p> <p>Argumenta de manera fundamentada las ideas que surgen a partir de la observación directa para señalar los hallazgos encontrados.</p> <p>Integra fuentes confiables y actualizadas en la indagación sobre los cambios en los ecosistemas.</p>

Evidencias de la unidad	Criterios de evaluación
	<p>Sistematiza el proceso de recopilación de evidencias, indagación, análisis y hallazgos para integrar un álbum con diversos elementos.</p> <p>Realiza procesos de transposición didáctica al comunicar sus ideas.</p> <p>Ejemplifica los aspectos que considera relevantes en la dinámica del ecosistema observado.</p> <p>Utiliza las TICCAD tanto en el proceso de preparación del modelo como en la socialización que realiza del mismo.</p> <p>Desarrolla la expresión oral y escrita durante el proceso de construcción de la evidencia.</p> <p>Saber convivir</p> <p>Trabaja colaborativamente desde la inclusión, la empatía, la atención a la diversidad y la equidad de género.</p> <p>Regula su actuación al poner en discusión nuevas ideas e integrar otras que son producto de la interacción con los demás participantes.</p> <p>Comparte sus aprendizajes y experiencias con el propósito de profundizar en sus aprendizajes.</p> <p>Actúa con ética al sistematizar información y al participar con sus pares.</p> <p>Regula su actuación al poner en discusión ideas nuevas e integrar otras en sus esquemas de representación.</p> <p>Asume responsabilidades en torno a su proceso de aprendizaje, al trabajo individual y en equipo.</p> <p>Respeto la diversidad en todas sus expresiones.</p> <p>Comparte sus aprendizajes en un clima de respeto.</p>

BIBLIOGRAFÍA

A continuación, se presenta un conjunto de materiales bibliográficos que son sugerencias por lo que podrán ser sustituidos por otros más actualizados.

Bibliografía básica

Carabias, J., Meave, J., Valverde T., & Cano-Santana, Z. (2009) *Ecología y Medio Ambiente en el siglo XXI*. Pearson Prentice Hall.

CONABIO (2009). *Capital natural de México*. CONABIO. México

Solari, A. (2011) *Genética Humana. Fundamentos y aplicaciones en medicina* (4ª. Ed). Editorial Médico Panamericana <https://bit.ly/3OghfLw>

Herrera-Paz, E. (2013). La genética de poblaciones y el origen de la diversidad humana. *Revista médica hondureña*, 81(1), 40-45. <https://bit.ly/43KqVE0>

Naeem, S., Chair, F., Costanza, R., Ehrlich, P., Golley, F., Hooper, D., Lawton, J., O'Neill, R., Mooney, H., Sala, O., Symstad, A., & Tilman, D. (1999). La biodiversidad y el funcionamiento de los ecosistemas: manteniendo los procesos naturales que sustentan la vida. *Tópicos en Ecología*, (4), 1-13. <https://bit.ly/44QU9ST>

Luna, R., Castañon, A., & Raz-Guzmán, A. (2011). La biodiversidad en México: su conservación y las colecciones biológicas. *Ciencias*, 101(101), 36-43. <https://bit.ly/2LgKYEh>

Salgado, L., & Arcucci, A. (2016). *Teorías de la evolución: Notas desde el sur*. Editorial UNRN. <https://bit.ly/3OaEyXf>

Sitios web.

CONABIO. La riqueza natural de México <https://bit.ly/456QrEh>

CONABIO. Mezcales y Diversidad <https://bit.ly/3rR2Huo>

La diversidad genética y la domesticación <https://bit.ly/3DVCloB>

Revista Mexicana de Biodiversidad <https://bit.ly/3rQSSwB>

Patrones de biodiversidad <https://bit.ly/3OfvCjo>

No soy yo, eres tú. PLANETA FUTURO <https://bit.ly/3OCyW9C>

Hay culpables cuando hablamos de enfermedades transmitidas por animales <https://bit.ly/3rNtasN>

Los medios como herramienta en la conservación de la biodiversidad <https://bit.ly/3QqwUZ>

La medicina depende de la biodiversidad mundial <https://bit.ly/3OjtaIN>

La ciencia del cambio climático | Video HHMI BioInteractive <https://bit.ly/3q9jokl>

INEGI <https://www.inegi.gob.mx>

Evidencia integradora del curso

Como evidencia integradora se sugiere realizar una Feria de las ciencias que permitirá al estudiantado, una mayor comprensión de la realidad y un aprendizaje más profundo de ella, pues representa la oportunidad de profundizar conocimientos, habilidades de investigación, pensamiento crítico e interés por la ciencia. Esta feria tiene la finalidad de mostrar los dominios y desempeños desarrollados por el estudiantado y promueve, a su vez, la creatividad, la inventiva y la relación íntima con la comunidad a través del trabajo conjunto.

En esta Feria de las ciencias, el estudiantado presentará las evidencias de las actividades de cada unidad. Por otro lado, esta actividad genera, en el estudiantado, habilidades para la indagación, la sistematización y la comunicación que permite la posibilidad de interactuar con integrantes de la comunidad escolar, proyectando, más allá de la institución, el conocimiento convertido en saber, saber hacer y saber ser. Un ejemplo sobre una indagación sería elegir algún organismo de nuestro país que se encuentre en peligro de extinción o sea de importancia ancestral y cultural para las poblaciones indígenas, un ejemplo es el teocintle, tomándolo como referencia se sugiere que el estudiantado integre información como: relaciones simbióticas, ecosistemas en el que habita, la diversidad genética que presenta, la integración de los ciclos biogeoquímicos, causas de la pérdida de su diversidad genética, el valor cultural que tiene, entre algunos otros más. La información indagada la puede presentar en carteles durante la Feria.

Como plus, promueve que la y el estudiante, vayan aprendiendo aspectos de logística, al organizar, guiar, seleccionar y tomar en cuenta el contexto para poner en marcha su Feria de las ciencias. Sería deseable que, como en el curso de Organismos Autótrofos Pluricelulares también está esta sugerencia, pudiera realizarse de forma conjunta para optimizar recursos y diversificar actividades.

Evidencia:	Criterios de evaluación de la evidencia integradora
Feria de Ciencias	<p>Saber:</p> <p>Explican los elementos que integran los ecosistemas profundizando en algunos de ellos</p> <p>Señala la importancia que tiene la dinámica de las comunidades estudiadas para mantener el equilibrio ecológico.</p> <p>Identifica la función de los ciclos biogeoquímicos en los ecosistemas y las relaciones existentes con los factores bióticos.</p> <p>Señala la importancia de frenar y revertir los daños causados a los ecosistemas por distintos factores.</p> <p>Saber hacer:</p> <p>Recupera, integra y demuestra lo aprendido en el curso a través de la exposición oral de las evidencias.</p> <p>Organiza, diseña y realiza las gestiones necesarias para la ubicación del stand para la presentación de sus evidencias de aprendizaje.</p> <p>Diseña material didáctico adecuado que facilite la comprensión de la información que presentará a la comunidad.</p> <p>Explica de manera clara, precisa y fluida el contenido que le corresponde en la exposición que se realice y responde respetuosamente y con seguridad a los cuestionamientos del público.</p> <p>Plantea ejemplos prácticos y pertinentes sobre la temática que le corresponde.</p> <p>Contesta con respeto, veracidad y precisión a las preguntas que hacen los asistentes sobre el contenido.</p> <p>Presenta el producto ante el público, de manera tranquila, relajada y amena.</p> <p>Muestra, al realizar la exposición, la preparación de sus ideas.</p>

Evidencia:	Criterios de evaluación de la evidencia integradora
	<p>Motiva la participación del público, a través de preguntas, opiniones o sugerencias en su exposición</p> <p>Utiliza un tono y volumen de voz adecuado para la audiencia y el espacio donde se lleva a cabo</p> <p>Establece contacto visual con la audiencia durante su exposición</p> <p>Utiliza adecuadamente los elementos paralingüísticos como apoyo a lo que comunica</p> <p>Saber convivir:</p> <p>Trabaja colaborativamente al diseñar, elaborar, organizar y presentar sus evidencias de aprendizaje</p> <p>Muestra conocimiento, disposición al autoevaluarse y coevaluar a sus compañeros y compañeras, de manera respetuosa y con fines de mejora</p> <p>Fortalece el vínculo con la comunidad en general al propiciar espacios para la interacción científico-escolar</p> <p>Valora la participación y opinión del público para enriquecer la presentación de su proyecto</p> <p>Fortalece su formación docente al desarrollar proyectos integrales que complementan sus áreas de conocimiento</p>

Perfil académico sugerido

Licenciatura en Pedagogía, Ciencias de la Educación, otras afines Preferentemente maestría o doctorado en el área de conocimiento de la pedagogía.

Obligatorio: Nivel de licenciatura, preferentemente maestría o doctorado en el área educación. Otras afines.

Deseable: Experiencia en educación normal o media superior y superior y como docente en educación secundaria

Nivel Académico

- Profesional con experiencia en la docencia en el área de Biología con conocimiento de los niveles que serán atendidos por los egresados.
- Con dominio de los conocimientos disciplinarios y del enfoque pedagógico del plan de estudios.
- De preferencia con experiencia en investigación educativa.

Obligatorio: nivel de licenciatura en educación secundaria con especialidad en Biología o en el área de Ciencias Naturales. Licenciatura en Biología.

Deseable: preferentemente maestría o doctorados en el área de educación y con conocimientos en Biología.

Experiencia docente para:

- Desarrollar el enfoque establecido en los planes y programas de estudio vigentes
- Planear y evaluar de manera integral
- Utilizar las TICCAD en los procesos de enseñanza y de aprendizaje.
- Realimentar oportunamente el aprendizaje del estudiantado.
- Coordinar grupos de aprendizaje.
- Capacidad para diseñar, propiciar, mediar y evaluar situaciones de aprendizaje.
- Aplicar estrategias didácticas diversas y adecuadas para la enseñanza de los contenidos biológicos, reconociendo la importancia de la enseñanza de las Ciencias Naturales en una sociedad inmersa en avances científicos y tecnológicos.
- Promover el desarrollo de habilidades y valores asociados con la formación científica

- Trabajar con adolescentes y jóvenes de zonas urbanas y rurales.
- Promover la inclusión en grupos de aprendizaje

Referencias de este programa

- Abascal, I., (2018). Subgrupos en redes tróficas de ecosistemas marinos Instituto Politécnico Nacional. Centro Interdisciplinario de Ciencias Marinas La Paz, B. C. S. <https://bit.ly/3qggukq>
- Bandiera, F., Martorell, C., Meave, J., & Caballero, J. (2005). La heterogeneidad florística en las plantaciones de café rústico y su papel en la conservación de la diversidad de plantas: un estudio de caso de la región chinanteca de Oaxaca, México. *Biodiversidad y Conservación*, 14 (5), 1225-1240.
- Barahona, A., & Almeida-Leñero, L. (2005). *Educación para la conservación*. Universidad Nacional Autónoma de México.
- Berkes, F., & Turner, N. (2005). Conocimiento, aprendizaje y la flexibilidad de los sistemas socioecológicos. *Gaceta Ecológica*, (77), 5-17. <https://bit.ly/43NUK6o>
- Bezaury-Creel, J., & Gutiérrez, D. (2009). *Áreas naturales protegidas y desarrollo social en México, en Capital natural de México, vol. II: Estado de conservación y tendencias de cambio*. CONABIO, pp. 385-431.
- Bravo, T. (2008). La Educación Ambiental en México: visiones y proyecciones de actualidad. En Educación ambiental para la sustentabilidad en México. Aproximaciones conceptuales, metodológicas y prácticas. Tuxtla Gutiérrez: Universidad de Ciencias y Artes de Chiapas.
- Ávila, S. (2015). "La ecología política llegó para quedarse": Una entrevista con Víctor M. Toledo. *Ecología política*, (50), 92-99. <https://bit.ly/3Yft2yf>
- Calixto, R. (2010). El medio ambiente en la formación de futuros profesores. CECYTE.
- Castillo, A., Corral, V., González, E., Paré, L., Paz, M.F., Reyes, J., Schteingart, M. (2009). Conservación y sociedad, en *Capital natural de México, vol. II: Estado de conservación y tendencias de cambio*. (761-801). CONABIO,
- Castillo, A., Pujadas, A., Magaña, M. A., Martínez, L., & Godínez, C. (2006). Comunicación para la conservación: análisis y propuestas para la Reserva de la Biosfera Chamela-Cuixmala, Jalisco. En A. Barahona, / L. Almeida. *Educación para la conservación*. (93-109). Las prensas de ciencias UNAM.
- Abarca-Arenas, L., Valero-Pacheco, E., Delfín-Alfonso, C., Morteo-Ortiz, E., & Franco-López, J. (2022). Redes tróficas como herramienta para el estudio de la diversidad y complejidad de ecosistemas. *Revista mexicana de biodiversidad*, 93, <https://doi.org/10.22201/ib.20078706e.2022.93.4126>
- Di Bitetti, M. (2008) Depredadores tope y cascadas tróficas en ambientes terrestres. *Ciencia Hoy*, 18(108), 32-41. <https://bit.ly/3OvNve3>

Domènech-Casal, J. (2020). Diseñando un simulador de ecosistemas. Una experiencia STEM de enseñanza de dinámica de los ecosistemas, funciones matemáticas y programación. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 17(3), 320201-320217. <https://bit.ly/3rQMhIW>

Esteve, P., & Jaén, M. (2013). El papel de los ciclos biogeoquímicos en el estudio de los problemas ambientales en Educación Secundaria. *Revista de Investigación en la Escuela*, 80, 77-88. <https://bit.ly/3DzAGdA>

Hernández, C., & González, R. (2021). Aprendizaje del concepto de red trófica. Un análisis desde el pensamiento lineal y sistémico. *Boletín Redipe*, 10(1), 272-289. <https://bit.ly/3DtY6Rz>

Herrera-Campos, Ma. Á., Lücking, R., Pérez-Pérez, R., Miranda-González, R., Sánchez, N., Bárcenas-Peña, A., Carrizosa, A., Zambrano, A., Ryan, B., & Nash III, T. (2014). Biodiversidad de líquenes en México. *Revista mexicana de biodiversidad*, 85 (Supl. ene), S82-S99. <https://doi.org/10.7550/rmb.37003>

Jaén, M., Esteve, P., & Baños González, I. (2018). Problemáticas ambientales en las que confluyen ciclos biogeoquímicos: propuesta para la educación secundaria. *Ápice. Revista de Educación Científica*, 2(1), 30-39.

León, J. D., González, M. I., & Gallardo, J. F. (2011). Ciclos biogeoquímicos en bosques naturales y plantaciones de coníferas en ecosistemas de alta montaña de Colombia. *Revista de Biología Tropical*, 59(4), 1883-1894.

Maldonado F., González F. y Jiménez M.P. (2007). Las ilustraciones de los ciclos biogeoquímicos del carbono y el nitrógeno en los textos de secundaria. *Revista Eureka de Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 4(3), 442-460. <https://revistas.uca.es/index.php/eureka/article/view/3786>

Rincón, M. E. (2011). Concepciones de los estudiantes de educación básica sobre ecosistema: una revisión documental. *Bio-grafía: escritos sobre la biología y su enseñanza*, 4(7), 77-93. <https://bit.ly/3QhhqJg>

Silva, L. (2018). Diseño de un material de enseñanza en formato digital con coherencia intracurricular: el caso de los ciclos biogeoquímicos (Tesis de Doctorado). Universidad de Huelva. <https://bit.ly/43KbOp9>

Bibliografía complementaria

Luna, R., Castañón, A., & Raz-Guzmán, A. (2011). La biodiversidad en México: su conservación y las colecciones biológicas. *Ciencias*, 101(101), 36-43. <https://bit.ly/2LgKYEh>

Naeem, S., Chair, F., Costanza, R., Ehrlich, P., Golley, F., Hooper, D., Lawton, J., O'Neill, R., Mooney, H., Sala, O., Symstad, A., & Tilman, D. (1999). La biodiversidad y el

funcionamiento de los ecosistemas: manteniendo los procesos naturales que sustentan la vida. *Tópicos en Ecología*, (4), 1-13. <https://bit.ly/44QU9ST>

Ríos, L., & Becerra, A. (2021). Transferencia de materia y energía en los ecosistemas: el caso de la modelización de redes tróficas. *Tecné, Episteme y Didaxis: TED*, (Número Extraordinario), 3026–3035. <https://bit.ly/3Ye54U0>

Salgado, L., & Arcucci, A. (2016). *Teorías de la evolución: Notas desde el sur*, Editorial UNRN. <https://bit.ly/3OaEyXf>

Videos

Alejo Mesa (12 de julio de 2020). Paraíso Submarino, Vida En El Arrecife De Coral. (Archivo de video) YouTube <https://www.youtube.com/watch?v=jXr7tdmj9i0>

Sr. Documentales (2020) GRANDES DOCUMENTALES EL CARIBE (DOCUMENTAL COMPLETO). (Archivo de video) YouTube. <https://www.youtube.com/watch?v=9zZ9zQGPEXc>

Sitios web

Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO). Biodiversidad mexicana. <https://www.biodiversidad.gob.mx/>

Buscadores confiables

<https://dialnet.unirioja.es/>

<https://scielo.org/es/>

<https://eric.ed.gov/>

<https://scholar.google.es/>

<https://www.redalyc.org/>

<http://iresie.unam.mx/>