

Licenciatura en Enseñanza y Aprendizaje de la Física en Educación Secundaria

Plan de estudios 2018

Programa del curso

Electromagnetismo

Séptimo semestre



SEP
SECRETARÍA DE
EDUCACIÓN PÚBLICA

Primera edición: 2021

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, 2021
Argentina 28, Col. Centro, C. P. 06020, Ciudad de México

Índice

Propósito y descripción general del curso	5
Estructura del curso	14
Orientaciones para el aprendizaje y enseñanza	15
Sugerencias de evaluación	17
Unidad de aprendizaje I. Desarrollo de los conceptos sobre el electromagnetismo	21
Unidad de aprendizaje II. La Luz como onda electromagnética y sus aplicaciones	31
Perfil docente sugerido	39

Trayecto formativo: Formación para la enseñanza y el aprendizaje

Carácter del curso: Obligatorio

Horas: 6 Créditos: 6.75

Propósito y descripción general del curso

Propósito general

Que el estudiantado analice los conceptos propios del electromagnetismo, así como sus leyes, a través de una revisión histórica y epistemológica, usando representaciones múltiples (verbales, iconográficas, gráficas, esquemáticas y algebraica) para explicar e interpretar situaciones cotidianas donde se pueda implementar el conocimiento adquirido y el lenguaje matemático, además de exponer experimentos para ayudar a la construcción conceptual de los términos del electromagnetismo.

Descripción

El curso *Electromagnetismo* pertenece al trayecto formativo Formación para la enseñanza y el aprendizaje, ubicado en el tercer lugar del séptimo semestre, con 6.75 créditos que se desarrollan a lo largo de 18 semanas.

La enseñanza de los conceptos sobre el electromagnetismo constituye la base de diversas áreas de investigación en Física. La generación de energía eléctrica, la iluminación eléctrica, el funcionamiento de los electrodomésticos, los medios de transporte, los de comunicación, la física médica etcétera, son algunas de las aplicaciones del electromagnetismo, por lo que comprenderla es de gran importancia en nuestro día a día y en subsecuentes avances tecnológicos.

El curso se divide en dos unidades de aprendizaje:

- Unidad de aprendizaje I. Desarrollo de los conceptos sobre el electromagnetismo
- Unidad de aprendizaje II. La Luz como onda electromagnética y sus aplicaciones

En la primera unidad de aprendizaje, en consonancia con las competencias y el propósito de este curso, se revisa el desarrollo los conceptos de electromagnetismo, de manera histórica, epistemológica y experimental,

empezando por el experimento de Oersted, el cual relaciona la electricidad con el magnetismo, hallazgo que demuestra que las corrientes eléctricas producen campos magnéticos, llevando a los científicos a indagar y experimentar con este tema, siendo Ampère uno de ellos, al encontrar el verdadero efecto que tiene la corriente eléctrica sobre una aguja imantada: ésta siempre se alineaba en una dirección perpendicular a la dirección de la corriente eléctrica, posteriormente, encontró que las fuerzas entre dos alambres que conducen corriente eléctrica depende de la magnitud de la corriente que circula por ellos, calculando la fuerza electromagnética entre dos conductores y enunciando la ley que lleva su nombre, la cual es la base del funcionamiento de los motores eléctricos. Posteriormente, Maxwell pudo ampliar esta ley pensando en que estos campos podrían producir corrientes eléctricas.

Enseguida se analizaron las contribuciones de Michael Faraday, un extraordinario experimentador inglés que se preguntó: ¿será posible obtener electricidad del magnetismo? Lo cual mostró a través de sus experimentos realizando aportaciones que revolucionaron la Física como la idea de líneas de fuerza y campos magnéticos, concluyendo con su ley de inducción electromagnética donde un campo magnético cambiante induce una corriente eléctrica en un circuito, la aplicación práctica que surgen de esta ley es el generador que revolucionó la producción de energía eléctrica y, en general, el mundo en el que vivimos. Aunado a diferentes experimentos y aplicaciones que sientan las bases del electromagnetismo y sus aplicaciones.

En la segunda unidad se revisan los trabajos del científico que culminó con los estudios sobre el electromagnetismo: Clerk Maxwell, dando forma matemática a las ideas de sus antecesores y las suyas, proponiendo cuatro ecuaciones que sintetizan todas esas investigaciones y que sustentan el desarrollo tecnológico en el campo de electromagnetismo, demostrando que una onda electromagnética se propaga a la velocidad de la luz en el vacío.

Las ecuaciones de Maxwell dieron respuesta a la pregunta: ¿qué es la luz? De acuerdo con la teoría electromagnética consiste en variaciones magnéticas transversales rápidas y alternadas, acompañadas por desplazamientos eléctricos

donde la dirección de estos desplazamientos es perpendicular a las perturbaciones magnéticas, y ambas son a su vez perpendiculares a la dirección del rayo. Estas ondas electromagnéticas transportan energía y se propagan alejándose con una rapidez constante representada con la letra “c” siendo que su valor en el vacío es muy cercano a 3×10^8 m/s. Existe una amplia gama de ondas electromagnéticas llamada espectro electromagnético. Para concluir esta unidad del programa se estudiará el espectro electromagnético que es el conjunto de todas las frecuencias que se pueden generar o que existen en el universo. Son ampliamente utilizadas y usadas en beneficio de la humanidad, como en las comunicaciones, la medicina, la industria, en el hogar, etcétera.

Sugerencias

Con base en el propósito general de este curso se recomienda que, a lo largo del mismo, el personal docente acompañe al estudiantado a:

- Promover el pensamiento crítico.
- Relacionar su investigación documental con los dispositivos experimentales que construya o que observe a través de simuladores, videos o apps.
- Hacer énfasis en que las ciencias, en particular la física, realizan simplificaciones para construir modelos que le permitan comprender, explicar y predecir fenómenos.
- En el caso del espectro electromagnético, no limitarse a la parte visible.
- Relacionar el conocimiento científico con las aplicaciones tecnológicas.
- Resaltar el hecho de que la electricidad y el magnetismo no son independientes.
- Recalcar que la Luz es de origen eléctrico y magnético.
- Apoyarse en los conceptos estudiados en el programa anterior de electricidad y magnetismo.

- Seguir y/o replicar históricamente los experimentos realizados que dieron origen a los conceptos electromagnéticos.
- Revisar el funcionamiento de un electroimán, generador, motor y transformador, reconociendo sus diferencias.
- Apoyarse en el curso de óptica y acústica para el tema de luz como onda electromagnética.
- Observar que tres ramas de la física: electricidad, magnetismo y óptica, se encuentran unidas en la teoría electromagnética sintetizada por Maxwell.

Cursos con los que se relaciona

Este curso se relaciona con muchos de los cursos referidos a la disciplina abordados en los semestres anteriores, en particular con *Experimentación y modelización* (primer semestre), ya que la observación y construcción de modelos es indispensable para el tratamiento de modelos sobre conceptos electromagnéticos.

También tiene relación con *Enseñanza de la física basada en la indagación* (segundo semestre), ya que esta es una de las formas de trabajar en la Física y sobre todo, a la hora de experimentar; tiene relación con el programa de *Diseño Experimental* (tercer semestre), que nos proporciona herramientas para el trabajo experimental que se desarrollará en este programa.

Los cursos correspondientes a la formación del trayecto formativo correspondientes con la matemática, como lo son: *Álgebra para la física*, *Geometría plana y analítica para física*, *Cálculo diferencial e integral para la Física*, contribuyen a fortalecer el entendimiento de las leyes electromagnéticas.

Los conceptos físicos que se requieren ya fueron abordados en el curso *Energía, conservación y transformación*, ya que la transformación es parte esencial de las aplicaciones del electromagnetismo; el programa de *Óptica y acústica* es un indiscutible antecedente, ya que la luz se concibe como una onda electromagnética y muchos de los dispositivos que utilizamos actualmente transforman ondas electromagnéticas en ondas mecánicas y viceversa. El curso *Electricidad y magnetismo*, del semestre anterior, proporciona las bases que dan origen al electromagnetismo.

Los cursos del mismo semestre tienen una transversalidad, la cual se pudiera trabajar colaborativamente, ya que se lleva el curso *Historia y epistemología de la Física*, pues en este curso se abordan los conceptos electromagnéticos desde su historia, también se relaciona con el curso de *Biofísica*, debido a las aplicaciones basadas en ondas electromagnéticas, por último, este curso de *Electromagnetismo* sirve de soporte para el curso *Origen de la mecánica*

cuántica, ya que proporciona los conceptos iniciales que dieron origen a la Física cuántica.

Este curso fue elaborado por docentes normalistas, docentes de educación obligatoria, especialistas en la disciplina y en diseño curricular provenientes de las siguientes instituciones: Joel Abiram Barrera Alemán de la Escuela Normal Superior "Profr. Moisés Sáenz Garza"; María Antonieta Young Vásquez de la Escuela Normal de Cuautitlán Izcalli; María del Rosario Adriana Hernández Martínez de la Escuela Nacional Preparatoria 4, UNAM; José Antonio Fragoso Uroza del Colegio de Ciencias y Humanidades, Plantel Vallejo, UNAM; Luis Angel Vázquez Peralta del Colegio de Ciencias y Humanidades, Plantel Sur, UNAM; María del Pilar Segarra Alberú del Departamento de Física de la Facultad de Ciencias de la UNAM; así como especialistas en diseño curricular: Julio César Leyva Ruiz, Gladys Añorve Añorve, Sandra Elizabeth Jaime Martínez, María del Pilar González Islas, de la Dirección General de Educación Superior para el Magisterio.

Competencias del perfil de egreso a las que contribuye el curso

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 Física 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 Física, sus avances y enfoques didácticos para la enseñanza y el aprendizaje.

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

Competencias disciplinares

Demuestra comprensión profunda de los conceptos y principios físicos fundamentales, al plantear, analizar, resolver problemas y evaluar sus soluciones y procesos.

- Plantea problemas teóricos, experimentales, cuantitativos, cualitativos, abiertos y cerrados asociados a fenómenos físicos y procesos tecnológicos.
- Analiza problemas teóricos, experimentales, cuantitativos, cualitativos, abiertos y cerrados asociados a fenómenos físicos y procesos tecnológicos.
- Resuelve problemas teóricos, experimentales, cuantitativos, cualitativos, abiertos y cerrados asociados a fenómenos físicos y procesos tecnológicos.
- Evalúa soluciones y procesos de problemas teóricos, experimentales, cuantitativos, cualitativos, abiertos y cerrados asociados a fenómenos físicos y procesos tecnológicos.
- Argumenta al plantear, analizar, resolver problemas y evaluar sus soluciones con base en el soporte teórico de la física.

Construye y compara modelos mentales y científicos, identificando sus elementos esenciales y dominios de validez, como base para la comprensión de los fenómenos físicos.

- Construye modelos mentales para explicar fenómenos físicos identificando sus elementos esenciales y dominio de validez.
- Compara modelos mentales de fenómenos físicos con modelos conceptuales estableciendo semejanzas y diferencias entre ellos y valorando las ventajas y desventajas de unos y otros.
- Compara modelos conceptuales actuales de fenómenos físicos con los modelos que históricamente les precedieron y los valora como parte del proceso de construcción del conocimiento científico.

Utiliza representaciones múltiples para explicar conceptos, procesos, ideas, procedimientos y métodos del ámbito de la física.

- Interpreta información dada mediante representaciones verbales, iconográficas, gráficas, esquemáticas, algebraicas y tabulares.
- Construye representaciones verbales, iconográficas, gráficas, esquemáticas, algebraicas y tabulares.
- Fundamenta el uso de una representación en particular de acuerdo a la intención comunicativa.
- Convierte representaciones de una forma a otra.

Diseña y selecciona experimentos como base para la construcción conceptual de la física.

- Evalúa la pertinencia de diferentes simulaciones y animaciones de fenómenos físicos de acuerdo con su intención didáctica.
- Diseña y ejecuta experimentos como medio didáctico para la construcción del campo conceptual.
- Evalúa el procedimiento y los resultados de los experimentos diseñados y ejecutados.

Representa e interpreta situaciones del ámbito de la física utilizando las matemáticas como herramienta y lenguaje formal.

- Emplea modelos matemáticos para establecer relaciones entre variables físicas.
- Traduce un problema físico al lenguaje matemático e interpreta los resultados matemáticos en el contexto físico.
- Maneja procedimientos, relaciones y conceptos matemáticos básicos.

Estructura del curso

Unidad de aprendizaje 1: Desarrollo de los conceptos sobre el electromagnetismo
Relación entre la electricidad y el magnetismo: Experimento de Oersted
Investigaciones de Ampère campo magnético producido por una corriente eléctrica campo magnético generado por un alambre recto y largo campo magnético producido por una espira circular con corriente campo magnético generado por un solenoide aplicaciones
Investigaciones de Faraday Ley de Inducción de Faraday (generador) Ley de Lenz Motor, transformador

Unidad de aprendizaje 2: La Luz como onda electromagnética y sus aplicaciones
Ecuaciones de Maxwell Ondas electromagnéticas Experimento de Hertz Comunicación inalámbrica. Marconi
Espectro electromagnético y sus aplicaciones Luz visible Infrarrojo Ultravioleta Ondas de radio Microondas Rayos X y rayos gamma
Rapidez de las Ondas electromagnéticas

Orientaciones para el aprendizaje y enseñanza

Con objeto de favorecer el desarrollo de las competencias del estudiantado el profesorado podrá diseñar las estrategias pertinentes a los intereses, contextos socioculturales y necesidades del grupo que atiende. No obstante, en este curso se presentan algunas sugerencias que tienen relación directa con la evaluación, las evidencias de aprendizaje relacionadas con los contenidos disciplinares, así como con el logro del propósito y las competencias, ello a fin de que al diseñar alguna alternativa se cuiden los elementos de congruencia curricular.

Para el desarrollo de las actividades de este curso se sugieren al menos tres reuniones del colectivo docente para planear y monitorear las acciones del semestre e incluso, acordar evidencia de aprendizaje comunes. Acerca del desarrollo de las competencias genéricas se propone incluir el uso de las tecnologías para la enseñanza de la Física y trabajar mediante la modalidad de trabajo colaborativo. Las estrategias didácticas que el docente decida utilizar con el grupo deben crear una asociación con los criterios de evaluación, los productos y las evidencias de aprendizaje, desarrollarse de acuerdo con los contenidos de la estructura del curso, los propósitos, las competencias genéricas, disciplinares y profesionales, sin olvidar la pertinencia con las necesidades del grupo y sus intereses.

A continuación, se muestra una serie de recomendaciones didácticas para trabajar el curso:

- Se recomienda hacer una exploración mediante la aplicación de un instrumento objetivo, a elección del docente, acerca del nivel de conocimientos previos que el estudiantado posee, relacionados con el curso, para elaborar una planeación pertinente al grupo que le asignan y del grado de conocimientos en la física.
- Se trabajará mediante un esquema de aprendizaje significativo haciendo uso de las herramientas que provea alguna plataforma de acuerdo con la naturaleza de las actividades que el o la docente decida desarrollar en el grupo que atiende.

- Asimismo, se sugiere que el trabajo en el aula genere espacios para la solución pacífica de conflictos y situaciones emergentes, no sólo para la resolución de actividades académicas, sino en el cotidiano de la convivencia social y escolar.
- Plantear preguntas o situaciones detonantes para cada temática. La respuesta o las posibles formas de análisis se pueden alcanzar a través de la indagación sistemática que conlleva una revisión bibliográfica, la elaboración de experimentos para darle respuesta a posibles hipótesis, análisis de resultados y discusión sobre probables respuestas.

Un proceso para seguir puede ser la explicación del modelo desarrollado sobre el fenómeno físico, que debe ser capaz de explicar, describir y predecir el comportamiento de los supuestos o principios; observación de los fenómenos y toma de datos; elaboración de tablas y gráficas para poder realizar una interpretación de datos; comparación contra el modelo ideal; reconocimiento de las limitaciones para explicar o predecir los fenómenos relacionados, ajuste del modelo, y se repite el ciclo.

Ya que el enfoque de la licenciatura en enseñanza y aprendizaje está basado en competencias, se recomienda que durante el desarrollo del curso el estudiantado edifique la evidencia de aprendizaje integradora, a la par de los productos que se elaboran durante cada sesión.

Se propone desarrollar modelos bien delimitados que puedan reproducirse sin complicación en un laboratorio de ciencias y aula de clases de cualquier institución formadora de docentes en México, donde posteriormente el estudiantado normalista pueda adecuar a las condiciones de las escuelas de educación secundaria o media superior del país.

Los materiales que se utilicen podrán ser tanto instrumental de laboratorio como materiales de fácil acceso, incluyendo la reutilización y el reciclaje de materiales.

Se sugiere plantearse preguntas y formular hipótesis y diseñar algún proceso experimental para aceptarlas o refutarlas, asimismo, registrar, ordenar, analizar, interpretar y vincular la información para comunicar de diferentes maneras.

Sugerencias de evaluación

Se espera que la evaluación sea un proceso permanente donde se considere valorar de manera progresiva la forma en que cada estudiante incorpora nuevos conocimientos, es importante que se movilicen sus destrezas y se posibilite el desarrollo de nuevas actitudes, será importante utilizar los referentes teóricos y experiencia que el curso propone.

Se sugiere considerar los aprendizajes a lograr y a evidenciar en cada una de las unidades del curso, así como su unión al final del curso. Así se asegura de la construcción de evidencias parciales puedan ser utilizadas en su trabajo de titulación al egresar.

Se tomará en cuenta que se debe recolectar evidencias a lo largo del proceso para que el estudiantado demuestre sus logros, con la intención de construir y emitir juicios de valor a partir de su comparación con un marco de referencia constituido por las competencias a manifestar, sus elementos y los criterios de evaluación; al igual que en la identificación de aquellas áreas que requieren ser fortalecidas para alcanzar el nivel de desarrollo esperado en cada uno de los cursos.

Para los cursos de la licenciatura y en cumplimiento del perfil de egreso del Plan de estudios se propone establecer criterios de evaluación por unidades. Se proponen las siguientes evidencias para incluirlas en la descrita distribución, de las cuales pueden elegir y considerar las que, a su criterio, sean necesarias para dar cuenta del logro de las competencias profesionales y genéricas del futuro docente y evidenciar también el cumplimiento de los propósitos que enmarcan el curso.

Las evidencias de aprendizaje constituyen no sólo en el producto tangible del trabajo que se realiza, sino el logro de competencias que articulan: conocimientos, habilidades, valores y actitudes, por lo que es recomendable realizar un proyecto integrador que contribuya a evaluar en conjunto las dos unidades, logrando con él un aprendizaje significativo.

En la primera unidad de aprendizaje se propone que el estudiantado realice el reporte de las observaciones, cálculos matemáticos, resultados y reflexiones en torno a los experimentos realizados concernientes a la evolución de conceptos electromagnéticos: ya sea replicados, revisados en videos, a través de una app o simulador. Los resultados y buen funcionamiento de los aparatos revisados dan pauta para elegir alguno para su proyecto integrador.

En la segunda unidad de aprendizaje se sugiere que interprete las ecuaciones de Maxwell, sin realizar las deducciones matemáticas, seguir con la descripción de experimentos asociados con las ondas electromagnéticas y su espectro, así como las aplicaciones tecnológicas que surgieron con su descubrimiento. Pudiendo utilizar analogías.

Proyecto integrador

Adicionalmente, se propone al docente a cargo del curso el desarrollo de un proyecto integrador como evidencia final, la cual se establece en las Normas de control escolar aprobadas para los planes 2018, que en el punto 5.3, en su inciso f) menciona.

Lo que se sugiere es que el proyecto integrador vincule contenidos y actividades de todos los cursos llevados hasta el momento, en la medida de lo posible, y del contenido de las dos unidades de aprendizaje de este curso, la propuesta de evidencia final que se trabajará a lo largo del semestre es la **elaboración de un video de divulgación**, con el tema: historia, contribución a la física del experimento o aplicación de algún fenómeno electromagnético.

El video de divulgación es una herramienta que nos ayudará a exponer los conceptos físicos sobre el electromagnetismo de una manera divulgativa que nos explique su surgimiento, dificultades, personajes involucrados, aplicaciones y demostración de un experimento, ya sea la construcción y funcionamiento en físico o a través de una app o simulador, añadiendo su uso o aplicación en el mundo actual, a la vez que reflexionamos sobre su contribución exitosa o con fallas en nuestras actividades diarias.

Se recomienda realizar una rúbrica que contenga tiempo establecido para su realización, puede ser entre 3 y 4 minutos y medio para que la atención al mismo sea adecuada y no se aburran o distraigan con tiempos largos; que trate de algún experimento histórico, situación o problema electromagnético donde se haga uso adecuado de los conceptos físicos involucrados. Es importante que se lleve una secuencia donde se haga uso adecuado del lenguaje y que exista una secuencia lógica en el desarrollo del video, la originalidad es esencial, ya que deberá ser completamente auténtico y que no tenga fragmentos de videos existentes de la web.

Debe explicar el fenómeno utilizando un lenguaje que permita la comprensión al público en general y de los conceptos físicos involucrados, la calidad del audio y del video será clara, con un volumen adecuado y sin interrupciones auditivas ni de imagen, siendo congruente la edición. Se recomienda que lleve una bibliografía con fuentes confiables citadas en formato APA.

Lo que se sugiere es conformar equipos de al menos tres personas. Incluir alguno de los temas estudiados en este curso, para dar inicio se puede presentar un guión sobre el tema que se abordará en su video y, posteriormente, buscar un programa, de preferencia gratuito, con el que puedan realizar de la mejor manera su video, estudiarlo para saber con qué herramientas pueden contar para su realización y pueden incluir fotografías y videos realizados por ellos mismos o enlaces de videos, apps o simuladores.

La propuesta que se hace para el proyecto integrador se sustenta en el desarrollo y fomento de las diferentes competencias enmarcadas en el curso, además de ser un producto de evaluación donde se refleja el nivel de desempeño que ha desarrollado el estudiante en las diferentes competencias del plan de estudios y puede ser considerado como evidencia final del curso.

Cabe señalar que lo que se quiere con dicho producto es fomentar la creatividad del estudiante para que demuestre las diferentes competencias desarrolladas hasta este momento, por lo que se sugiere que se documente el proceso de elaboración y perfeccionamiento.

No está de más resaltar que en la acreditación de este curso se deben tomar en cuenta las Normas de control escolar aprobadas para los planes 2018, que en su punto 5.3, inciso e) 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).

Unidad de aprendizaje I. Desarrollo de los conceptos sobre el electromagnetismo

El desarrollo de los conceptos electromagnéticos trajo consigo avances tecnológicos que involucran servicio en muchas áreas en nuestra vida diaria, ya que tiene que ver con la producción y uso de la energía eléctrica. En esta unidad se abordará el camino que siguieron científicos interesados, comprometidos y visionarios que dieron respuesta y experimentaron con temas electromagnéticos, llevando a la humanidad a realizar avances significativos que ayudan al ser humano en sus tareas diarias.

Propósito de la unidad de aprendizaje

Que el estudiantado interprete los conceptos del electromagnetismo a partir de una revisión histórica y epistemológica para demostrar, mediante diversos recursos, la importancia del electromagnetismo en la época actual.

Contenidos

- Desarrollo de los conceptos sobre el electromagnetismo
 - Relación entre la electricidad y el magnetismo: experimento de Oersted
- Investigaciones de Ampère
 - Campo magnético producido por una corriente eléctrica
 - Campo magnético generado por un alambre recto y largo
 - Campo magnético producido por una espira circular con corriente
 - Campo magnético generado por un solenoide
 - Aplicaciones
- Investigaciones de Faraday

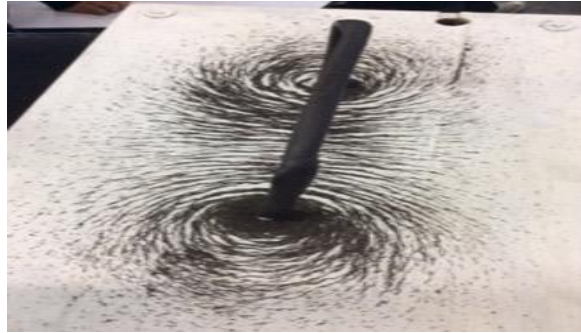
- Ley de Inducción de Faraday (generador)
- Ley de Lenz
- Motor, transformador

Actividades de aprendizaje

A continuación, se presentan algunas sugerencias didácticas para abordar los contenidos de esta unidad de aprendizaje, el o la docente tendrá la libertad de adecuarlas o sustituirlas de acuerdo a los intereses, contexto o necesidades del grupo.

Se propone introducir de manera histórica el experimento de Oersted para que el estudiantado lo replique y establezca sus propias conclusiones. Posteriormente, se recomienda que la población estudiantil realice una indagación documental sobre las implicaciones que tuvo el experimento Oersted para que en el transcurso se guíe y reproduzca los experimentos de Ampère, por ejemplo, está donde se observan los efectos de una corriente que circula por un alambre recto, deduciendo de manera cualitativa la ecuación para el cálculo del valor del campo magnético generado por una corriente uniforme.

- Ejemplo: en una base de madera se hace pasar un conductor conectado a una fuente de potencia estableciendo una corriente esparciendo limadura de hierro sobre la madera y alrededor del alambre, podemos colocar brújulas alrededor del alambre. Realizar preguntas, por ejemplo: ¿que detectan las brújulas? y ¿hacia dónde apuntan?, ¿qué tipo de líneas forman las limaduras? Se observa lo siguiente:



(foto de mi experimento)

El profesorado junto con el estudiantado analiza las observaciones tomando en cuenta los aprendizajes adquiridos en los cursos *Experimentación y modelización*, *Enseñanza de la Física basada en la Indagación y Diseño experimental*, para establecer relaciones entre variables y deducir la ecuación que dé un significado matemático al experimento. Así como la deducción de la ley de Ampère, si en un conductor recto se puede realizar lo mismo para una espira y un solenoide.

Se sugiere revisar aplicaciones, por ejemplo, el electroimán, pudiendo realizar uno variando las vueltas, la intensidad de corriente, calculando su campo magnético, al mismo tiempo que puedan manejar un simulador, se propone revisar la siguiente tesis: Actividades lúdicas como herramienta para el aprendizaje de conceptos del electromagnetismo en el bachillerato, que se encuentra disponible en el enlace https://tesiunam.dgb.unam.mx/F/VVINKJCNP8M7M1LC6EK1FBXMT4Q8CU26S3XKI2Y4GQX8SEK73Q-03051?func=full-set-set&set_number=599153&set_entry=000001&format=999

En el caso de la ley de inducción de Faraday se propone realizar dos experimentos sencillos, por ejemplo: utilizando un galvanómetro de laboratorio conectado a un circuito eléctrico con una espira por donde se hace pasar un imán, mostrando con ayuda del movimiento de la aguja del galvanómetro que el movimiento relativo del imán y la bobina produce corriente eléctrica, llamándole corriente inducida; otro experimento es con dos bobinas colocadas

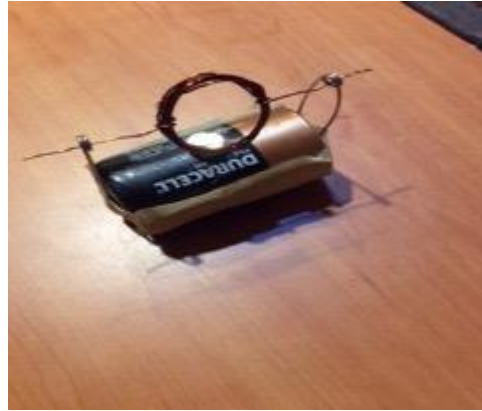
cerca una de otra en reposo, por una de las bobinas se les hace pasar una corriente moviendo la aguja del galvanómetro momentáneamente y cuando se interrumpe la corriente se vuelve a desviar, pero del lado contrario, esto demuestra que siempre que cambia la corriente en una bobina hay una fem inducida o voltaje en la otra bobina y que la rapidez con la que cambia la corriente. El estudiantado puede apoyarse en algún libro de texto como el de Resnick (2006). Se sugiere apoyarse con el simulador electromagnético de Faraday de Phet Universidad de Colorado, disponible en <https://phet.colorado.edu/es/simulation/legacy/faraday>.

Se propone generar modelos matemáticos que aclaren que el signo menos tiene que ver con el principio de conservación de energía, el cual se explica y toma forma con la ley de Lenz: la corriente inducida se presenta en una dirección tal que se oponga al cambio que la produce, existen experimentos que ilustran dicha oposición: Ley de Lenz. Cilindro y Tubo de Cobre + Imán, disponible en <https://www.youtube.com/watch?v=eWy9UxiveQw>; y Física Entretenida-Ley de Faraday-Lenz, disponible en <https://www.youtube.com/watch?v=ddq2dhmCkHg>.

También se sugiere ver en línea dispositivos experimentales y construir generadores sencillos, por ejemplo:

- Generador de corriente alterna: *Principio del Generador Eléctrico* de Manuel Rodríguez-Achach, que se encuentra disponible en <https://youtu.be/xUhwu-gW03k?t=128>
- Generador de corriente continua: *Como hacer un generador eléctrico casero (energía gratis)* de Proyectatumente, disponible en https://youtu.be/lueZ_a2o8Pc?t=95
- Generador eléctrico simple, disponible en <https://www.youtube.com/watch?v=dTM11k8i1N4&t=13s>

Se sugiere construir su motor simple, aclarando la diferencia que hay con un generador.



En el generador a partir del movimiento producimos electricidad, en el caso de los motores es lo contrario, existe un conductor por el que circula una corriente eléctrica que se encuentra dentro de la acción de un campo magnético, éste tiende a desplazarse perpendicularmente a las líneas de acción del campo magnético creando campos magnéticos opuestos entre sí que provocan que la parte giratoria de éste (el rotor) se mueva.

Hay que reconocer que estos motores son de gran utilidad en nuestra vida, se utilizan en negocios, casas, industria. Existen dos tipos de motores: los de corriente alterna y los de corriente continua, se basan en el mismo principio de funcionamiento.

Siguiendo con la historia del electromagnetismo, una vez que la electricidad pudo ser generada como corriente eléctrica, continua o alterna, se pensó en su transmisión de alto voltaje a grandes distancias, por lo que se creó el transformador, el primero fue de hecho construido por Faraday, se sugiere analizar su funcionamiento y su utilidad.

Proyecto integrador

Como parte del proyecto integrador se sugiere que el estudiante elija de esta primera unidad uno o varios experimentos para integrarlo a su vídeo de divulgación final junto con la historia de su surgimiento, buscando aplicaciones que permeen nuestro mundo.

Para ello, se recomienda que se lleve a cabo una o varias sesiones con el fin de revisar y retroalimentar las producciones de cada equipo. Es importante que en estas reuniones se presenten sus avances y el profesor titular del curso oriente al estudiantado en la dirección correcta.

Evidencias

El o la docente puede escoger las evidencias necesarias para evaluar el logro del propósito de la unidad por parte del estudiante, por lo que se hace alusión a la experiencia del docente para que determine cuáles elegir y en qué momentos utilizarlos, en seguida se muestran algunas sugerencias acordes con los criterios de evaluación y a las actividades propuestas:

- Dispositivo experimental que muestre el entendimiento de los conceptos electromagnéticos

Proyecto integrador

Elección de uno o varios experimentos para elaborar un video de divulgación, teniendo en cuenta las aportaciones del grupo.

Criterios de evaluación

Conocimientos

- Relaciona electricidad y magnetismo.
- Identifica las características del campo magnético de un alambre, espira y solenoide.
- Analiza experimentos electromagnéticos.
- Aplica la ley de inducción de Faraday.
- Diferencia entre generador, motor y transformador.

Habilidades

- Evalúa hipótesis de fenómenos electromagnéticos a partir de evidencia y análisis de datos experimentales.
- Maneja críticamente las tecnologías de la información y la comunicación como parte de su proceso de aprendizaje.
- Comunica claramente la información en forma verbal, escrita y digital.
- Resuelve problemas científicos, mediante la experimentación, el análisis y la toma de decisiones.

Actitudes y valores

- Muestra autonomía en su proceso de aprendizaje.
- Tiene perseverancia para concluir con las tareas y actividades.
- Participa en el desarrollo de las actividades y forma parte del trabajo colaborativo.
- Refleja una actitud abierta y honesta para movilizar saberes previos respecto a los modelos científicos.
- Incluye la perspectiva de género para construir relaciones equitativas.
- Respeta las opiniones, ideas y participaciones entre pares y del profesorado.
- Persevera en la conclusión de su proceso formativo.
- Tolera diferentes situaciones para incorporar otros saberes.
- Muestra solidaridad con las aportaciones e ideas en los proyectos (comparte aportaciones e ideas al equipo de trabajo).
- Respeta las opiniones, ideas y participaciones de los colegas.

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.

Braun, E. (1992). *Electromagnetismo: de la ciencia a la tecnología.* México. La Ciencia desde México. Disponible en <http://bibliotecadigital.ilce.edu.mx/sites/ciencia/volumen3/ciencia3/112/htm/electr.htm>

Fernández, E. (2013). *La Electrodinámica Clásica Ampere. Objetos eléctricos aún no identificados.* España: National Geographic.

Giambatista, A. (2009). *Física.* México: McGraw-Hill.

Hernández, M. (2016). Tesis: Actividades lúdicas como herramienta para el aprendizaje de conceptos del electromagnetismo en el bachillerato. Disponible en https://tesiunam.dgb.unam.mx/F/VVINKJCNP8M7M1LC6EK1FBXMT4Q8CU26S3XKI2Y4GQX8SEK73Q-03051?func=full-set-set&set_number=599153&set_entry=000001&format=999

Jones & Childers (2006). *Física Contemporánea.* McGraw-Hill.

Parra, S. (2012). *La inducción Electromagnética. Faraday Ciencia de alta tensión.* National Geographic.

Resnick, R., Halliday, D. y Krane, K. (2006). *Física (Vol. 1 y Vol. 2).* Compañía Editorial Continental.

Serway, R., Vuille, C. y Faugh, J. (2018). *Fundamentos de física.* México. CENGAGE Learning.

Bibliografía complementaria

Alba, F. ((1999). *El desarrollo de la tecnología, la aportación de la física.* México: La Ciencia desde México. Disponible en

<http://bibliotecadigital.ilce.edu.mx/sites/ciencia/volumen1/ciencia2/23/htm/desarro.htm>

Carmona G. (1995). *Michael Faraday: Un genio de la Física experimental*. México: La Ciencia desde México. Disponible en <http://bibliotecadigital.ilce.edu.mx/sites/ciencia/volumen3/ciencia3/136/htm/faraday.htm>

Giancoli, D. (2008). *Física para las ciencias e ingeniería*. México: Pearson Educación.

Hewitt, P. (2007). *Física Conceptual*. Prentice Hall.

Tippens, P. (2011). *Física, conceptos y aplicaciones*. McGraw-Hill.

Sabadell, M. (2013). *La síntesis electromagnética Maxwell. Magnetismo de alto voltaje*. National Geographic.

Sears (2005). *Física universitaria con física moderna*. México: Pearson Educación.

Villarreal, C. A. y Segarra, P. (2017). La experimentación para detonar el interés en la física. En *Latin-American Journal of Physics Education*, vol. 11, núm. 2. Disponible en http://www.lajpe.org/jun17/2311_CAVR_2017.pdf

Wilson J. (2007). *Física*. Pearson Educación.

Recursos de apoyo

Rodriguez-Achach, M. (12 de junio 2015). Principio del Generador Eléctrico [Video]. Disponible en <https://youtu.be/xUhwu-gW03k?t=128>

Proyectatumente [Canal] (17 de septiembre 2014). *Como hacer un generador eléctrico casero (energía gratis)* [Video]. Disponible en https://youtu.be/lueZ_a2o8Pc?t=95

TecnoDesarrollos (Canal) (2018). *Generador eléctrico simple*. [Video]. Disponible en <https://www.youtube.com/watch?v=dTM1Ik8i1N4&t=13s>

PhET Interactive Simulations, University of Colorado Boulder. *Simulador Electromagnético de Faraday*. Disponible en <https://phet.colorado.edu/es/simulation/legacy/faraday>

Unidad de aprendizaje II. La Luz como onda electromagnética y sus aplicaciones

Esta unidad hace énfasis en la teoría que propuso Maxwell, la cual se basa en los estudios anteriores sobre electromagnetismo, tiene que ver con el espacio situado en la vecindad de los cuerpos eléctricos y magnéticos, es una teoría dinámica donde hay materia en movimiento que se transmite en forma de onda, por lo que toda perturbación del campo eléctrico provoca una perturbación en el magnético y viceversa creándose ondas electromagnéticas transversales, esto los lleva a la conclusión de que la luz es una onda electromagnética que se propaga con rapidez constante de 3×10^8 m/s., por lo que se verá que existe una amplia gama de estas ondas llamada espectro electromagnético, representación de frecuencias que se pueden generar en el Universo, teniendo estas múltiples aplicaciones.

Propósito de la unidad de aprendizaje

Que el estudiante a través de la indagación histórica y epistemológica analice los conceptos físicos que dieron origen a la teoría electromagnética para explicar la forma en que viaja la luz, la formación de su espectro a diferentes frecuencias y sus aplicaciones en el mundo actual.

Contenidos

- Ecuaciones de Maxwell
- Ondas electromagnéticas
 - Experimento de Hertz
 - Comunicación inalámbrica. Marconi
- Espectro electromagnético y sus aplicaciones
 - Luz visible

- Infrarrojo
- Ultravioleta
- Ondas de radio
- Microondas
- Rayos X y rayos gamma
- Rapidez de las ondas electromagnéticas

Actividades de aprendizaje

Para abordar los contenidos de la presente unidad de aprendizaje se sugieren las siguientes actividades, las cuales atienden al enfoque de la licenciatura y a las competencias del perfil de egreso a desarrollar, definidas en el Plan de estudios vigente; no obstante, cada docente puede sustituirlas o adaptarlas tomando en cuenta las necesidades que se presenten en el aula y respetando el propósito y los criterios de evaluación de la unidad de aprendizaje.

Se podrá indagar en diferentes fuentes acerca de los temas de esta unidad, se sugiere reproducir de manera física o con simuladores virtuales algunos experimentos y dar explicación de ellos con base en un análisis.

En el estudio de las ecuaciones de Maxwell se sugiere abordarlo desde la parte histórica y epistemológica, ya que su síntesis fue realizada sustentándose en los descubrimientos de diferentes científicos como: Oersted, Ampère, Faraday, incluso generalizó la formulación de la ley de Ampère al incluir la corriente de desplazamiento incluyendo los casos en que las corrientes varían con el tiempo.

Las cuatro leyes de Maxwell se sugiere explicarlas con modelos gráficos y explicaciones descriptivas como se describen en el libro de Julia Tagueña, *De la brújula al espín. El magnetismo*, de La ciencia para todos, disponible en <http://bibliotecadigital.ilce.edu.mx/sites/ciencia/volumen2/ciencia3/056/htm/brujula.htm>.

Posteriormente, se podrán dar las ecuaciones matemáticas en su lenguaje moderno, al igual que las ocupadas en el vacío sin cargas ni corrientes eléctricas informando a que se refieren las literales escritas en esas ecuaciones para llegar a la fórmula de una onda electromagnética viajando por el espacio. Aclarando que estas ecuaciones resumen todos los fenómenos electromagnéticos y son válidas a todas escalas.

Siguiendo con el pasar histórico, el científico Hertz pensó en la manera de generar y detectar en un laboratorio las ondas electromagnéticas que Maxwell había predicho con sus ecuaciones, por lo que habrá que analizar el dispositivo que construyó, dando paso al estudio del espectro electromagnético.

Al demostrar Hertz la existencia de las ondas electromagnéticas Marconi trabajo en la construcción de aparatos que usaban estas ondas para transmitir señales a larga distancia, por lo que revisar sus inventos y sus componentes es necesario para entender la importancia de las aplicaciones tecnológicas surgidas después de la teoría electromagnética.

En el caso de espectro electromagnético se sugiere relacionarlas con su frecuencia, longitud de onda y la energía que transportan, pudiendo auxiliarse en el curso del semestre anterior *Óptica y acústica*. Analizar la Luz visible al igual que todo el espectro electromagnético no visible.

Cada onda electromagnética tiene sus aplicaciones como las ondas de radio AM, FM y Televisión pudiendo realizar ejercicios numéricos para determinar la relación entre su longitud de onda y su frecuencia, se pueden utilizar simuladores para analizar su generación como la siguiente: Ondas de radio PHET, disponible en <http://phet.colorado.edu/sims/cheerpj/radio-waves/latest/radio-waves.html?simulation=radio-waves&locale=es>

Analizar las líneas espectrales que emiten diferentes elementos nos muestra espectros de absorción y emisión característico de cada uno permitiendo identificar el elemento y descubriendo nuevos elementos. Se puede elaborar con el estudiantado un espectrómetro Casero como el siguiente: <https://www.youtube.com/watch?v=PJWQ2juBOSw>

Utilizar ejemplos de la vida como la toma de temperatura con rayo infrarrojo para analizar y eliminar mitos sobre éstos, para el caso del ultravioleta analizar sus usos en la desinfección de agua, aire, superficies, en la industria, los rayos X en la medicina, los rayos gamma en la esterilización, pero que puede causar daños al ser humano a nivel celular

Al concluir esta unidad se debe dejar claro que el campo electromagnético se propaga bajo las reglas de las ecuaciones de Maxwell y que estas ecuaciones predicen el valor de la velocidad de la Luz, por lo que la onda electromagnética es una onda de Luz

Evidencias

El docente puede escoger la o las evidencias necesarias para evaluar el logro del propósito de la unidad por parte del estudiante, por lo que se hace alusión a la experiencia del docente para que determine cuáles elegir y en qué momentos utilizarlos, en seguida se muestran algunas sugerencias acordes con los criterios de desempeño y a las actividades propuestas:

- Dispositivo experimental, simulador o videos con fines didácticos que muestre el desarrollo de las ecuaciones de Maxwell, su comprobación y la relación de las ondas electromagnéticas con la Luz.

Criterios de evaluación

Conocimientos

- Analiza la forma en que viaja la luz.
- Relaciona frecuencia y longitud de onda en el espectro electromagnético.
- Reconoce las aplicaciones de las ondas electromagnéticas.
- Identifica que la luz es una onda electromagnética.
- Analiza la velocidad de las ondas electromagnéticas.
- Describe las ecuaciones de Maxwell

Habilidades

- Maneja las tecnologías de la información y comunicación para la búsqueda de información y sistematización de ésta.

- Relacionar aplicaciones del espectro electromagnético con la utilización de éstas en su vida cotidiana.
- Modeliza fenómenos electromagnéticos de acuerdo con la teoría electromagnética de Maxwell.
- Utiliza herramientas digitales para la creación de materiales didácticos que fomentan el aprendizaje del electromagnetismo.

Proyecto integrador

- Elección de una o varias de estas aplicaciones o experimentos para su video de divulgación, teniendo en cuenta las aportaciones del grupo.
- Integra el conocimiento construido en un material didáctico audiovisual que sirva para fomentar el aprendizaje del electromagnetismo.
- Elaboración de un video de divulgación que fomente el interés hacia el aprendizaje del electromagnetismo mediante la experimentación.

Actitudes y valores

- Muestra autonomía en su proceso de aprendizaje.
- Muestra perseverancia para concluir con las tareas y actividades.
- Demuestra empatía en colaboración de trabajo en equipo.
- Respeta las opiniones, ideas y participaciones de los compañeros.
- Muestra autonomía en su proceso de aprendizaje.
- Tiene perseverancia para concluir con las tareas y actividades.
- Participa en el desarrollo de las actividades y forma parte del trabajo colaborativo.
- Refleja una actitud abierta y honesta para movilizar saberes previos respecto a los modelos científicos.

- Incluye la perspectiva de género para construir relaciones equitativas.
- Respetar las opiniones, ideas y participaciones entre pares y del profesorado.
- Persevera en la conclusión de su proceso formativo.
- Tolera diferentes situaciones para incorporar otros saberes.
- Muestra solidaridad con las aportaciones e ideas en los proyectos (comparte aportaciones e ideas al equipo de trabajo).

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.

Braun, E. (1992). *Electromagnetismo: de la ciencia a la tecnología*. México: La Ciencia desde México. Disponible en <http://bibliotecadigital.ilce.edu.mx/sites/ciencia/volumen3/ciencia3/112/htm/electr.htm>

Giambatista, A. (2009). *Física*. McGraw-Hill.

Hernández, M. (2020). *Análisis de fenómenos eléctricos, electromagnéticos y ópticos*. Grupo Editorial MX.

Jones & Childers (2006). *Física Contemporánea*. McGraw-Hill.

Parra, S. (2012). *La inducción Electromagnética. Faraday Ciencia de alta tensión*. National Geographic.

Resnick, R., Halliday, D. y Krane, K. (2002). *Física* (Vol. 1 y Vol. 2). México. Compañía Editorial Continental.

Sabadell, M. (2013). *La síntesis electromagnética Maxwell. Magnetismo de alto voltaje.* National Geographic.

Serway, R., Vuille, C. y Faugh, J. (2018). *Fundamentos de física.* CENGAGE Learning.

Tagueña, J. (1988). *De la brújula al Espín. El magnetismo.* México: La Ciencia desde México. Disponible en <http://bibliotecadigital.ilce.edu.mx/sites/ciencia/volumen2/ciencia3/056/htm/brujula.htm>

Villarreal, C. A. y Segarra, P. (2017). La experimentación para detonar el interés en la física. En *Latin-American Journal of Physics Education*, vol. 11 núm. 2. Disponible en http://www.lajpe.org/jun17/2311_CAVR_2017.pdf

Wilson, J. (2007). *Física.* México: Pearson Educación.

Bibliografía complementaria

Alba, F. (1999). *El desarrollo de la tecnología, la aportación de la física.* México: La Ciencia desde. Disponible en <http://bibliotecadigital.ilce.edu.mx/sites/ciencia/volumen1/ciencia2/23/htm/desarro.htm>

Carmona, G. (1995). *Michael Faraday, un genio de la Física Experimental.* La Ciencia desde México. Disponible en <http://bibliotecadigital.ilce.edu.mx/sites/ciencia/volumen3/ciencia3/136/htm/faraday.htm>

Fernández, E. (2013). *La Electrodinámica Clásica Ampere. Objetos eléctricos aún no identificados.* National Geographic.

Tippen, P. E. (2007). *Física. Conceptos y aplicaciones.* McGraw-Hill.

Recursos de apoyo

(2013). Espectrómetro Casero [Video]. Disponible en <https://www.youtube.com/watch?v=PJWQ2juBOSw>

Simulador Ondas de radio PHET. Disponible en <http://phet.colorado.edu/sims/cheerpj/radio-waves/latest/radio-waves.html?simulation=radio-waves&locale=es>

Perfil docente sugerido

Perfil académico

Maestría o doctorado en el área de educación con especialidad en Física o maestría en Ciencias Físico-Matemáticas con formación para la docencia (diplomados, especialidad, maestría o doctorado en el área de educación).

Deseable: experiencia de investigación en el área de enseñanza y aprendizaje de la Física.

Nivel académico

Obligatorio: nivel de licenciatura en el área de educación con especialidad en Física o ingeniería (Civil, Eléctrica y Electrónica, Geofísica, Geológica, Mecatrónica, Mecánica, Petrolera, Química, Ciencias de la Tierra, Física Biomédica) con formación docente demostrable (diplomados, especialidad, maestría o doctorado en el área de Educación).

Maestría o doctorado en el área de educación con especialidad en Física o maestría Fisicomatemática, Astrofísica, Ciencias Físicas (Física Médica, Física) con formación docente demostrable (diplomados, especialidad, maestría o doctorado en el área de educación).

Deseable: experiencia de investigación en el área de enseñanza y aprendizaje de la Física (curso, talleres, diplomados).

Experiencia docente para:

- Conducir grupos de nivel básico (secundaria), nivel medio superior (bachillerato) y/o educación superior.
- Planear y evaluar por competencias.
- Utilizar las TIC y las Tecnologías del Aprendizaje y el Conocimiento (TAC) en los procesos de enseñanza y aprendizaje.
- Retroalimentar oportunamente el aprendizaje de los estudiantes.