

Licenciatura en Enseñanza y Aprendizaje de la Biología en Educación Secundaria

Plan de Estudios 2018

Programa del curso

Proyectos interdisciplinarios

Trayecto Optativo: Didáctica de las ciencias

SEP

SECRETARÍA DE
EDUCACIÓN PÚBLICA



Primera edición: 2020

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

D.R. Secretaría de Educación Pública, 2020
Argentina 28, Col. Centro, C. P. 06020, Ciudad de México.

Trayecto formativo: **Optativo (Didáctica de las ciencias)**

Carácter del curso: **Obligatorio**

Horas: **4** Créditos: **4.5**

Contenido

Propósito y descripción del curso	5
Propósito	5
Descripción general	5
Competencias del perfil de egreso a las que contribuye el curso	10
Estructura del curso	14
Orientaciones para el aprendizaje y enseñanza.....	16
Sugerencias de evaluación	20
Unidad de aprendizaje I. Sistemas biológicos	22
Unidad de aprendizaje II. Metodologías para abordar proyectos interdisciplinarios.....	34
Unidad de aprendizaje III. Diseño de un proyecto interdisciplinario.....	45
Perfil docente sugerido.....	57
Referencias del curso	59

Propósito y descripción del curso

Propósito

Que cada estudiante normalista diseñe un proyecto interdisciplinario, a partir del análisis de los sistemas biológicos como sistemas complejos, tomando como referencia los problemas relacionados con Biología que se presentan en el ecosistema escolar, con la finalidad de que construyan una visión sistémica y dinámica de los fenómenos biológicos.

Descripción general

El curso *Proyectos interdisciplinarios* pertenece al trayecto formativo optativo: Enseñanza de las ciencias, se ubica en el quinto semestre, tiene una duración de 4 horas semana-mes y un valor de 4.5 créditos. En el semestre se estudia un total de 72 horas.

El trayecto de cursos optativos de la Licenciatura de Enseñanza y Aprendizaje de la Biología en Educación Secundaria tiene la intención de complementar la formación de cada docente en proceso de formación.

Este curso pretende colaborar colocando al estudiante frente a situaciones de aprendizaje multidisciplinarias que le permitan valorar la práctica docente desde distintas áreas de conocimiento, esto lo llevará a reconocer diversos enfoques, enriqueciendo con ello, el de la biología.

Los proyectos serán flexibles, de manera que puedan centrarse en la atención de las necesidades formativas del estudiantado en función del contexto en el que se encuentra la Escuela Normal, cumpliendo con ser un espacio que potencie y diversifique el desarrollo de sus competencias profesionales y disciplinares.

Consideramos necesario que cada docente en formación tenga una visión general sobre los paradigmas y las teorías interdisciplinarias que explican y respaldan una educación para el desarrollo sustentable durante el estudio de la biodiversidad, a efectos de que logre una práctica educativa enfocada en la conservación de las especies.

Las ciencias de la complejidad, contrario a lo que sugiere el nombre, no estudian temas "difíciles" sino problemas que no pueden estudiarse de forma disciplinaria sino a través de una visión más integradora y holística. Es decir, de manera interdisciplinaria.

El estudio de un problema puede construirse a partir de distintas disciplinas, lo que exige tender puentes entre cada área del conocimiento.

Fenómenos como el clima, son hasta ahora imposibles de predecir debido a la suma de los patrones, sus interacciones y la organización del sistema que lo llevan a ser complejo. Estos sistemas tienen propiedades emergentes que no se explican por la mera suma de sus partes. La vida es un magnífico ejemplo de sistema complejo ya que la suma de componentes de una célula no explica el funcionamiento del sistema. El cerebro humano es otro ejemplo de propiedades emergentes que no se explica tan sólo con conocer las propiedades de las partes que lo forman; tomemos como ejemplo los cardúmenes, los enjambres y las manadas que se comportan de manera imprevisible y muy distinta a como lo harían los individuos por separado.

Las explicaciones modernas se basan en modelos científicos, y eso ha traído enormes consecuencias benéficas para las sociedades, sin embargo, se ha visto que este enfoque deja fuera otras maneras de entender al mundo. Por ejemplo, es común pensar que la ciencia y el arte pertenecen a ámbitos completamente ajenos, tan distintos entre sí que no tienen nada que ver el uno con el otro. Aunque desde una visión multidisciplinaria, académicos y artistas han encontrado que la creatividad es una característica humana común entre ellas.

Por lo anterior, consideramos importante que se establezca una relación de este curso con los que se estudiaron en semestres anteriores, así como con contenidos de otras disciplinas. Particularmente, con los cursos *Estudio de los seres vivos* e *Interacciones de los seres vivos*, de primero, *Efectos antropogénicos*, de segundo y, *Biodiversidad*, del tercer semestre.

El poder elegir y desarrollar proyectos interdisciplinarios, abre la puerta para una formación diferente, más completa y efectiva que posibilite además, al interior de las escuelas, un trabajo docente colaborativo centrado en las necesidades de los jóvenes alumnos en la realidad en la que se encuentra enclavada la escuela secundaria.

El curso se relaciona con los siguientes espacios curriculares de los diferentes trayectos formativos de la licenciatura:

- *Estudio de los seres vivos*: el proceso de entender y explicar las múltiples formas de vida que interactúan entre sí con el medio en el que habitan, ha implicado el desarrollo de diferentes formas de estudiarlos. Este curso permitirá que los estudiantes corroboren que existen diferentes actividades cotidianas en las que están involucrados diversos conocimientos de biología y les permitirá comprender la complejidad que se presenta en el estudio de los sistemas presentes en los seres vivos.

- *Interacciones de los seres vivos*: Este curso permitirá dar continuidad al establecimiento de interacciones a las que están sujetos los seres vivos en la naturaleza, con el fin de fundamentar la presencia de la biodiversidad en las distintas condiciones geográficas y ecológicas del planeta, ya que permitirá describir la composición y estructura de los ecosistemas mediante la identificación de sus componentes y sus relaciones.
- *Biogeografía*: Pertenece al mismo trayecto formativo y persigue la explicación del reparto de los seres vivos en diferentes categorías, además de tener una importante vertiente aplicada a la ordenación del territorio y al manejo de hábitats y especies. El curso permitirá que los futuros docentes reconozcan estos conceptos como una herramienta para describir y analizar las condiciones de diversas regiones del territorio mexicano, en aspectos económicos, ecológicos y sociales.
- *Biofísica*: Ofrece la oportunidad de usar modelos basados en observaciones, hipótesis, experimentación y reflexiones para poder interpretar los fenómenos naturales y emplear el proceso de modelaje para dar explicación al comportamiento de la materia y energía presente en los sistemas biológicos. Además, permitirá fortalecer los conocimientos básicos de diversos conceptos de física como biomecánica, desarrollo sustentable y resolución de problemas relacionados con fenómenos físicos en los seres vivos mediante modelos matemáticos.
- *Teorías y modelos de aprendizaje*: Permitirá tener una visión general sobre diversos fundamentos que explican los procesos de enseñanza y aprendizaje que existen en educación básica y en su plan de estudios, con la intención de que diseñen estrategias de enseñanza innovadoras, sustentadas en algún paradigma y modelo de aprendizaje, considerando las características, motivaciones e intereses de la población adolescente.
- *Conocimiento escolar de la biología*: En este curso se analizan elementos centrales del conocimiento científico escolar que permiten comprender la diferencia, y sobre todo la complejidad que presentan, indicando, principalmente, algunos de sus fundamentos como la transposición didáctica, que permite explicar su función en los procesos de enseñanza y aprendizaje, lo que proporcionará una visión global sobre los procesos que deben desarrollarse en la enseñanza de la Biología.

- *Procesos de los seres vivos*: El aprendizaje de los contenidos de este curso son de gran importancia para la formación del docente en biología, ya que abordan las características, propiedades y funcionalidad de la estructura básica de la vida; esto constituye una base conceptual para la concepción de los fenómenos biológicos que rigen la vida en cualquiera de sus niveles de estudio.
- *Efectos antropogénicos*: El ser humano, desde sus orígenes, ha tenido la capacidad de transformar su ambiente a escala, muy por encima de cualquier otro organismo del planeta, y recientemente ha comenzado a preocuparse del impacto de sus transformaciones en el ambiente. Este curso auxilia en el estudio, valoración y análisis de la relación existente entre los sistemas ecológicos y la intervención del ser humano desde diferentes perspectivas, para actuar responsablemente y proponer acciones para el cuidado del ambiente.
- *Herencia y cambio*: Se estudian los modelos que explican la herencia a diferentes niveles de organización de los seres vivos, lo que constituye un antecedente fundamental para la comprensión del proceso evolutivo desde la perspectiva de la herencia biológica. También se revisa la interacción existente entre la biodiversidad y variabilidad comparando los factores que provocan selección natural y la forma en la que se presenta.
- *Biodiversidad*: Este curso permite comprender los enfoques vigentes en el origen, aprovechamiento y conservación de la biodiversidad y conocer cuál es el modelo de desarrollo que podría promover la sustentabilidad de los recursos mediante el análisis de casos y el desarrollo de proyectos para que el futuro docente desarrolle una práctica educativa encaminada a la conservación de la diversidad de los seres vivos.
- *Currículo y práctica docente*: En este curso sólo se incluye la adquisición de conocimientos científicos y su uso tanto para la identificación como para la explicación de fenómenos, lo que le permitirá al futuro docente tomar decisiones para promover la alfabetización científica a través de la implementación de diferentes propuestas didácticas adecuadas para vincular las orientaciones curriculares vigentes con su práctica docente.
- *Organismos unicelulares y pluricelulares*: Es fundamental que el estudiante conozca las teorías y paradigmas más representativos que permiten explicar a los seres vivos sus distintos niveles de complejidad, ya que esto representa una base conceptual que sirve como referente

para comprender los fenómenos biológicos que rigen la vida en los diferentes niveles de estudio.

- *Evolución*: se revisa el origen de los factores de cambio evolutivo, a través de un enfoque integrador, para explicar su procedencia, a través de las principales teorías que han surgido para explicar cómo es que los seres evolucionan, los argumentos que las sostienen, los avances tecnológicos, evidencias y descubrimientos que han llevado a que algunas de ellas logren convencer a la comunidad científica.

Este curso optativo fue elaborado por docentes normalistas, especialistas en la materia y en diseño curricular, provenientes de las siguientes instituciones: Rosa del Carmen Villavicencio Caballero, de la Academia Mexicana de Ciencias; Cesari D. Rico Galeana, Ma. Leonor González Hernández y Alicia del Carmen Polaco, de La Ciencia en tu Escuela, de la Academia Mexicana de Ciencias; Odete Serna Huesca, Edith Hernández Vázquez, Gabriela Itzchel Salgado Jaramillo, Yadira León Grajales, Alejandra Magaña Hernández, Laura Minerva Zaldívar Flores, de la Escuela Normal Superior de México; Julio César Leyva Ruiz, Gladys Añorve Añorve, Sandra Elizabeth Jaime Martínez y María el Pilar González Islas, de la Dirección General de Educación Superior para Profesionales de la Educación.

Competencias del perfil de egreso a las que contribuye el curso

El curso coadyuva con la formación integral del estudiante, a través del desarrollo de las siguientes competencias.

Competencias genéricas

- Soluciona problemas y toma decisiones utilizando su pensamiento crítico y creativo.
- Aprende de manera autónoma y muestra iniciativa para auto-regularse y fortalecer su desarrollo personal.
- Colabora con diversos actores para generar proyectos innovadores de impacto social y educativo.
- Utiliza las tecnologías de la información y la comunicación de manera crítica.
- Aplica sus habilidades lingüísticas y comunicativas en diversos contextos.

Competencias profesionales

Utiliza conocimientos de la biología y su didáctica para hacer transposiciones de acuerdo a las características y contextos de los estudiantes a fin de abordar los contenidos curriculares de los planes y programas de estudio vigentes.

- Caracteriza a la población estudiantil con la que va a trabajar para hacer transposiciones didácticas congruentes con los contextos y los planes y programas.
- Articula el conocimiento de la biología y su didáctica para conformar marcos explicativos y de intervención eficaces.
- Relaciona sus conocimientos de la biología con los contenidos de otras disciplinas desde una visión integradora para propiciar el aprendizaje de sus estudiantes.

Diseña los procesos de enseñanza y aprendizaje de acuerdo con los enfoques vigentes de la biología, considerando el contexto y las características de los estudiantes para lograr aprendizajes significativos.

- Reconoce los procesos cognitivos, intereses, motivaciones y necesidades formativas de los estudiantes para organizar las actividades de enseñanza y aprendizaje.
- Propone situaciones de aprendizaje de la biología, considerando los enfoques del plan y programa vigentes; así como los diversos contextos de los estudiantes.
- Relaciona los contenidos de la biología con las demás disciplinas del Plan de estudios vigente.

Evalúa los procesos de enseñanza y aprendizaje desde un enfoque formativo para analizar su práctica profesional.

- Valora el aprendizaje de los estudiantes de acuerdo a la especificidad de la biología y los enfoques vigentes.
- Diseña y utiliza diferentes instrumentos, estrategias y recursos para evaluar los aprendizajes y desempeños de los estudiantes considerando el tipo de saberes de la biología.
- Reflexiona sobre los procesos de enseñanza y aprendizaje, y los resultados de la evaluación, para hacer propuestas que mejoren su propia práctica.

Gestiona ambientes de aprendizaje colaborativos e inclusivos para propiciar el desarrollo integral de los estudiantes.

- Emplea los estilos de aprendizaje y las características de sus estudiantes para generar un clima de participación e inclusión.
- Utiliza información del contexto en el diseño y desarrollo de ambientes de aprendizaje incluyentes.
- Promueve relaciones interpersonales que favorezcan convivencias interculturales.

Utiliza la innovación como parte de su práctica docente para el desarrollo de competencias de los estudiantes.

- Implementa la innovación para promover el aprendizaje de la biología en los estudiantes.
- Diseña y/o emplea objetos de aprendizaje, recursos, medios didácticos y tecnológicos en la generación de aprendizajes de la biología.
- Utiliza las Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC), Tecnologías del Aprendizaje y el Conocimiento (TAC), y Tecnologías del Empoderamiento y la Participación (TEP) como herramientas de

construcción para favorecer la significatividad de los procesos de enseñanza y aprendizaje.

Actúa con valores y principios cívicos, éticos y legales inherentes a su responsabilidad social y su labor profesional con una perspectiva intercultural y humanista.

- Sustenta su labor profesional en principios y valores humanistas que fomenten dignidad, autonomía, libertad, igualdad, solidaridad y bien común, entre otros.
- Fundamenta su práctica profesional a partir de las bases filosóficas, legales y la organización escolar vigentes.
- Soluciona de manera pacífica conflictos y situaciones emergentes.

Competencias disciplinares

Argumenta, con una actitud crítica y fundamentada en la ciencia, la visión evolutiva de los seres vivos para explicar la diversidad.

- Organiza las dimensiones micro y macroscópicas de los seres vivos con base en criterios de complejidad.
- Explica la emergencia de nuevas características estructurales y funcionales de los organismos como consecuencia del proceso evolutivo.

Analiza la dinámica de los ecosistemas y, de forma crítica, los efectos antropogénicos en ellos, para intervenir con acciones responsables en el marco de la sostenibilidad.

- Reconoce la conformación de los ecosistemas, su dinámica y sus modificaciones, así como los fenómenos naturales que han propiciado cambios en ellos a través del tiempo.
- Explica las formas de organización de los seres vivos y cómo se relacionan entre sí y con su ambiente físico.
- Identifica al ser humano como parte del ecosistema y reconoce el impacto de sus acciones en el deterioro ambiental.

Propone acciones responsables y pertinentes para preservar la salud, a partir de establecer la relación biología-salud y de la comprensión del funcionamiento integral del cuerpo humano.

- Establece la relación que existe entre los distintos aparatos y sistemas del cuerpo humano.

Emplea modelos, analogías y actividades prácticas, considerando sus alcances y límites, como estrategias metodológicas para favorecer el pensamiento científico en el campo de la biología.

- Utiliza modelos que permitan explicar fenómenos biológicos que están fuera del alcance de la observación directa y, de manera simplificada identificar relaciones conceptuales.
- Diseña y realiza actividades prácticas para desarrollar habilidades de pensamiento científico.
- Crea y emplea analogías para favorecer el desarrollo del pensamiento operatorio formal hipotético-deductivo de los estudiantes.
- Planea y ejecuta prácticas de campo que permitan el estudio de fenómenos biológicos en el entorno natural.

Estructura del curso

Unidad de aprendizaje I. Sistemas biológicos	Unidad de aprendizaje II. Metodologías para abordar proyectos interdisciplinarios	Unidad de aprendizaje III. Diseño de un proyecto interdisciplinario
<p>Estudiar los fenómenos biológicos como sistemas</p> <ul style="list-style-type: none"> • Los ecosistemas • El sistema cuerpo humano • La homeostasis <p>La biodiversidad como sistema complejo</p> <ul style="list-style-type: none"> • Aspectos científicos <ul style="list-style-type: none"> – Físicos – Químicos – Biológicos – Geográficos • Aspectos sociales <ul style="list-style-type: none"> – Históricos – Políticos – Económicos – Estéticos – Culturales • Aspectos éticos como ejes transversales 	<p>Enfoque CTS-CTSA: las vacunas</p> <ul style="list-style-type: none"> • Directrices pedagógicas • Meta educativa del enfoque • Casos simulados para aprender • Las vacunas, caso simulado <p>Enfoque STEM-STEAM: el cambio climático</p> <ul style="list-style-type: none"> • Directrices pedagógicas • Meta educativa del enfoque • Ejercicio interdisciplinario: El cambio climático 	<p>Diseño, desarrollo y evaluación de un proyecto interdisciplinario</p>

La Unidad de aprendizaje I. Sistemas biológicos. En esta unidad se retoman los aprendizajes que los estudiantes han logrado en cursos anteriores con respecto a ecosistemas, biodiversidad y las características generales de los seres vivos para promover su comprensión como sistemas vivos.

La Unidad de aprendizaje II. Metodologías para abordar proyectos interdisciplinarios. En esta unidad se conocerán las principales maneras

metodológicas que se han aplicado para analizar, estudiar y comprender fenómenos biológicos desde distintas disciplinas. Asimismo, se hace un recorrido histórico del desarrollo de enfoques como ciencia-tecnología y sociedad y las razones por las que se enriquecen con la dimensión ambiental; de la misma manera, el desarrollo desde STEM hasta STEAM y las implicaciones de incorporar la dimensión artística.

Finalmente, en la Unidad de aprendizaje III. Diseño de un proyecto interdisciplinario. En esta última unidad se concretan los aprendizajes en el diseño de un proyecto libre, en el cual los estudiantes deberán decidir, desde el tema, hasta la metodología que empleará, con lo cual demostrará el dominio de las competencias requeridas en el curso.

Orientaciones para el aprendizaje y enseñanza

El curso debe respetar las finalidades formativas del trayecto al que pertenece, por lo que tendrá que mirarse como un espacio complementario a los trayectos centrales de formación; orientarlo a la atención de aquellos aspectos que respondan a las demandas de los contextos en que el estudiante desempeñará la profesión docente y seleccionar estrategias que respondan a las expectativas profesionales de los estudiantes normalistas para enfatizar su formación integral.

Como se ha señalado en la descripción del curso, estudiarlo les permitirá a las y los estudiantes formarse como profesionales capaces de enfrentar problemas académicos desde distintas disciplinas. Es necesario que el profesorado en formación conozca y ponga en práctica los enfoques de enseñanza que existen con esta perspectiva, entre los que se encuentran el enfoque Ciencia-Tecnología- Sociedad, y más recientemente, el enfoque de Ciencia, Tecnología, Ingeniería y Matemáticas (STEM por sus siglas en inglés).

La metodología STEM es reconocida por la investigación educativa actual, se sabe que genera entusiasmo y compromiso de los chicos por el aprendizaje, pero exige ajustes en los procesos de gestión educativa, que en ocasiones no son tan sencillos, ya que implica una mayor actividad del estudiantado, no sólo procedimental (que si lo pide), sino también un hacer intelectual.

Conocer y manejar los enfoques de: Ciencia-Tecnología-Sociedad y STEM, por sus siglas en inglés, facilitará el acceso al tipo de conocimientos que requieren como docentes para tratar los contenidos del currículum nacional, por lo que será importante que durante el proceso conozcan, no solo los contenidos (en el sentido amplio del término) de la biología, sino de las otras áreas del conocimiento, así como elementos básicos de sus didácticas específicas, de esa manera aprenderá de manera interdisciplinaria.

Es altamente recomendable iniciar con la comprensión del concepto de *Sistemas*, para comprender las interrelaciones y la interdependencia de los componentes. Partir de sus conocimientos sobre los ecosistemas es relevante en el aumento de la gradualidad hacia sistemas complejos como los patrones de propagación de las enfermedades.

Por ello, particularmente este curso exige que el estudiantado se relacione con personas egresadas de otras Instituciones de educación superior como con quienes se dedican a la biología, a las matemáticas, ingenieras, química, física, sociología, o psicología, entre muchas otras, se trata de responder, efectivamente, a un enfoque sistémico que permita acercar a los grupos de estudiantes con los sistemas complejos y al trabajo multidisciplinario. Con ello,

se beneficiarán incorporando aspectos de otras ciencias tanto naturales como sociales para comprender los fenómenos de manera integral.

Sin embargo, debemos tener claro que no se puede, ni se busca que se formen como especialistas en varias disciplinas, pero sí con las bases para poder mirar a los fenómenos relacionados con los seres vivos desde diversas ópticas y con ello, encuentren la manera de crear ambientes propicios, es decir, con las condiciones para experimentar, explorar y descubrir junto con la población adolescente con la que trabajan. Una herramienta que puede ayudar a la enseñanza de estos temas es el uso de la transposición didáctica¹, el aprendizaje es de mayor calidad si a los alumnos los contenidos trabajados de manera interdisciplinaria se les presentan a su nivel de conocimiento, y adicionalmente, se relaciona este conocimiento con su vida diaria, pues de esta manera es más probable que alcance la comprensión del fenómeno.

Un aspecto que será de mucha utilidad es que la o el docente titular de cada curso del quinto semestre, encuentre espacios de diálogo permanente con sus pares y con el profesorado de otras licenciaturas a fin de explorar el diseño de actividades integradoras que recuperen los aprendizajes mediante un aprendizaje dinámico y participativo tanto a escala individual como colectiva.

A continuación, se presentan algunas sugerencias generales que cada docente tendrá la posibilidad de adecuar, modificar o adaptar con el fin de fortalecer los propósitos de este curso.

- Retomar constantemente los conocimientos con que cuenta el grupo de estudiantes y recuperarlos bajo un enfoque multicultural que permita tender puentes culturales respecto a los factores naturales como la flora y fauna, con la finalidad de reconocer la importancia de los saberes comunitarios.
- En este curso es importante romper con la manera tradicional de enseñanza que se basa en presentar una biología descriptiva e instaurar una práctica centrada en el aprendizaje que lleve a cada estudiante a formular conceptos estructurantes de esta ciencia.
- Propiciar la indagación, así como el trabajo de redacción de escritos simples que permitan a cada estudiante afirmar sus conocimientos, habilidades, actitudes y valores para compartirlos y con ello, coadyuvar al desarrollo de habilidades relacionadas con la lectura y escritura.
- Realizar investigaciones en campo que permitan vivir la experiencia de reconocer los fenómenos locales y estatales, así como aplicar los métodos y técnicas que se estudien en el desarrollo del curso.

¹ Proceso pedagógico que modifica las explicaciones expertas en ideas accesibles o sencillas de entender.

- Aprovechar al máximo las tecnologías de la información y la comunicación, aprovechando que es posible encontrar material: video gráfico y páginas electrónicas de confianza y con un diseño y realización profesional que permitan aprender temas integrales y unificadores.
- El estudio de los seres vivos en el contexto de una comunidad desde sus prácticas socioculturales donde la interacción entreteje conocimientos académicos con aprendizajes afectivos y llenos de valores genera una gran riqueza personal a quien logra ampliar su criterio.
- Congruentes con los enfoques pedagógicos, metodológicos y didácticos de una educación en y para la democracia, se deberá cuidar que, en el desarrollo de los procesos educativos, los protagonistas sean los estudiantes normalistas. Por lo que se requieren profesores con capacidades y acciones de mediación, facilitación y/o acompañamiento del proceso individual de sus alumnos.

La Licenciatura de Enseñanza y Aprendizaje de la Biología en Educación Secundaria tiene una marcada perspectiva constructivista y sociocultural que, entre otras cosas, plantea la participación activa de los alumnos como corresponsables de su aprendizaje. El titular del curso debe diseñar y ofrecer un catálogo de situaciones didácticas que fomenten el aprendizaje interdisciplinario y colaborativo², lo cual se puede hacer si durante el desarrollo del curso se emplean distintas modalidades didácticas como las que se enlistan a continuación:

- a) Aprendizaje basado en casos de enseñanza.** A partir de portadores de texto, ya sean narrativos o con historias, se plantean situaciones problemáticas, preferentemente, sucesos reales que evidencian la complejidad y multidimensionalidad de las situaciones a las que se enfrentarán en su vida profesional.
- b) Aprendizaje basado en problemas.** A través del análisis de una situación problema se plantean alternativas de solución. Los estudiantes emulando la práctica profesional son participantes activos y corresponsables de su proceso de aprendizaje, indagando, seleccionando y manejando información para solucionar la situación que se le presenta.
- c) Proyectos.** Estrategia de enseñanza y aprendizaje en la cual los estudiantes se involucran de forma colaborativa en el diagnóstico, la selección de un problema y el diseño de propuestas que contribuyen a

² Se conoce así a la modalidad en la que los estudiantes trabajan juntos en grupos reducidos para generar una interdependencia positiva (comprender que para el logro de una tarea se requiere del esfuerzo equitativo de todos) que los lleva a interactuar en apoyo mutuo.

solucionarlo en el contexto social, educativo o académico de su interés. Existen diversos tipos, pero en términos generales se resumen en científicos, tecnológicos y sociales.

- d) Enseñanza por indagación.** Implica que cada estudiante sea protagonista de su aprendizaje en interacción con otras personas que participan en averiguaciones guiadas por docentes; pueden ser procesos totalmente dirigidos, semidirigidos o libres. Las soluciones se encuentran durante la investigación, requiere habilidades para el manejo de tecnologías de la información pues permite organizar, ordenar, procesar, resguardar y comunicar la información producto de las indagaciones. Se alienta el espíritu crítico.

Estas modalidades tienen en común que logran colocar a cada estudiante ante situaciones que permitan el logro académico mediante situaciones que los lleven a construir el conocimiento por medio de la indagación interdisciplinar y con alcances más allá del aula. Esto es, aprender resolviendo o analizando situaciones parecidas a las que emplearán durante su desempeño profesional.

Sugerencias de evaluación

El enfoque de evaluación del aprendizaje del curso está centrado en los procesos de aprendizaje y del desarrollo de competencias, ya que se concibe como una parte inherente de la gestión pedagógica donde el levantamiento de evidencias procesuales permite, a la o el docente, valorar los avances y dificultades que enfrenta cada estudiante a lo largo de su formación, y en congruencia con ello, tome las decisiones pertinentes hacia la reorientación de las actividades tendientes al logro de los propósitos establecidos en el programa.

Por otro lado, posibilita que cada estudiante reconozca sus propias áreas de oportunidad en un sentido metacognitivo, proceso que le posibilita la toma de conciencia y decisión sobre diversas alternativas que fortalezcan su desarrollo y fortalecimiento de las competencias docentes adquiridas.

La evaluación se considera fundamentalmente desde lo procesual, pues es el proceso lo que nos permite reconocer la complejidad que encierran los fenómenos biológicos para impactar en la reducción de la visión causa-efecto que se pudiera tener. Así, tanto el proceso como de los productos obtenidos en cada unidad de aprendizaje estarán sujetos a una revisión puntual de cada docente con el propósito de realimentar los avances de cada estudiante y de sí mismo para propiciar la mejora continua a partir de la reflexión constante y la reorientación o ajustes que se efectúen durante el curso para cumplir con los propósitos establecidos.

Las evidencias y productos elaborados pueden formar parte del portafolios que cada estudiante integra a lo largo de su formación y está contemplada como una de las opciones de titulación. Además de los productos esperados para cada unidad de aprendizaje, los estudiantes deberán realizar un trabajo final que integre los aprendizajes del curso completo.

Con relación a la acreditación de este curso, se retoman las Normas de control Escolar aprobadas para los planes 2018, que en su punto 5.3, inciso e se menciona “La acreditación de cada unidad de aprendizaje será condición para que el estudiante tenga derecho a la evaluación global” y en su inciso f; se especifica que “la evaluación global del curso, ponderará las calificaciones de las unidades de aprendizaje que lo conforman, y su valoración no podrá ser mayor del 50%. La evidencia final tendrá asignado el 50% restante a fin de completar el 100%.” (SEP, 2019, p. 16.)

A continuación, se proponen algunas evidencias por unidad que cada docente titular del curso podrá modificar, retomar o sustituir de acuerdo con las características y contextos del grupo que atiende.

Unidad de aprendizaje	Evidencia o producto	Descripción	Porcentaje
I. Sistemas biológicos	Texto donde se describa un fenómeno biológico de la biodiversidad como sistema complejo	Descripción de un fenómeno biológico de la biodiversidad como sistema complejo.	15%
II. Metodologías para abordar proyectos interdisciplinarios	Infografía.	Integra las similitudes, diferencias, historia y fundamentos pedagógicos de los enfoques CTSA y STEAM	15%
III. Diseño de un proyecto interdisciplinario	Informe escrito y exposición.	Documento escrito que informa los resultados y detalla el diseño, desarrollo y evaluación del proyecto interdisciplinario libre.	20%
Tarea integradora	Ensayo en el que se desarrolle el análisis interdisciplinario de un caso de actualidad.	Cada estudiante debe hacer evidente que es capaz de analizar un fenómeno biológico empleando una visión sistémica e interdisciplinaria.	50%

Unidad de aprendizaje I. Sistemas biológicos

En esta primera unidad, cada estudiante profundizará sobre las características de los sistemas biológicos entendidos como sistemas complejos que tienen distintos niveles de organización en subsistemas con principios organizativos propios que rigen la estructura y función de la totalidad. En el sistema complejo, cada subsistema mantiene su identidad, pero las interacciones propias de los sistemas biológicos no son lineales, por lo que su comportamiento y propiedades no se explican a partir de sus componentes solamente.

El comportamiento de los sistemas biológicos "emerge" del funcionamiento de las partes y de las interacciones entre ellas y dan origen a atributos como la autoorganización, el autoensamblaje, la autorreparación y la autorreplicación o reproducción; los sistemas complejos, además, no son fragmentables ni irreductibles.

Dada la complejidad de la tarea, es necesario que su estudio se realice de forma interdisciplinaria, multidisciplinaria o de ser posible, transdisciplinaria, por lo que en esta unidad se estudiarán de forma general algunos sistemas biológicos haciendo énfasis en estas visiones y, en particular, se profundizará sobre el ecosistema desde diversos ámbitos con la finalidad de integrar una mirada más holística que supere la visión simplista de comprensión de los fenómenos desde una disciplina.

Competencias a las que contribuye la unidad de aprendizaje

Competencias genéricas

- Soluciona problemas y toma decisiones utilizando su pensamiento crítico y creativo.
- Aprende de manera autónoma y muestra iniciativa para autorregularse y fortalecer su desarrollo personal.
- Colabora con diversos actores para generar proyectos innovadores de impacto social y educativo.
- Utiliza las tecnologías de la información y la comunicación de manera crítica.
- Aplica sus habilidades lingüísticas y comunicativas en diversos contextos.

Competencias profesionales

Utiliza conocimientos de la Biología y su didáctica para hacer transposiciones de acuerdo a las características y contextos de los estudiantes a fin de abordar los contenidos curriculares de los planes y programas de estudio vigentes.

- Identifica marcos teóricos y epistemológicos de la biología, sus avances y enfoques didácticos para la enseñanza y el aprendizaje.
- Articula el conocimiento de la biología y su didáctica para conformar marcos explicativos y de intervención eficaces.
- Relaciona sus conocimientos de la biología con los contenidos de otras disciplinas desde una visión integradora para propiciar el aprendizaje de sus estudiantes.

Utiliza la innovación como parte de su práctica docente para el desarrollo de competencias de los estudiantes.

- Implementa la innovación para promover el aprendizaje de la biología en los estudiantes.
- Utiliza las Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC), Tecnologías del Aprendizaje y el Conocimiento (TAC), y Tecnologías del Empoderamiento y la Participación (TEP) como herramientas de construcción para favorecer la significatividad de los procesos de enseñanza y aprendizaje.

Actúa con valores y principios cívicos, éticos y legales inherentes a su responsabilidad social y su labor profesional con una perspectiva intercultural y humanista.

- Soluciona de manera pacífica conflictos y situaciones emergentes.

Competencias disciplinares

Propone acciones responsables y pertinentes para preservar la salud, a partir de establecer la relación biología-salud y de la comprensión del funcionamiento integral del cuerpo humano.

- Analiza problemas y situaciones de riesgo que afectan la salud para promover hábitos preventivos y prácticas responsables.
- Diseña, con actitud ética y crítica, propuestas de acción ante problemas y situaciones de riesgo concretos de salud dentro de su contexto.

Emplea modelos, analogías y actividades prácticas, considerando sus alcances y límites, como estrategias metodológicas para favorecer el pensamiento científico en el campo de la biología.

- Planea y ejecuta prácticas de campo que permitan el estudio de fenómenos biológicos en el entorno natural.

Propósito de la unidad de aprendizaje

Cada estudiante normalista organiza e integra diversos componentes disciplinarios para explicar fenómenos biológicos a través de modelos holísticos desde una visión de sistemas complejos.

Contenidos

Estudiar los fenómenos biológicos como sistemas

- Los ecosistemas
- El sistema cuerpo humano
- La homeostasis

La biodiversidad como sistema complejo

- Aspectos científicos
 - Físicos
 - Químicos
 - Biológicos
 - Geográficos
- Aspectos sociales
 - Históricos
 - Políticos
 - Económicos
 - Estéticos
 - Culturales
- Aspectos éticos como ejes transversales

Actividades de aprendizaje

A continuación, se presentan algunas sugerencias didácticas para abordar los contenidos de la unidad, cada docente titular de este curso puede adaptarlas o sustituirlas, de acuerdo con los intereses, contextos y necesidades del grupo que atiende.

Se sugiere que se recuperen las ideas y conocimientos previos que el grupo tiene sobre los cursos antecedentes del trayecto, para ello, puede proponer que en equipos (con un rotafolio o recursos digitales) expliquen el funcionamiento de un ecosistema incorporando conocimientos de biogeografía, biofísica y bioquímica, entre otros. Se pretende que cada docente promueva que, durante la explicación, las y los estudiantes expresen la estructura, componentes e interacciones que se presentan en un ecosistema, con la intención de comenzar a enunciar los elementos que forman parte de un sistema.

Una vez listos los productos, en plenaria fomente la confrontación de ideas entre equipos a fin de construir algunos modelos de ecosistema, de manera grupal, observe el tipo de modelos construidos por los estudiantes en términos de los elementos que rescatan de las distintas disciplinas y de los componentes, estructura, interacciones y jerarquía que atribuyen a un sistema biológico, son los principales insumos para sus siguientes planteamientos. Es importante que no seleccione el modelo de algún equipo, por considerar que es el más cercano a lo propuesto por la ciencia, sino que permita la libre manifestación de todas las ideas del grupo para conocer el punto de partida conceptual, a fin de considerarlo en la propuesta de futuras actividades.

Recuerde que es fundamental que durante las explicaciones, exposiciones o expresiones de ideas de cada estudiante, evite contestar o corregir errores de manera inmediata, en su lugar, se recomienda cuestionar el origen de esas dudas, los elementos que sí conocen sobre el fenómeno del que estén preguntando, abra la pregunta al resto del grupo, en caso de que sea potente para movilizar conocimientos en los otros y promueva la indagación individual, con la finalidad de mantener la inquietud cognitiva, la participación activa y el interés por los temas.

Se propone que para continuar, haga uso de algún espacio en la escuela donde el estudiante pueda interactuar con un ecosistema, alguna representación o video del mismo en su intervención, centre la atención de los estudiantes en algunos aspectos que no hayan considerado durante la expresión de los modelos iniciales presentados por medio de preguntas que despierten un sentido de insuficiencia o carencia de información en las explicaciones para promover la indagación. Escriba las dudas que vayan surgiendo para que cada estudiante tenga una orientación durante sus búsquedas, sugiera fuentes

confiables y cierre proponiendo algunas dudas que guíen las futuras construcciones como ¿qué elementos, estructura, jerarquía tiene un sistema biológico?, ¿es el ecosistema un sistema biológico? Explica por qué.

Con la información de sus investigaciones individuales, proponga la construcción de un organizador gráfico donde se identifiquen los elementos, estructura, jerarquías, límites, interacciones y algún otro aspecto que cada estudiante ubique en sus fuentes de consulta.

Fomente el uso de organizadores gráficos para exponer información de una forma visual, para facilitar el aprendizaje, dado que permiten plasmar el contenido educativo de forma más dinámica, contribuyendo a que sea el estudiante quien organice la información. Este tipo de evidencias son fáciles y rápidas de consultar, además de que ayudan a una mejor comprensión del contenido explicado. Su elaboración permite poner en práctica diferentes habilidades: comparar datos, ordenar acontecimientos y estructurar la información.

En plenaria, socialicen los organizadores gráficos contrastando la información presentada, guíe la discusión hacia la identificación de las distintas disciplinas que contribuyeron a la construcción de ese conocimiento y comience a plantear la importancia de los enfoques interdisciplinarios y multidisciplinarios en la comprensión de los fenómenos biológicos. Cierre la sesión lanzando preguntas: ¿cómo se explicaría el ecosistema desde un enfoque interdisciplinario?, ¿cómo se explicaría desde un enfoque multidisciplinario?, para tener mayores elementos de análisis y respuesta a estos cuestionamientos se sugiere revisen algunos de los textos de la bibliografía básica de la unidad, a fin de que identifiquen las diferencias entre dichos enfoques.

Se sugiere que se retomen documentos mediante un proceso que implique, primero, una revisión individual que permita contar con referentes teóricos para tener una participación de manera más fundamentada; también servirán para la elaboración de organizadores gráficos en forma colaborativa, producto de la confrontación y reestructuración de sus ideas al socializarlas para, finalmente, contar con argumentos al comunicar los productos en plenaria, en la que, además, el docente enriquezca las discusiones hacia el logro del propósito de la unidad.

Una vez que el grupo de estudiantes cuente con los insumos teóricos suficientes, puede proponer la elaboración de una tabla comparativa donde se describan las principales características de cada uno de los enfoques: interdisciplinario, multidisciplinario y transdisciplinario (este último, aunque no ha sido mencionado hasta el momento, emergerá de la revisión de los textos recomendados como bibliografía básica). La elaboración se sugiere realizarla,

primero, en equipos de 3 a 4 personas, incluyendo en la tabla los referentes teóricos utilizados, para en otro momento, a través de una plenaria, contrastar las ideas expuestas, socializar lo identificado y profundizar en la comprensión de los distintos enfoques. El trabajo colaborativo les permite crear, transformar, solucionar y descubrir nuevas formas de hacer las cosas; además propicia un aprendizaje permanente y ofrece capacidades que permiten actuar en su entorno, lo cual enriquecerá el trabajo que construirán como evidencia de la unidad.

Para abordar los fenómenos del sistema cuerpo humano y la homeostasis se sugiere que el estudiantado haga una descripción y diseño del proceso que seguirán para analizarlos desde cada uno de los distintos enfoques; puede ser por medio de algún organizador gráfico, donde describan las diferencias de abordaje en caso de tratarse de un proyecto interdisciplinario, uno multidisciplinario y uno transdisciplinario. Las elaboraciones también deberán socializarse, reguladas por el docente, con la finalidad de afianzar los conocimientos construidos hasta el momento. Recordemos que sólo se trata de un diseño sobre cómo se abordaría señalando los aspectos que deberían integrarse. Se sugiere, durante las conclusiones, arribar a las reflexiones en dos sentidos: el primero sobre el conjunto de cualidades que hacen del cuerpo humano y de la homeostasis, sistemas; y segundo, las diferencias que existen entre los distintos enfoques en términos de posibilidades y limitaciones.

Para desarrollar el planteamiento de biodiversidad, se pretende proponer y promover que el estudiantado plantee dicho fenómeno como un sistema y enliste formas de cómo abordarlo desde un enfoque interdisciplinario. Dé tiempo suficiente y recursos para que libremente, pero con un seguimiento continuo, el grupo elabore la tarea, para ello, pueden estructurar un cronograma de actividades al inicio donde dispongan de la sala de medios, internet, biblioteca o el recurso disponible que tenga la escuela. Mientras ellos realizan su planteamiento, en alguna de las clases, proponga la revisión de una nota periodística actual y de relevancia en el contexto inmediato de los estudiantes donde se destaquen los aspectos sociales relacionados con la biodiversidad, por ejemplo, la tala de árboles en Michoacán para sembrar aguacate, la destrucción de manglares en Cancún por la construcción de hoteles o la construcción de carreteras en zonas sagradas para los indígenas; todos estos tienen implicaciones de corte político, económico, histórico, estético y cultural; además se propone la idea que los seres humanos, como parte y resultado de un sistema, deben desarrollar una mirada ética en las decisiones que toman, de manera que se comienzan a introducir más aristas para la comprensión de un fenómeno biológico como sistema complejo. Para concluir esta sesión se recomienda enlistar estas nuevas aristas y definir, e

incluso cuestionarse, ¿en los sistemas biológicos revisados con anterioridad, también se consideran los aspectos sociales (histórico, económico, político, estético, cultural y ético)?, ¿de qué manera? o ¿en qué otros sistemas biológicos se presentan? Estas preguntas pueden ser retóricas y no contestarse necesariamente en esta sesión, pero provocarán la inquietud en los estudiantes.

Para dar continuidad a las dudas anteriores, se sugiere que recomiende al estudiantado la revisión del documento *Interdisciplinariedad y sistemas complejos*, incluido en la bibliografía básica. Con los elementos que recuperen de la lectura, además de acercarse a las respuestas de las preguntas anteriores, podrán argumentar las características de un sistema complejo, por qué su estudio debe ser interdisciplinario, por qué se debe partir del reconocimiento de problemas en el contexto inmediato y por qué los fenómenos biológicos ahora se estudian como sistemas complejos, profundice en las reflexiones a este respecto, pues es la principal orientación de la unidad.

Como evidencia final de la primera unidad, se propone elegir un fenómeno de la biodiversidad para abordarlo como un sistema biológico complejo y enlistar la forma en que será abordado desde un enfoque interdisciplinario tomando en cuenta, para ello, el uso de referencias bibliográficas o, a través de medios electrónicos impulsando el uso de las Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC), Tecnologías del Aprendizaje y el Conocimiento (TAC), y Tecnologías del Empoderamiento y la participación (TEP), que les permitan realizar la descripción de un fenómeno biológico como sistema complejo donde se destaquen los aspectos científicos y sociales que permiten tener una visión holística del mismo.

Se sugiere fomentar procesos metacognitivos para la identificación de fortalezas y limitaciones frente a las tareas asignadas, con la intención de fortalecer las habilidades para un aprendizaje autónomo.

Es adecuado también, reconocer que existen distintos niveles de logro en cada estudiante, dependiendo de las competencias con que cuente al inicio del curso, para valorar cómo los procesos formativos impactan en el desarrollo y fomento de las mismas.

Evidencias

Texto donde se describa un fenómeno biológico de la biodiversidad como sistema complejo.

Criterios de evaluación

Conocimientos

- Define el fenómeno biológico seleccionado e identifica los factores, elementos, estructura, jerarquía, límites y organización e impacto que tienen en el ecosistema escolar.
- Reconoce las relaciones y condiciones que permean entre los componentes esenciales de un fenómeno biológico.
- Recupera ideas principales de distintas disciplinas en la explicación de un fenómeno biológico.
- Integra conocimientos de diversas áreas disciplinarias en la comprensión del fenómeno biológico.
- Genera modelos explicativos complejos con base en conocimientos, estrategias, técnicas y principios éticos sobre algún fenómeno biológico elegido.
- Argumenta con referentes teóricos y/o empíricos sus ideas.

Habilidades

- Asume responsabilidades en torno a su proceso de aprendizaje, al trabajo individual y colaborativo.
- Redacta de forma clara utilizando un vocabulario adecuado al tipo de escrito de que se trata.

- Utiliza distintos recursos para complementar la información (imágenes, cuadros, esquemas, etcétera).
- Consulta fuentes confiables y presenta información veraz y actual.
- Incluye al menos cinco citas textuales de fuentes confiables.
- Aplica correctamente la forma de citado APA.
- Gestiona de forma adecuada en distintos ámbitos de acción.
- Coevalúa de manera respetuosa y creativa los avances de sus compañeros.

Actitudes y valores

- Promueve la colaboración entre los participantes.
- Participa de forma responsable en la toma de decisiones.
- Valora constantemente la pertinencia de las actividades.
- Trabaja colaborativamente desde la inclusión y empatía.
- Regula su actuación al poner en discusión ideas nuevas e integrar otras en el aula y fuera de ella.
- Mantiene apertura a las ideas de los otros.
- Comparte sus aprendizajes y experiencias.
- Manifiesta indicadores de aprendizaje autónomo a través del interés por ampliar sus conocimientos.
- Desarrolla una mirada ética en la

atención de fenómenos biológicos.

- Respetar la diversidad de ideas y opiniones de los demás.
- Muestra honestidad al sistematizar la información y presentar avances.

Bibliografía básica

A Continuación, se presenta un conjunto de textos de los cuales el profesorado podrá elegir aquellos que sean de mayor utilidad, o bien, a los cuales tenga acceso, pudiendo sustituirlos por textos más actuales.

Bandiera, F., Martorell, C., Meave, J., y 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. En *Biodiversidad y Conservación*, vol. 14, núm. 5, pp. 1225-1240.

Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO). (2019). Sección Biodiversidad. Disponible en <https://bit.ly/3cArLsU>

García, R. (2011). Interdisciplinariedad y sistemas complejos. En *Revista Latinoamericana de Metodología de las Ciencias Sociales*, vol. 1, núm. 1, pp. 66-101. Disponible en <https://bit.ly/35QwFzt>

García, R. (2013). Investigación interdisciplinaria de sistemas complejos: lecciones del cambio climático. En *Interdisciplina*, vol. 1, núm. 1, pp. 193-205. Disponible en <https://bit.ly/3dELLom>

González, E. (1993). *Elementos Estratégicos para el Desarrollo de la Educación ambiental en México*. Universidad de Guadalajara. México: Fondo Mundial para la Naturaleza. Coordinación General de Ecología y Educación ambiental.

Halffter, G., Moreno, C. E., y Pineda, E. O. (2001). Manual para evaluación de la biodiversidad en reservas de la biosfera. Programa Iberoamericano de Ciencia y Tecnología para el Desarrollo, Zaragoza (España). Servicio de Evaluación Ambiental, Santiago, Chile; UNESCO, Santiago, Chile. Oficina Regional de Ciencia y Tecnología para América Latina y El Caribe,

Zaragoza (España). Sociedad Entomologica Aragonesa. Zaragoza (España). Disponible en <https://bit.ly/3dFY7CZ>

Henao, C., García, D., Aguirre, E., González, A., Bracho, R., Solórzano Movilla, J., y Arboleda, A. (2017). Multidisciplinariedad, interdisciplinariedad y transdisciplinariedad en la formación para la investigación en ingeniería. En *Revista Lasallista de Investigación*, vol. 14, núm. 1, pp. 179-197. Disponible en <https://bit.ly/2WGNLMc>

Goñi, J., y García, J. M. (2006). Dinámica de los sistemas biológicos modelando complejidad. Inicialización a la Investigación. En *Revista Electrónica*, núm. 1, pp. 1-9. Disponible en <https://go.aws/2LfmLhF>

Plascencia, R., Castañón, A., y Raz-Guzmán, A. (2011). La biodiversidad en México su conservación y las colecciones biológicas. En *Redalyc*. México: UNAM. Disponible en <https://bit.ly/2LgKYEh>

Bibliografía complementaria

Fundación Sicomoro (17 de enero de 2018). Sistemas Complejos, Biología y Ciencia: Entrevista con Ester Lázaro. [Archivo de video]. Disponible en <https://youtu.be/jFJA3nS6BGQ>

ADN Opinión (13 de agosto de 2017). La relación de los sistemas complejos y el pensamiento científico. [Archivo de video]. Disponible en <https://youtu.be/JtWgO2pPzJE>

FJ Simarro (13 de septiembre de 2019). Seres vivos como sistemas-4eso. [Archivo de video]. Disponible en <https://youtu.be/hRwn6m0IRj0>

Fundación Sicomoro (25 de mayo de 2016) Complejidad en Biología 1 de 4. Ester Lázaro. [Archivo de video] Disponible en <https://youtu.be/kZ2goPUR8aQ>

Fundación Sicomoro (26 de mayo de 2016). Complejidad en Biología 2 de 4. Ester Lázaro. [Archivo de video]. Disponible en https://youtu.be/Q_IRylyEw_Q

Fundación Sicomoro (27 de mayo de 2016). Complejidad en Biología 3 de 4. Ester Lázaro. [Archivo de video]. Disponible en <https://youtu.be/GPqI86CtLio>

Fundación Sicomoro (28 de mayo de 2016). Complejidad en Biología 4 de 4. Ester Lázaro. [Archivo de video]. Disponible en <https://youtu.be/fGmgGmo523g>

Universidad de los Andes (13 de febrero de 2014). Un enfoque desde la complejidad de los sistemas socioecológicos - Berta Martín López. [Archivo de video]. Disponible en <https://youtu.be/-Qn8u8v3fHg>

Unidad de aprendizaje II. Metodologías para abordar proyectos interdisciplinarios

La enseñanza multidisciplinaria debe promover una cultura científica entendida como el dominio del conocimiento científico, la capacidad del pensamiento crítico sobre una determinada situación, así como la capacidad de aplicar este conocimiento para resolver problemas de la sociedad en la que se vive, para desarrollar principios y normas de conducta responsables y conscientes, individuales y colectivas que permitan generar opiniones, actitudes críticas y hacer frente a la vida diaria.

En esta segunda unidad, cada estudiante ampliará el conocimiento que tiene con respecto a la enseñanza de las ciencias, de manera particular, sobre las estrategias didácticas que se utilizan en los enfoques interdisciplinarios y transdisciplinarios como CTS y STEM que promueven incluir estrategias diversificadas fundamentadas en una perspectiva socio-constructivista como la resolución de problemas, el debate, el diálogo, la argumentación y las investigaciones sobre cuestiones donde las relaciones entre la ciencia, la tecnología, el ambiente y la sociedad se manifiesten para tomar decisiones informadas sobre problemáticas actuales.

Los enfoques interdisciplinarios como CTS y STEM requieren priorizar el aprendizaje de conceptos que sean importantes y relevantes para las necesidades del grupo de estudiantes, para el progreso social y para el bien común, centrando la enseñanza en temas científicos socio-ambientales relevantes y polémicos. Por esta razón, en esta unidad se propone realizar análisis de casos simulados y un planteamiento metodológico que permita al estudiante valorar la riqueza que se logra en el estudio de estas temáticas si se realiza de forma holística retomando la idea de sistemas biológicos, trabajada en la unidad anterior.

Competencias a las que contribuye la unidad de aprendizaje

Competencias genéricas

- Soluciona problemas y toma decisiones utilizando su pensamiento crítico y creativo.
- Aprende de manera autónoma y muestra iniciativa para auto-regularse y fortalecer su desarrollo personal.
- Colabora con diversos actores para generar proyectos innovadores de impacto social y educativo.

- Utiliza las tecnologías de la información y la comunicación de manera crítica.
- Aplica sus habilidades lingüísticas y comunicativas en diversos contextos.

Competencias profesionales

Utiliza conocimientos de la biología y su didáctica para hacer transposiciones de acuerdo a las características y contextos de los estudiantes a fin de abordar los contenidos curriculares de los planes y programas de estudio vigentes.

- Caracteriza a la población estudiantil con la que va a trabajar para hacer transposiciones didácticas congruentes con los contextos y los planes y programas.
- Articula el conocimiento de la biología y su didáctica para conformar marcos explicativos y de intervención eficaces.
- Relaciona sus conocimientos de la biología con los contenidos de otras disciplinas desde una visión integradora para propiciar el aprendizaje de sus estudiantes.

Diseña los procesos de enseñanza y aprendizaje de acuerdo con los enfoques vigentes de la biología, considerando el contexto y las características de los estudiantes para lograr aprendizajes significativos.

- Reconoce los procesos cognitivos, intereses, motivaciones y necesidades formativas de los estudiantes para organizar las actividades de enseñanza y aprendizaje.
- Propone situaciones de aprendizaje de la biología, considerando los enfoques del plan y programa vigentes; así como los diversos contextos de los estudiantes.
- Relaciona los contenidos de la biología con las demás disciplinas del Plan de Estudios vigente.

Evalúa los procesos de enseñanza y aprendizaje desde un enfoque formativo para analizar su práctica profesional.

- Reflexiona sobre los procesos de enseñanza y aprendizaje, y los resultados de la evaluación, para hacer propuestas que mejoren su propia práctica.

Gestiona ambientes de aprendizaje colaborativos e inclusivos para propiciar el desarrollo integral de los estudiantes.

- Utiliza información del contexto en el diseño y desarrollo de ambientes de aprendizaje incluyentes.

Utiliza la innovación como parte de su práctica docente para el desarrollo de competencias de los estudiantes.

- Implementa la innovación para promover el aprendizaje de la biología en los estudiantes.
- Utiliza las Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC), Tecnologías del Aprendizaje y el Conocimiento (TAC), y Tecnologías del Empoderamiento y la Participación (TEP) como herramientas de construcción para favorecer la significatividad de los procesos de enseñanza y aprendizaje.

Actúa con valores y principios cívicos, éticos y legales inherentes a su responsabilidad social y su labor profesional con una perspectiva intercultural y humanista.

- Sustenta su labor profesional en principios y valores humanistas que fomenten dignidad, autonomía, libertad, igualdad, solidaridad y bien común, entre otros.
- Fundamenta su práctica profesional a partir de las bases filosóficas, legales y la organización escolar vigentes.
- Soluciona de manera pacífica conflictos y situaciones emergentes.

Competencias disciplinarias

Analiza la dinámica de los ecosistemas y, de forma crítica, los efectos antropogénicos en ellos, para intervenir con acciones responsables en el marco de la sostenibilidad.

- Reconoce la conformación de los ecosistemas, su dinámica y sus modificaciones, así como los fenómenos naturales que han propiciado cambios en ellos a través del tiempo.

Propone acciones responsables y pertinentes para preservar la salud, a partir de establecer la relación biología-salud y de la comprensión del funcionamiento integral del cuerpo humano.

- Establece la relación que existe entre los distintos aparatos y sistemas del cuerpo humano.

Emplea modelos, analogías y actividades prácticas, considerando sus alcances y límites, como estrategias metodológicas para favorecer el pensamiento científico en el campo de la biología.

- Utiliza modelos que permitan explicar fenómenos biológicos que están fuera del alcance de la observación directa y, de manera simplificada identificar relaciones conceptuales.
- Diseña y realiza actividades prácticas para desarrollar habilidades de pensamiento científico.

Propósito de la unidad de aprendizaje

Cada estudiante normalista analice enfoques interdisciplinarios de enseñanza CTS y STEM mediante el estudio de casos simulados y diversos planteamientos metodológicos para identificar los aspectos que comparten y valorar el grado de comprensión que se logra en el estudio de los fenómenos biológicos cuando se realiza de manera holística.

Contenidos

Enfoque CTS-CTSA: las vacunas

- Directrices pedagógicas
- Meta educativa del enfoque
- Casos simulados para aprender
- Las vacunas, caso simulado

Enfoque STEM-STEAM: el cambio climático

- Directrices pedagógicas
- Meta educativa del enfoque
- Ejercicio interdisciplinario: el cambio climático

Actividades de aprendizaje

Se sugiere presentar al grupo de estudiantes ejemplos sobre el enfoque CTS y CTSA y, por equipos de tres o cuatro integrantes, sean revisados para identificar las características que presentan sin recurrir a otras fuentes de consulta; se sugieren dos propuestas: la vacuna del SIDA: un caso sobre salud,

investigación y derechos sociales y, aplicación del enfoque ciencia, tecnología, sociedad y ambiente ante problemas reales: el deshielo del ártico, pero el docente puede elegir otras propuestas, de acuerdo a las necesidades del grupo de estudiantes y su entorno. La finalidad es identificar algunas de las características del enfoque, primero a partir de sus saberes. Pueden realizar un organizador de dichos elementos para visualizar de forma más clara cuáles son las orientaciones pedagógicas y el tratamiento de los conocimientos que se realizan en las propuestas.

Una vez que hayan concluido con los organizadores, los compartirán con los demás equipos y señalarán las semejanzas y diferencias que hay entre ellos para plantear dudas y preguntas con el propósito de ir a la indagación en fuentes de consulta confiables como las que se encuentran en la bibliografía básica. Con la información obtenida, los estudiantes retomarán los textos revisados e identificarán los aspectos señalados en las diversas fuentes de consulta contrastándolos con los que registraron en el organizador elaborado para complementarlo o reestructurarlo con apoyo de la nueva información.

Finalmente, socializarán los avances logrados sobre el enfoque CTS-CTSA y explicarán qué es un caso simulado y cuál es su utilidad didáctica. Se pedirá que en forma grupal realicen un bosquejo sobre un caso simulado sobre la vacuna para el COVID 19, haciendo uso de la información existente en los diferentes medios de comunicación. Cabe mencionar que no se trata de que realicen el ejercicio, sino que planteen de forma colaborativa una propuesta general sobre las diversas áreas o disciplinas que pudieran estar involucradas en la toma de decisiones a partir, en este caso, de las experiencias que se están viviendo en esta época. Finalmente, pueden autoevaluar su bosquejo planteando ellos mismos los indicadores tomando como base la información indagada. Cada docente deberá, en todo momento, promover el análisis y el intercambio de ideas entre quienes participen, sin dar orientaciones sobre los diferentes aspectos de forma directa, sino a partir de cuestionamientos constantes.

Se sugiere preguntar al grupo de estudiantes sobre lo que han escuchado sobre el enfoque STEM. Si no hay claridad en las ideas, se recomienda apoyarse en algún ejemplo para que cada estudiante se integre en equipos y colectivamente, identifiquen algunas de las características de dicho enfoque. Se puede presentar otro ejemplo en el que aplique el enfoque ahora denominado STEAM para observar las semejanzas y diferencias que les permitan explicar cuáles son los aspectos que comparten con el enfoque CTS-CTSA y cuáles son las estrategias que se utilizan en cada uno de ellos. Es conveniente promover en los estudiantes el análisis y la reflexión sobre la importancia de la interdisciplinariedad que se promueve con estos enfoques

además de la constante indagación que deben realizar para la mejora de la calidad educativa.

Por equipos, se propone realizar una descripción general sobre cómo abordarían el fenómeno del cambio climático utilizando el enfoque STEAM, para compartirlo con el grupo y valorar la riqueza que se logra en el estudio de estas temáticas si se realiza de forma holística retomando la idea de sistemas biológicos trabajada en la unidad anterior. Es importante además, hacer énfasis en que aunque muchas de las experiencias con este enfoque se han realizado en otros países, en México se está promoviendo fuertemente, a través de diversos actores sociales. Se sugiere que revisen el documento de Visión STEM en México para elaborar un cuadro comparativo en forma grupal sobre las orientaciones didácticas y las metas educativas que tienen este enfoque y el CTS-CTSA.

Evidencias

Criterios de evaluación

Infografía.

Conocimientos

- Plantea explicaciones sobre la alfabetización científica y la dimensión ideológica de la enseñanza de las ciencias.
- Reconoce las interacciones entre la ciencia, la tecnología y la sociedad.
- Explica las implicaciones de los avances tecnológicos en el tratamiento de enfermedades.
- Argumenta cómo los avances de la ciencia y la tecnología permiten prevenir enfermedades, mejorar la salud y aumentar la esperanza de vida.
- Propone estrategias didácticas interdisciplinarias y transdisciplinarias que permitan proponer acciones tendientes a lograr escenarios ambientales deseables.

- Presenta un organizador gráfico para comparar las orientaciones pedagógicas y el tratamiento de los conocimientos que se realizan en propuestas CTS-CTSA.
- Explica qué es un caso simulado y cuál es su utilidad didáctica.
- Realiza una propuesta sobre las diversas áreas o disciplinas que pueden estar involucradas en la toma de decisiones sobre un caso simulado de la vacuna para el COVID 19.
- Reconoce que el enfoque STEM-STEAM permite innovar para contribuir a resolver retos marcados en la Agenda 2030 de la ONU, que incluye 17 Objetivos del Desarrollo Sostenible que buscan poner fin a la pobreza, luchar contra la desigualdad y la injusticia y hacer frente al cambio climático.

Habilidades

- Selecciona información en los diferentes medios de comunicación.
- Consulta fuentes confiables y presenta información veraz y actual.
- Relaciona ideas sobre los aspectos sociales, biológicos, económicos, ambientales en la enseñanza de la ciencia.
- Relaciona contenidos de biología con los de otras asignaturas
- Maneja la metodología para el diseño de un proyecto

interdisciplinario.

- Elabora de organizadores gráficos.
- Asume responsabilidades en torno a su proceso de aprendizaje, al trabajo individual y colaborativo.
- Participa de forma responsable en la toma de decisiones.
- Promueve la colaboración entre los participantes.
- Argumenta con referentes teóricos y/o empíricos sus ideas.
- Coevalúa de manera respetuosa y creativa los avances de sus compañeros.

Actitudes y valores

- Trabaja colaborativamente desde la inclusión y empatía.
- Regula su actuación al poner en discusión ideas nuevas e integrar otras en el aula y fuera de ella.
- Mantiene apertura a las ideas de los otros.
- Comparte sus aprendizajes y experiencias.
- Manifiesta indicadores de aprendizaje autónomo a través del interés por ampliar sus conocimientos.
- Muestra autonomía para el diseño de un proyecto interdisciplinario.
- Desarrolla una mirada ética en la atención de fenómenos biológicos.
- Respeta la diversidad de ideas y opiniones de los demás.
- Muestra honestidad al sistematizar la información y presentar avances.

Bibliografía básica

A Continuación, se presenta un conjunto de textos de los cuales el profesorado podrá elegir aquellos que sean de mayor utilidad, o bien, a los cuales tenga acceso, pudiendo sustituirlos por textos más actuales.

Acevedo, J. A. (1996a). Cambiando la práctica docente en la enseñanza de las ciencias a través de CTS. Versión electrónica. En *Sala de Lecturas CTS+I de la OEI*. Disponible en <http://www.campus-oei.org/salactsi/acevedo2.htm>

Alianza para la Promoción de STEM (2019). *Visión STEM para México*. Disponible en <https://lacienciaentuescuela.edu.mx/?q=secciones/publicaciones/publicaciones.html>

Caamaño, A. y A. Vilches (2001). La alfabetización científica y la educación CTS: un elemento esencial de la cultura de nuestro tiempo. En *Enseñanza de las Ciencias*, número extra, tomo 2 (VI Congreso), pp. 21-22.

De Toledo, M., y Camero, R. E. (2015). Desarrollo de cinco recursos con enfoque CTS para la Enseñanza del Sistema Respiratorio, Circulatorio y Digestivo. En *Revista de Investigación*, vol. 39, núm. 85, pp. 63-91. Disponible en http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1010-29142015000200005

Fernández, I.; Pires, D. M. y Villamán, R. M. (2014). Educación Científica con enfoque Ciencia-Tecnología-Sociedad-Ambiente. Construcción de un instrumento de análisis de las directrices curriculares. En *Scielo*. Formación Universitaria, vol. 7, núm. 5. Disponible en https://scielo.conicyt.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0718-50062014000500004

García, Y., González, D. S.R., y Oviedo, F. B. (2017). Actividades STEM en la formación inicial de profesores: nuevos enfoques didácticos para los desafíos del siglo XXI. En *Diálogos educativos*, núm. 33, pp. 35-46.

González, E. (1993). *Elementos Estratégicos para el Desarrollo de la Educación Ambiental en México*. Universidad de Guadalajara, México: Fondo Mundial para la Naturaleza. Coordinación General de Ecología y Educación ambiental.

Martín, M. (2005). *La vacuna del SIDA: un caso sobre salud, investigación y derechos sociales*. Madrid: OEI.

- Plascencia, R. Castañón, A., y Raz-Guzmán, A.** (2011) La biodiversidad en México su conservación y las colecciones biológicas. En *Redalyc*, núm. 101, pp. 36-43. Distrito Federal, México: Universidad Nacional Autónoma de México. Disponible en <https://www.redalyc.org/pdf/644/64419046005.pdf>
- Prieto, T., España, E. y Martín, C.** (2011). Algunas cuestiones relevantes en la enseñanza de las ciencias desde una perspectiva Ciencia-Tecnología y Sociedad. En *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, vol. 9, núm. , pp. , 71-77. Disponible en https://rodin.uca.es/xmlui/bitstream/handle/10498/14625/4_Prieto_et_al_2012.pdf?sequence=6 (Consultado el 13 de mayo de 2020).
- Página oficial de Iberciencia. OEI. Sección Casos simulados. Ciencia y tecnología para aprender a participar. Disponible en <http://ibercienciaoei.org/casos.php>
- Ruiz, A. G., y Guío, M. C.** (2009). Aplicación del enfoque ciencia, tecnología, sociedad y ambiente ante problemas reales: el deshielo del ártico. *Enseñanza de las ciencias: revista de investigación y experiencias didácticas*, (extra), pp. 1081-1087.
- Santillán Aguirre, J. P., Cadena Vaca, V. del C., y Cadena Vaca, M.** (2019). Educación Steam: entrada a la sociedad del conocimiento. En *Ciencia Digital*, vol. 3, núm. 3.4, pp. 212-227. Disponible en <https://doi.org/10.33262/cienciadigital.v3i3.4.847>.
- Solbes, J.; Vilches, A. y D. Gil** (2002). Papel de las interacciones CTS en el futuro de la enseñanza de las ciencias. En P. Membiela (Ed.), *Enseñanza de las ciencias desde la perspectiva ciencia-tecnología-sociedad. Formación científica para la ciudadanía*. Madrid: Narcea, pp. 221-231.
- Sutz, J.** (1998). Ciencia, tecnología y sociedad: argumentos y elementos para una innovación curricular. En *OEI, Revista iberoamericana de educación, ciencia, tecnología y sociedad ante la educación*, núm. 18, pp. 145-169.
- Zamorano Escalona, T., García Cartagena, Y., y Reyes González, D.** (2018). Educación para el sujeto del siglo XXI: principales características del enfoque STEAM desde la mirada educacional. En *Cont-Extos: Estudios De Humanidades Y Ciencias Sociales*, núm. 41, Disponible en <http://revistas.umce.cl/index.php/contextos/article/view/1395>

Bibliografía Complementaria

- Acevedo, J. A.** (1996b). La tecnología en las relaciones CTS. Una aproximación al tema. En *Enseñanza de las Ciencias*, vol. 14, núm. 1, pp. 35-44.

- Caamaño, A. y Vilches, A.** (2001). La alfabetización científica y la educación CTS: un elemento esencial de la cultura de nuestro tiempo. En *Enseñanza de las Ciencias*, número extra, tomo 2 (VI Congreso), pp. 21-22.
- Manassero, M. A. y Vázquez, A.** (2002). Instrumentos y métodos para la evaluación de las actitudes relacionadas con la ciencia, la tecnología y la sociedad. En *Enseñanza de las Ciencias*, vol. 20, núm. 1, pp. 15-27.
- Silva, E. E.** (2005). Estrategias constructivistas en el aprendizaje significativo: su relación con la creatividad. En *Revista Venezolana de Ciencias Sociales*, vol. 9, núm. 1, pp. 178-203. Disponible en <https://www.redalyc.org/pdf/309/30990112.pdf>

Unidad de aprendizaje III. Diseño de un proyecto interdisciplinario

En esta última unidad se concretan los aprendizajes del curso en cuanto a reconocer los fenómenos biológicos bajo el enfoque de sistemas, identificando los distintos componentes y cómo interactúan entre sí en el que el todo es más que la suma de las partes, en virtud de las propiedades emergentes, tanto en los llamados individuos como en los distintos niveles de organización biológica.

Al diseñar un proyecto libre, es decir, que responda al gusto e interés de cada estudiante, se consolidan los aprendizajes procedimentales que se han venido desarrollando en la carrera, particularmente en este curso deberán, además, definir y argumentar el enfoque bajo el cual proponen el estudio interdisciplinario.

Competencias a las que contribuye la unidad de aprendizaje

Competencias genéricas

- Soluciona problemas y toma decisiones utilizando su pensamiento crítico y creativo.
- Aprende de manera autónoma y muestra iniciativa para auto-regularse y fortalecer su desarrollo personal.
- Colabora con diversos actores para generar proyectos innovadores de impacto social y educativo.
- Utiliza las tecnologías de la información y la comunicación de manera crítica.
- Aplica sus habilidades lingüísticas y comunicativas en diversos contextos.

Competencias profesionales

Utiliza conocimientos de la biología y su didáctica para hacer transposiciones de acuerdo a las características y contextos de los estudiantes a fin de abordar los contenidos curriculares de los planes y programas de estudio vigentes.

- Relaciona sus conocimientos de la biología con los contenidos de otras disciplinas desde una visión integradora para propiciar el aprendizaje de sus estudiantes.

Diseña los procesos de enseñanza y aprendizaje de acuerdo con los enfoques vigentes de la biología, considerando el contexto y las características de los estudiantes para lograr aprendizajes significativos.

- Propone situaciones de aprendizaje de la biología, considerando los enfoques del plan y programa vigentes; así como los diversos contextos de los estudiantes.
- Relaciona los contenidos de la biología con las demás disciplinas del Plan de Estudios vigente.

Utiliza la innovación como parte de su práctica docente para el desarrollo de competencias de los estudiantes.

- Implementa la innovación para promover el aprendizaje de la biología en los estudiantes.

Actúa con valores y principios cívicos, éticos y legales inherentes a su responsabilidad social y su labor profesional con una perspectiva intercultural y humanista.

- Sustenta su labor profesional en principios y valores humanistas que fomenten dignidad, autonomía, libertad, igualdad, solidaridad y bien común, entre otros.

Competencias disciplinarias

Propone acciones responsables y pertinentes para preservar la salud, a partir de establecer la relación biología-salud y de la comprensión del funcionamiento integral del cuerpo humano.

- Establece la relación que existe entre los distintos aparatos y sistemas del cuerpo humano.

Emplea modelos, analogías y actividades prácticas, considerando sus alcances y límites, como estrategias metodológicas para favorecer el pensamiento científico en el campo de la biología.

- Utiliza modelos que permitan explicar fenómenos biológicos que están fuera del alcance de la observación directa y, de manera simplificada identificar relaciones conceptuales.
- Diseña y realiza actividades prácticas para desarrollar habilidades de pensamiento científico.

Propósito de la unidad de aprendizaje

Que cada estudiante normalista diseñe un proyecto integrando diversas áreas del saber, acorde con los contenidos del plan de estudios en secundaria, con la intención de fortalecer el tejido social mediante una visión sistémica y cuya resolución fomente el trabajo conjunto con otros actores educativos.

Contenidos

Fuentes primarias de Información sobre problemas interdisciplinarios

- Indagación en internet en páginas confiables
- Pláticas con expertos
- Visitas a industrias, parques, zoológicos, laboratorios de investigación

Diseño de un proyecto interdisciplinario libre

- Definición del tema
- Delimitación del problema
- Selección de la metodología
- Selección de la modalidad didáctica

Comunicación y evaluación del proyecto diseñado

- Obtención de resultados
- Redacción del informe final
- Exposición del proyecto

Actividades de aprendizaje

Teniendo en cuenta que esta unidad consolida lo aprendido en las dos anteriores, en todo momento se debe hacer referencia a los sistemas biológicos y a la metodología para abordar problemas complejos.

Si bien, es posible que trabajen colaborativamente por la naturaleza del curso y debido a que en esta unidad se espera que las y los estudiantes actúen de manera autónoma y demuestren sus habilidades en el diseño de un proyecto libre –lo cual no es inesperado toda vez que frecuentemente en su formación profesional los han desarrollado como método de aprendizaje– es recomendable que lo hagan de manera individual.

Por lo anterior, se les debe dar libertad de decidir el tema a desarrollar, pero habrá que estar atentos; primero, a que efectivamente gire en torno a algún sistema biológico; segundo, a que logren delimitarlo adecuadamente y; tercero, que no repitan alguno de los estudiados en unidades anteriores o el que se propone al final del curso como actividad integradora. Una recomendación que puede hacer a sus estudiantes es que el tema elegido contribuya a solucionar o atender alguna problemática social, considere como ejemplos fortalecer el tejido social, eliminar la discriminación, exclusión y violencia mediante un enfoque de género y derechos humanos.

Otro aspecto a considerar es que se trata del diseño de un proyecto interdisciplinario, esto es, no necesariamente habrán de implementarlo, dado que eso significaría movilizar al colectivo docente de un plantel respecto al problema seleccionado, lo cual puede generar dificultades operativas difíciles de solucionar. Sin embargo, aunque no sea una obligación, si algún estudiante cuenta con la posibilidad de llevarlo a la práctica será altamente deseable desde el punto de vista formativo y por el impacto social que pueda tener.

Se recomienda representar un reto, que las y los estudiantes elijan de manera libre el tema a trabajar, dado que nadie tiene los conocimientos suficientes ni el dominio de todas las tramas, sin embargo, el docente sí tiene la experiencia y las habilidades metodológicas para orientar y sugerir acciones eficaces para que los docentes en formación, independientemente del tema, sigan los procedimientos adecuados para realizar un proyecto interdisciplinario.

La unidad inicia con actividades que les permitan acercarse a problemas complejos a través de distintas fuentes de información, deben mirarse como actividades estimulantes que les ayuden a definir sus gustos e intereses. Revisar videos de conferencias, o de programas científicos diversos y documentos escritos de fuentes académicas confiables, es una manera de acercarse a problemas complejos a escala global, pero también las pláticas con una persona experta y las visitas, presenciales o virtuales, a centros de investigación como el Centro de Estudios de Ciencias de la Complejidad (C3) de la UNAM o el CINVESTAV del IPN son fuente de conocimientos que la mayor parte del estudiantado desconoce y que pueden abrirles rutas de investigación actuales, novedosas e interesantes.

Debido a la diversidad estudiantil es posible que, ante la posibilidad de elegir el tema de manera libre, algunos estudiantes lo hagan sin mayores dificultades, pero es factible también que algunos se muestren confundidos o desorientados. Para apoyar a estos últimos, y como última instancia, se recomienda que el profesor del curso cuente con una gama de temas para proponerles. Algunos problemas complejos que pueden resultar del interés del

estudiantado son las pandemias, los desechos, el síndrome metabólico, la diabetes, el agua y el aprendizaje, entre otros.

Es útil recordar que en términos generales los sistemas complejos se caracterizan por ser todavía impredecibles, estar autoorganizados, ser inestables, es decir, mantener fluctuaciones y con comportamientos que se pueden definir como caóticos.

Una vez definido el tema del proyecto, es recomendable elaborar un esquema que exponga las aportaciones de las distintas disciplinas involucradas alrededor del problema elegido, esto ayudará a decidir qué disciplinas se incorporarán en el proyecto, y quizá igual de importante, cuáles no se incorporarán, a mirarlo de manera sistémica y a delimitarlo en función de las posibilidades del estudiante. Tenga presente que se incorporen tanto el uso de las matemáticas como las disciplinas científicas sociales y naturales, la tecnología no sólo entendida como TICS, sino en su concepto amplio, como el saber hacer tecnológico para resolver problemas y satisfacer necesidades humanas. De este análisis debe surgir el propósito del proyecto.

La selección de la metodología, es un aspecto central en el que las experiencias de las unidades anteriores cobrarán un nuevo sentido formativo, y cada estudiante podrá valorar las ventajas y desventajas de un enfoque CTSA o STEAM para su proyecto. Asimismo, al momento de decidir la modalidad didáctica pondrán en acción los saberes conceptuales, procedimentales y actitudinales respecto al análisis de casos, resolución de un problema, proyecto e indagación documental.

Particularmente en esta unidad, y en función del tema del proyecto, podrán discutir la posibilidad de diseñar un prototipo que permita darle salida a los temas de tecnología e ingeniería; o experimentos mediante los cuales logren resolver problemas científicos o incluso, también tecnológicos.

Finalmente, no habrá de olvidarse que el logro del propósito de la unidad, contribuye en buena medida a que los estudiantes alcancen el del curso. Por lo que será importante que lleguen al diseño de su proyecto interdisciplinario libre, aplicando el aprender haciendo y analizando situaciones parecidas a las que emplearán durante su desempeño profesional.

Tarea integradora

Si bien esta actividad se realiza al final del curso, es altamente recomendable que se platique de ella desde el encuadre, ya que cada estudiante deberán estar muy atentos a los sucesos del entorno, local, estatal, regional, nacional y mundial.

Lo anterior debido a que, al llegar a este punto del curso, deberán realizar un ensayo en el que desarrolle el análisis interdisciplinario de un caso de actualidad o un análisis de incidente crítico.

Este último se define como un evento o suceso espacial y temporalmente determinado que afecta significativamente el estado emocional de cada docente y, consecuentemente, desestabiliza su acción pedagógica. El valor formativo de estos incidentes reside en que su análisis posibilita cambios profundos en las concepciones, estrategias y sentimientos del maestro, lo que a su vez propicia transformaciones en la práctica docente.

De este modo, el enfoque centrado en el aprendizaje sugiere que éste se logra en la medida en que resulta significativo y trascendente para el estudiante, en tanto se vincula con su contexto, la experiencia previa y condiciones de vida; de ahí que los contenidos curriculares, más que un fin en sí mismos, se constituyen en medios que contribuyen a que cada estudiante se apropie de una serie de referentes para la conformación de un pensamiento crítico y reflexivo³

Un ejemplo de incidente crítico es la pandemia ocasionada por el virus: SARS-CoV-2, fenómeno global que impactó en prácticamente todos los aspectos de la vida como los económicos, políticos, culturales, ecológicos, laborales, escolares, en el ámbito de la salud, y muchos más. Este incidente marcó un parteaguas, pero sin duda, entre los cambios que trajo como consecuencia fue hacer que las personas voltearan la mirada a la ciencia, particularmente a la biología para comprender que es un virus, cómo se reproduce, transmite y la urgencia de contar con una vacuna. Con el tiempo, este episodio pasará y dejará de ser actual, pero es un buen ejemplo de tema para la tarea integradora. Como se puede percibir, se trata de encontrar fenómenos reales dentro del contexto de los estudiantes.

Si consideramos que el conocimiento emerge en contextos significativos para el sujeto, este ensayo busca que el estudiante lea su entorno de una manera distinta a como lo ha venido haciendo, los seres humanos construimos la concepción de la realidad y del mundo en que vivimos mediante nuestra interacción con él.

Durante el curso, cada docente en formación aprendió cómo analizar fenómenos biológicos en situaciones simuladas, ahora se presenta la posibilidad de generalizar y transferir esas habilidades y conocimientos a otros contextos para activar su capacidad en el manejo de la información y emplearla

³ DOF (2028). ACUERDO número 14/07/18 por el que se establecen los planes y programas de estudio de las licenciaturas para la formación de maestros de educación básica, que se indican. Anexo 12. Licenciatura en Enseñanza y Aprendizaje de la Biología en Educación Secundaria.

en el análisis y solución de problemas. Esto sin duda reduce la distancia entre teoría y práctica mediante un proceso de estudio centrado en los problemas del medio, con el fin de transformarlo en beneficio de la comunidad.

En un primer momento, cada estudiante dependió de los temas y de la guía de su docente titular; en un segundo momento, enfrentó la posibilidad de actuar por sí mismo y de asumir la responsabilidad de su actuar al resolver independientemente un proyecto libre. Ahora es momento de la consolidación de sus aprendizajes.

La organización y cultura de la sociedad se está transformando constantemente, lo cual exige cambios en nuestros procesos mentales. Estos ajustes nos facultan para adecuarnos y para actuar sobre nuestra realidad transformando dialécticamente el medio. Esta construcción es individual, dinámica y se da a través de la experiencia y por el contacto con los demás, sin embargo, las habilidades personales para leer el ambiente y explicar los fenómenos de manera interdisciplinaria se deben desarrollar mediante tareas que nos lo exijan.

Por eso reiteramos la necesidad de que durante el curso el grupo de estudiantes esté pendiente de los acontecimientos nacionales e internacionales a fin de que detecten aquel que considere adecuado para ser trabajado en la tarea integradora.

Es preciso considerar que cada estudiante tiene una interpretación personal dado que su historia de vida con los fenómenos es distinta, por ello, se plantea que esta actividad se desarrolle mediante la elaboración de un ensayo, pues más que productos correctos o incorrectos se requiere de plasmar por escrito el análisis formal que demuestre su aprendizaje activo y la comprensión multidimensional de un fenómeno o problemática biológica. El ensayo es un instrumento de creación literaria que muestra la reflexión y deliberación sobre ideas en ocasiones coherentes y en otras contradictorias, la manera de encarar dilemas y el arribo a representaciones personales que le dan sentido a la realidad, a la realidad del que lo escribe con base a sus habilidades comunicativas, y a los conceptos, procedimientos y valores interrelacionadas en forma holística.

La idea es que esta tarea integradora contribuya a formar un sujeto que dentro de su comunidad pueda sostener una dinámica de introspección permanente para, entre otras cosas, tomar sus propias decisiones y expresar sus ideas en el ámbito educativo y como ciudadano.

Cuando el docente en formación analiza sus propias vivencias de su propia experiencia surge el aprendizaje de manera espontánea e independiente.

Sugerencias de evaluación

Evidencias	Criterios de evaluación
Proyecto libre	<p data-bbox="784 506 984 537">Conocimientos</p> <ul data-bbox="797 554 1362 1304" style="list-style-type: none">• Define el concepto de sistema y sistema complejo.• Describe los aspectos biológicos, socio-culturales, económicos y físico-químicos del tema elegido.• Utiliza los aportes de los campos tecnológicos al estudio del tema seleccionado.• Aplica los conocimientos de varias áreas del saber, en función de las disciplinas involucradas dentro del proyecto.• Sustenta con argumentos sólidos la pertinencia del proyecto• Relaciona contenidos de biología con los de otras asignaturas.• Aplica el enfoque de género y derechos humanos en el diseño de su proyecto. <p data-bbox="784 1320 943 1352">Habilidades</p> <ul data-bbox="797 1369 1362 1803" style="list-style-type: none">• Aplica las fases de construcción de un proyecto.• Realiza búsquedas de información en fuentes primarias y confiables.• Sustenta coherentemente la selección de un tema de interés.• Manejo de la metodología para el diseño de un proyecto interdisciplinario.• Utiliza organizadores gráficos para ejemplificar sus ideas.

- Incluye modelos y/o prototipos que describan la problemática o representen situaciones reales.
- Redacta respetando las reglas gramaticales y de ortografía.
- Presenta los resultados del proyecto en un informe final.
- Comunica los resultados de su diseño en un informe final mediante un ensayo.
- Expone los resultados del proyecto.

Actitudes y valores

- Demuestra su autonomía para el diseño de un proyecto interdisciplinario.
- Muestra su iniciativa y autorregulación.
- Mantiene un pensamiento crítico en el diseño del proyecto.
- Muestra responsabilidad hacia la tarea.
- Demuestra su gusto por investigar en diversas fuentes.
- Colabora con diversos actores para generar proyectos interdisciplinarios.
- Muestra respeto por las diferentes formas de pensar.
- Respeta la diversidad.
- No discrimina, excluye y rechaza la violencia.

Tarea integradora

Ensayo

Conocimientos

- Presenta un análisis personal del problema o fenómeno abordado.
- Expone un análisis interdisciplinario del tema seleccionado.
- Explica con claridad los aspectos teóricos trabajados en el ensayo.
- Argumenta las razones que lo llevaron a elegir el tema.
- Establece la relación entre las líneas argumentativas y su papel docente.
- Utiliza los elementos teóricos para sustentar sus ideas.

Habilidades y valores

- Muestra claridad en el planteamiento del problema al incluir al menos: un planteamiento, una pregunta, un propósito y un contraste de ideas.
- Utiliza citas textuales como apoyo a sus argumentaciones.
- Especifica la contribución personal y en qué grado es original su ensayo
- Incluye una introducción, desarrollo y conclusión.
- Utiliza la pregunta como generadora del análisis y conclusiones.
- Presenta la tesis-antítesis y síntesis.
- Establece una conexión lógica entre los conceptos utilizados.
- Desarrolla suficientemente los aspectos tratados y son coherentes con el tema elegido.
- Incluye opiniones personales argumentadas.

- Incluye los elementos estructurales de un ensayo.
- Redacta observando las reglas gramaticales y ortográficas.
- Incluye citas, fuentes y referencias con la citación APA.
- Muestra dominio del vocabulario científico en la presentación del ensayo.

Actitudes y valores

- Demuestra capacidad para el aprendizaje autónomo.
- Respeta la diversidad biológica, cultural y social.
- Muestra una posición personal ante el tema del ensayo.
- Manifiesta el pensamiento crítico en las ideas del texto.
- Da cuenta de interés por ampliar sus conocimientos.
- Muestra respeto a las ideas de los autores consultados al darles el crédito correspondiente.

Bibliografía básica

A Continuación, se presenta un conjunto de textos de los cuales el profesorado podrá elegir aquellos que sean de mayor utilidad, o bien, a los cuales tenga acceso, pudiendo sustituirlos por textos más actuales.

La Cueva, A. (2008). *Ciencia y tecnología. Reforma integral de la educación básica. Secundaria*. México: SEP, p. 216.

Zamorano Escalona, T., García Cartagena, Y., y Reyes González, D. (2018). Educación para el sujeto del siglo XXI: principales características del enfoque STEAM desde la mirada educativa. En *Estudios de Humanidades y Ciencias Sociales*, núm. 41. Disponible en <http://revistas.umce.cl/index.php/contextos/article/view/1395>

Bibliografía complementaria

Aguilar-Cristóbal, R y Delgado S., D. F. (2019). *Ciencias de la complejidad para mejorar la educación*. México: Ciencias de la Complejidad, UNAM. Noticia 160/2019.

Aceves F. E., Ángeles P., A. y Jiménez R., F. (2019). *Desentrañando el síndrome metabólico*. México: Ciencias de la Complejidad, UNAM. Noticia 35/2019.

Ruiz, V. F. (2017). Diseño de proyectos STEAM a partir del currículum actual de educación primaria utilizando aprendizaje basado en problemas, Aprendizaje cooperativo. Flipped classroom y robótica educativa (Tesis doctoral). España: Universidad CEU Cardena Herrera, p. 415 p.

Recursos de apoyo

Anaya. *Orientaciones para diseñar un proyecto interdisciplinar. El agua, un recurso natural*. Bachillerato. Grupo Anaya, S. A. Disponible en <http://conexiones.dgire.unam.mx/wp-content/uploads/2017/09/Orientaciones-para-desarrollar-un-proyecto-interdisciplinar.pdf>

Perfil docente sugerido

Perfil académico

- Licenciatura en educación secundaria con especialidad en Biología.
- Biólogo
- Licenciatura en Biología.
- Licenciatura en el área de Ciencias Naturales
- Licenciaturas afines.
- Maestría en ciencias.
- Obligatorio tener conocimientos básicos y especializados sobre los diferentes aspectos de las ciencias biológicas, que aplica para comprender a los seres vivos y su interacción con el medio ambiente.

Nivel Académico

Obligatorio nivel de licenciatura, con cédula profesional en el área de educación biológica, ambiental o ecología egresado de normal superior o de universidades nacionales o extranjeras.

Deseable

Maestría o doctorado en ciencias biológicas, naturales, ecológicas, ambientales o su enseñanza.

Experiencia de investigación en el área de enseñanza de las ciencias.

Experiencia docente para:

- Coordinar grupos de aprendizaje.
- Planear, enseñar y evaluar por competencias.
- Utilizar las TIC para facilitar los procesos de enseñanza y 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 urbanos y de zonas rurales.
- Promover la inclusión en grupos de aprendizaje.

Experiencia profesional

Experiencia docente en asignaturas de ciencias naturales en nivel secundaria o media superior

Referencias del curso

- Audesirk, T., Audesirk, G. y Byers, B. E. (2018). *Biología* (1ª. Ed.). México: Editorial Pearson, , 357 p.
- Curtis H.; Barnes. S. N.; Schnek, A.; Massarini, A. (2018). *Biología* (7º Ed.). México: Editorial Médica Panamericana, 1009 p.
- Diario Oficial de la Federación (2018). *ACUERDO número 14/07/18 por el que se establecen los planes y programas de estudio de las licenciaturas para la formación de maestros de educación*. México: SEP.
- La Cueva, A. (2008). *Ciencia y tecnología. Reforma integral de la educación básica. Secundaria*. México: SEP, p. 216.

Bibliografía complementaria

- Meléndez, C. C. (2019). Entendiendo la interdisciplinariedad como factor clave en la enseñanza y práctica del Gobierno Electrónico Understanding interdisciplinarity as a key factor in the teaching and practice of e-government. Universidad Nacional Autónoma de México, Facultad de Ciencias Políticas y Sociales, Centro de Estudios Políticos. En *Estudios Políticos*, núm. 46, pp. 125-149. Ciudad de México.
- Página oficial de Iberciencia. OEI. Sección Casos simulados. Ciencia y tecnología para aprender a participar. <http://ibercienciaoei.org/casos.php>
- Plascencia, R., Castañón, A. y Raz-Guzmán, A. (2011) La biodiversidad en México su conservación y las colecciones biológicas. En *Redalyc*. Disponible en <https://www.redalyc.org/pdf/644/64419046005.pdf> (Consultado 30 marzo de 2019)
- Silva, E. E. (2005). Estrategias constructivistas en el aprendizaje significativo: su relación con la creatividad. En *Revista Venezolana de Ciencias Sociales*, vol. 9, núm. 1, pp. 178-203. Disponible en <https://www.redalyc.org/pdf/309/30990112.pdf>
- Zamorano Escalona, T., García Cartagena, Y., y Reyes González, D. (2018). Educación para el sujeto del siglo XXI: principales características del enfoque STEAM desde la mirada educacional. En *Estudios de Humanidades y Ciencias Sociales*, núm. 41. Disponible en <http://revistas.umce.cl/index.php/contextos/article/view/1395>