

Licenciatura en Enseñanza y Aprendizaje de la Física en Educación Secundaria

Plan de Estudios 2018

Programa del curso

Experimentación y Modelización

Primer semestre



Primera edición: 2018

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, 2018

Índice

Propósito y descripción general del curso.....	4
Propósitos generales.....	5
Descripción.....	6
Sugerencias	6
Cursos con los que se relaciona.....	7
Competencias del perfil de egreso a las que contribuye el curso	8
Estructura del curso	11
Orientaciones para el aprendizaje y enseñanza.....	11
Sugerencias de evaluación.....	15
Unidad de aprendizaje I	17
La observación en la construcción de modelos	17
Unidad de aprendizaje II	25
La experimentación en la construcción de modelos	25
Unidad de aprendizaje III	34
Reconstrucción de modelos implícitos en una teoría.....	34

Propósito y descripción general del curso

Durante mucho tiempo se ha considerado que la Física se construye de manera inductiva, comprobando hipótesis y descubriendo las leyes universales de la naturaleza, sin embargo, el conocimiento científico no es absoluto ni inmutable y el sistema de creencias de la comunidad científica se ha ido transformando a lo largo de la historia y con ello lo que se considera científico.

Desde la perspectiva de los positivistas, la única clase de conocimientos válida es la de carácter científico, que surge de verificar las teorías mediante la aplicación del método científico, en esta visión se asume que al conocimiento científico se accede de una sola manera, se sobreestima la percepción de los hechos, haciendo parecer que los científicos descubren una verdad preexistente y son capaces de aprehender lo real objetivamente; sitúa a la teoría en el lugar protagónico y los modelos pasan a ser únicamente un ejemplo de la teoría (theory-based-view).

En los años 70 Kuhn introduce la idea de modelo, en la actividad científica, como el prototipo a imitar, para resolver nuevos problemas. De acuerdo con Adúriz-Bravo e Izquierdo (2009), para los estructuralistas, los modelos constituyen el centro de la parte aplicativa de una teoría; de esta manera los modelos son las proyecciones de la teoría al mundo, constituyen las referencias formales (teóricas) de los hechos reales que la teoría pretende explicar. Finalmente, para la concepción semántica actual, los enunciados, son sólo medios para expresar la teoría y por lo tanto no son parte de ella.

Actualmente se reconoce que la ciencia es un producto social, indisolublemente ligado a su tiempo, lugar y profundamente influenciado por sus propios métodos de generación y validación. Se rechaza la idea del método científico como conjunto de reglas perfectamente definidas a aplicar mecánicamente, así como también se cuestiona el objetivismo de la ciencia, que concibe el conocimiento científico como resultado de la inferencia inductiva a partir de observaciones y datos puros, pues de acuerdo con Feyerabend, las observaciones parten de los paradigmas teóricos, por lo que nunca pueden ser neutrales.

Dentro de este cambio en la visión sobre el conocimiento científico, han existido diferentes movimientos sobre el aprendizaje de las ciencias, de forma que actualmente se pone menos énfasis en el conocimiento factual y algorítmico por medio de la instrucción directa y mucho más énfasis en el aprendizaje activo, donde el estudiante tiene mayores oportunidades de involucrarse actividades para desarrollar algunas de las habilidades necesarias para la investigación científica tales como: observar, medir, clasificar, encontrar patrones, predecir, inferir, controlar variables, interpretar datos, formular hipótesis y comunicar resultados. En este sentido, la experimentación

constituye un medio idóneo para el desarrollo de estas habilidades, no mediante una serie de instrucciones precisas para seguir paso a paso, sino como un espacio para formular preguntas, indagar y poner a prueba hipótesis.

En congruencia, la alfabetización científica debe enfatizar no sólo el conocimiento y las habilidades científicas, sino el análisis de problemas reales, y la búsqueda de posibles soluciones a través del diálogo crítico y abierto entre iguales. El fin de esta educación es posibilitar que la población adolescente y juvenil tenga una visión crítica de la sociedad y de los valores que sostiene para asegurar estilos de vida más sustentables.

Con la intención de lograr un mayor involucramiento del estudiantado y de fomentar un conocimiento relacionado con su entorno, el énfasis en la enseñanza y aprendizaje de la Física ha cambiado del conocimiento factual y algorítmico hacia la construcción de modelos físicos por parte de la comunidad estudiantil. Se debe promover en cada estudiante la construcción de sus propios modelos y la puesta en prueba de estos.

El significado asociado a la palabra modelo que se utilizará en esta unidad es la de Schwarz et al. (2009), en que definen modelo como una representación abstracta y simplificada de un sistema que hace visibles sus rasgos clave y puede usarse para explicar y predecir fenómenos científicos.

La educación científica debe enfatizar el análisis de problemas reales y la búsqueda de soluciones a través del diálogo crítico y abierto entre iguales, lo que conlleva la creación, representación, comunicación y puesta a prueba de modelos, proceso que debería propiciar que jóvenes ciudadanos desarrollen una visión crítica de la sociedad y de los valores que sostiene, para asegurar estilos de vida más sustentables.

Propósitos generales

Que el estudiante

- se conozca el concepto de modelo científico a partir de referentes teóricos actuales que le permitan sustentar las razones por lo que es necesario incorporarlos en la enseñanza y el aprendizaje de la Física.
- utilice la modelización y la experimentación como una estrategia de aprendizaje y enseñanza en temas relacionados con la Física, indicando los elementos esenciales de un sistema físico, como las interacciones, propiedades, reglas de inferencia y etiquetas conceptuales o legales.
- explicita los límites de validez de los modelos construidos o utilizados.

Descripción

El curso de *Experimentación y modelización* forma parte del trayecto formativo de la Licenciatura en Enseñanza y Aprendizaje de la Física en Educación Secundaria LEAF, es de carácter obligatorio y se encuentra ubicada en el primer semestre del Plan de Estudios de la licenciatura. Se enfoca en la introducción al significado de los modelos físicos, en la modelización y en su uso durante el proceso enseñanza- aprendizaje de la Física. Para su estudio se considera la lectura de artículos de investigación de acceso libre, la realización de experimentos y la modelización de fenómenos concretos, todo ello mediado por el análisis y discusión grupales o en equipos.

A lo largo del curso se proponen algunos fenómenos físicos, mediante los cuales el profesorado en formación puede desarrollar la observación, experimentar, predecir resultados y construir, explicitar y poner a prueba sus modelos explicativos. Los fenómenos físicos considerados tienen su justificación en que el futuro profesorado deberá enseñarlos, a su vez, a sus estudiantes.

Para la construcción del conocimiento en este curso, el curso se dividió en tres unidades de aprendizaje con las siguientes unidades:

Sugerencias

Promover la reflexión a partir de situaciones concretas, que puedan ser utilizadas posteriormente con sus estudiantes, con la finalidad de favorecer una mejor comprensión de las ciencias como proceso, y no solo como producto.

Distinguir, por ejemplo, entre la gráfica construida con datos reales provenientes de un objeto que cae desde una cierta altura, recogidos en un laboratorio mediante una interfase, los cuales son procesados y representados en la pantalla de una computadora; y la simulación del mismo fenómeno, cuya gráfica también aparece representada en la pantalla de la computadora, con datos provenientes de una ecuación matemática.

Lectura por parte del personal docente, de los artículos seleccionados para familiarizarse con el enfoque propuesto y el significado que se otorga a la palabra modelo dentro de este curso.

Utilizar los modelos en situaciones cotidianas

Cursos con los que se relaciona

Ya que la experimentación y modelización es una de las formas de trabajar de la Física, se relaciona con todo el trayecto formativo disciplinario. En el proceso de modelado, muchos fenómenos físicos pueden representarse mediante expresiones matemáticas, que facilitan la predicción y elevan la calidad del modelo. Por estar en el mismo semestre que mecánica y álgebra los tres cursos se enriquecen mutuamente.

- *Álgebra para Física*: Su relación con este curso está en el uso de las matemáticas como un lenguaje formal en la Física, para establecer relaciones entre las variables Físicas de los sistemas mediante ecuaciones, lo cual es fundamental en un modelo físico científico.
- *Mecánica*: Esta materia es la que mantiene mayor presencia en los currículos escolares de educación obligatoria, sus experimentos deben ser vistos como formas de construcción de conocimientos en el estudiantado y los modelos como una manera de representar la realidad. El concepto de modelo impregna a toda la mecánica y abarca desde idealizaciones sutiles como el concepto de partícula, hasta situaciones culturales e históricamente trascendentes como los modelos del Sistema Solar.

Semestre posterior:

- *Materia y sus interacciones*: Los modelos construidos para analizar la mecánica de una partícula pueden ser retomados para abordar algunos de los conceptos relacionados con sistemas de partículas, pero es necesario identificar aquellos que requieren de la formación de nuevos modelos científicos tales como la rotación, la expansión y compresión de gases o el movimiento de fluidos.
- *Geometría plana y analítica para Física*: En Física, la naturaleza se representa mediante objetos abstractos tales como los vectores para representar posiciones, velocidades, aceleraciones, fuerzas, entre otras magnitudes, también se suelen hacer aproximaciones a las geometrías más sencillas, en este caso se parte de la geometría plana, ya que muchos fenómenos de mecánica y de otras ramas de la Física pueden modelarse en este espacio a pesar de ocurrir en la Tierra, la cual tiene una geometría distinta a grandes escalas.

Este curso fue elaborado por docentes normalistas, personas especialistas en la materia y en el diseño curricular provenientes de las siguientes instituciones: Vladimir Carlos Martínez Nava, Escuela Normal Superior “Prof. Moisés Sáenz Garza”; José Guadalupe Rodríguez Muñoz, Escuela Normal Superior “Prof. Moisés Sáenz Garza”; Rafael Paredes Galán, Escuela Normal Superior del Estado de Baja California Sur “Prof. Enrique Estrada

Lucero” Ext. Cd. Constitución; Ma. Consuelo Aidé Flores Ceballos, Escuela Normal Superior del Estado de Baja California Sur “Prof. Enrique Estrada Lucero”; David Corrales Valadez, Escuela Normal Superior de Nayarit; José Antonio Fragoso Uroza, Departamento de Física de la Facultad de Ciencias, UNAM; María del Rosario Adriana Hernández Martínez, Escuela Nacional Preparatoria 4, UNAM; Luis Ángel Vázquez Peralta, Colegio de Ciencias y Humanidades Plantel Sur, UNAM; María del Pilar Segarra Alberú, Departamento de Física de la Facultad de Ciencias, UNAM; Guillermo Patricio Neumann Coto, Colegio de Ciencias y Humanidades Plantel Sur, UNAM; Gladys Añorve Añorve, Julio César Leyva Ruiz, Refugio Armando Salgado Morales, Sandra Elizabeth Jaime Martínez y Jessica Gorety Ortiz García de la Dirección General de Educación Superior para Profesionales de la Educación.

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 vigente.

- Relaciona sus conocimientos de la Física 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 Física, considerando el contexto y las características de los estudiantes para lograr aprendizajes significativos.

- Relaciona los contenidos de la Física 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.

- Diseña y utiliza diferentes instrumentos, estrategias y recursos para evaluar los aprendizajes y desempeños de los estudiantes considerando el tipo de saberes de la Física.

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

- Promueve relaciones interpersonales que favorezcan convivencias interculturales.
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.

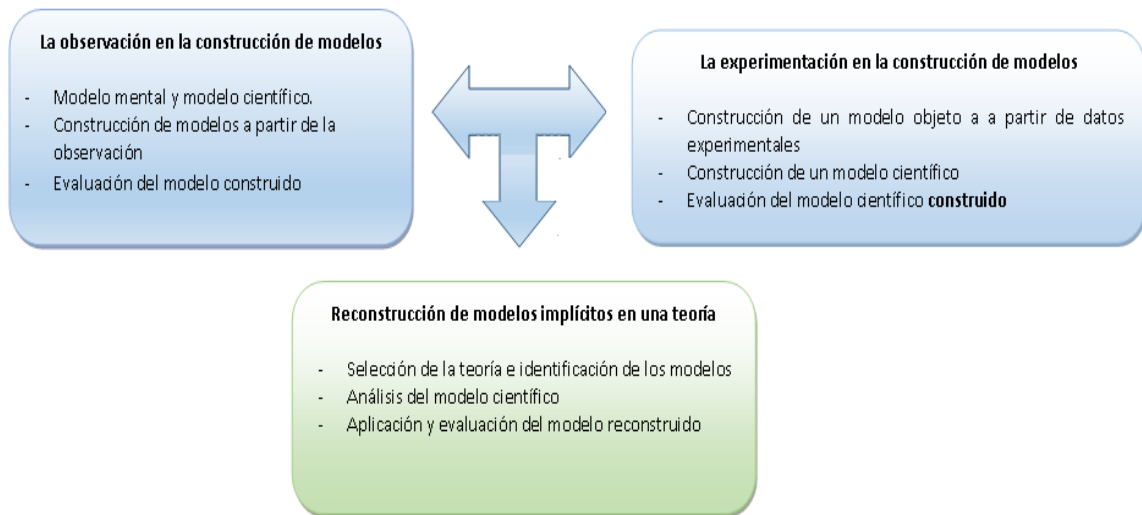
Diseña y selecciona experimentos como base para la construcción conceptual de la Física.

- 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



Orientaciones para el aprendizaje y enseñanza

Para el desarrollo de las actividades de este curso, se sugiere al menos tres reuniones del colectivo docente, para planear y monitorear las acciones del semestre, e incluso acordar evidencia de aprendizaje comunes.

Se recomienda incluir a la práctica docente el uso de las tecnologías y el trabajo colaborativo, en tanto que permiten desarrollar de manera transversal las competencias genéricas.

Con objeto de favorecer el desarrollo de las competencias, el profesorado podrá diseñar las estrategias pertinentes a los intereses, contextos y necesidades del grupo que atiende. No obstante, en este curso se presentan algunas sugerencias que tiene relación directa con los criterios de evaluación, los productos, las evidencias de aprendizaje y 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. De

ahí que todas las unidades de aprendizaje contribuyen al desarrollo de competencias profesionales y disciplinares. Sin embargo, es importante que recuerde el carácter transversal de las competencias genéricas y las considere como un referente formativo, ya que estas le permiten al egresado de cualquier licenciatura, regularse como un profesional consciente de los cambios sociales, científicos, tecnológicos y culturales.

El curso consta de tres unidades de aprendizaje, se enfoca en que el futuro profesorado de Física aprenda contenidos científicos con una metodología coherente con la adquisición de los conocimientos científicos y al mismo tiempo que reflexionen sobre la naturaleza de esos conocimientos, sobre cómo están aprendiendo y cómo podrían enseñar. Esto se puede lograr mediante la construcción de modelos.

La temática del curso es aproximarse al concepto de modelo científico a partir de referentes teóricos actuales que le permitan sustentar las razones, utilizarla como una estrategia de aprendizaje y enseñanza en temas relacionados con la Física, y se expliciten los límites de validez de los modelos construidos o utilizados.

La modelización implica diferentes momentos que pueden variar en su nivel de complejidad o de abstracción, en un primer momento: no hay control de variables, sólo considerando los datos recabados se discutirá la validez del modelo inicial y la necesidad de hacer ajustes para que permita explicar, describir y predecir el fenómeno observado, en un segundo momento se realizan comparaciones, hay mediciones y se realizan hipótesis elaborando modelos controlados, y en un tercer momento, se realiza un análisis crítico de un modelo científico, diferenciando entre modelos relacionados con el mundo real, o el que hace relación a la matemática, la lógica o la semántica.

Otro punto importante en modelos es la observación de fenómenos por lo que una de las prioridades de los programas en las escuelas normales, es aprovechar dicha curiosidad llevando el mundo exterior al aula a través de experimentos, visitas a empresas, museos, etc.

Otro aspecto importante a considerar es la interacción entre estudiantes, por ejemplo, al formar equipos, lo cual es una estrategia recomendable, que provoca que el estudiantado trabaje en colaboración para alcanzar objetivos comunes. Éstos se benefician de esta interacción: compartiendo ideas, comprendiendo apropiadamente, articulando su pensamiento y facilita el proceso de formación del conocimiento; aprenden a pensar colaborativamente, edificando sobre el entendimiento de los otros y negociando los significados cuando sus ideas difieren.

Por esto se debe tener en consideración en el curso los siguientes puntos

- Desarrollar modelos bien delimitados que puedan reproducirse sin complicación en un laboratorio de ciencias y aula de clases de cualquier Escuela Normal en México y posteriormente el futuro profesorado lo pueda adecuar a las

condiciones de las escuelas de educación obligatoria del país, en donde desarrollará su práctica profesional docente.

- El uso del álgebra como herramienta para la representación formal de modelos científicos los cuales pueden basarse en leyes y/o principios.
- Demostraciones de resultados matemáticos sencillos que tengan relevancia en el contexto de la Física.
- Interpretación Física de las ecuaciones matemáticas que son parte de un modelo científico.
- La relación entre cursos del mismo semestre. Que trabajaran en forma colaborativa para la obtención de mejores resultados en el aprendizaje; vinculando los saberes de manera integral a situaciones cotidianas.
- Los materiales que se utilicen podrán ser tanto instrumental de laboratorio como materiales de fácil acceso incluyendo la reutilización y el reciclaje de materiales.
- Plantearse preguntas y formular hipótesis, así como diseñar algún proceso experimental para aceptarlas o refutarlas.
- Registrar, ordenar, analizar, interpretar y vincular la información para comunicar de diferentes maneras.
- Retomar el contexto histórico de la Física para el desarrollo de los conceptos y para la reproducción de algunos experimentos.
- Interesar al estudiantado a través de realizar experimentos que dieron paso a tecnologías utilizadas en nuestra vida diaria.
- Pueden coexistir diferentes metodologías en la ciencia, no existe una única (inductivo, deductivo, hipotético-deductivo, etc.).
- Promover la interdisciplinariedad de las ciencias y humanidades.
- Desarrollar el pensamiento crítico de docentes en formación para discernir entre información sustentada sobre bases científicas de aquella que no lo está.
- El uso de simulaciones, aplicaciones y animaciones para la mejor comprensión de conceptos abstractos.

Asimismo, atendiendo a las orientaciones y enfoques generales de la licenciatura de enseñanza y aprendizaje de la Física, el enfoque basado en competencias, centrado en el estudiante, la flexibilidad curricular y académica, así como a las competencias genéricas, profesionales y disciplinares, y al propósito general del curso, se recomienda que el personal formador, aplique al comienzo de cada temática alguna estrategia que posibilite la recuperación de los conocimientos previos en torno al tema que será abordado, y con ello realizar su planeación en la que contemple una situación problema, de preferencia una que relacione un modelo científico de un fenómeno físico concreto y la temática a abordar, además de que motive a cada docente en formación para aprender de manera colaborativa con sus pares y profesores, a utilizar las matemáticas como lenguaje formal, para comprender y justificar qué modelo científico puede ayudar a establecer una

respuesta o una posible forma de análisis de la situación problema, al establecer hipótesis, comprender conceptos, analizar y evaluar resultados teóricos y discutir sobre posibles conclusiones. La situación problema puede ser presentada o tratada mediante las metodologías: Aprendizaje Basado en Problemas, Aprendizaje Basado en Proyectos, o cualquier otra que favorezca el desarrollo de los temas y competencias.

También se sugiere que durante el semestre se considere algún proyecto integrador donde se utilice algún modelo físico científico basado en fenómenos físicos puntuales sugeridos en las unidades de aprendizaje, y si está en las posibilidades del docente a cargo, dicho proyecto deberá integrar los aprendizajes de los demás cursos del mismo semestre, por lo que tendrá que coordinarse con sus pares para que el estudiantado elabore dicho producto. Lo que se sugiere es la:

- elaboración de experimentos que ayuden a la comprensión de los conceptos, así como a construir a partir de modelos mentales modelos científico, donde el análisis teórico se deberá contextualizar a la temática tratada en el curso de Álgebra para Física, la parte teórica Física en el curso de Mecánica y la experimental en Experimentación y modelización.
- elaboración de actividades de enseñanza-aprendizaje o productos (videos documentales, historietas, cómics, antología de cuentos, etc.) que ayuden a la comprensión de la temática tratada o que integren los diferentes aprendizajes del curso; o si está en la posibilidad del docente, sea un proyecto en conjunto con los demás cursos del mismo semestre.

Se recomienda que los diferentes avances del proyecto se evalúen a lo largo de las unidades de aprendizaje, dejando a consideración del personal docente a cargo del curso el número de avances a entregar, el formato, lo que deberá contener cada avance y la elección del instrumento de evaluación que mejor se adapte a las necesidades.

Además, se sugiere al profesor o profesora a cargo, que además de considerar una evaluación diagnóstica, se tenga en cuenta la evaluación formativa y sumativa a lo largo del curso, con el fin de desarrollar los criterios de desempeño de cada unidad de aprendizaje y con ello lograr los propósitos correspondientes, por ende, contribuir a las competencias disciplinares, profesionales y genéricas. Así mismo se recomienda al profesorado que, en las secuencias didácticas que elabore para el desarrollo de las unidades de competencia y del propósito de cada unidad de aprendizaje, se incorporen:

- Tecnologías del Aprendizaje y el Conocimiento (TAC).
- Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC).

Así mismo se recomienda que se promuevan:

- acciones de expresión oral y escrita.
- un ambiente de colaboración en el aula.
- la **experimentación** para la construcción de conceptos y modelos científicos

- la relación entre los cursos del mismo semestre. Que trabajaran en forma colaborativa para la obtención de mejores resultados en el aprendizaje; vinculando los saberes de manera integral a situaciones cotidianas.

Además de que se revisen:

- los programas vigentes de la educación obligatoria.
- las referencias sugeridas en el curso.

El docente a cargo deberá de mantenerse en constante actualización en conocimientos de frontera relacionados con la temática del curso.

Sugerencias de evaluación

En congruencia con el enfoque del Plan de Estudios, se propone que la evaluación sea un proceso permanente que permita valorar de manera gradual la manera en que cada estudiante moviliza sus conocimientos, ponen en juego sus destrezas y desarrollan nuevas actitudes utilizando los referentes teóricos y experienciales que el curso propone.

La evaluación sugiere considerar los aprendizajes a lograr y a demostrar en cada una de las unidades del curso, así como su integración final. De este modo se propicia la elaboración de evidencias parciales para las unidades de aprendizaje

La elaboración de cada evidencia se valorará considerando el alcance de la misma en función del aprendizaje a demostrar. La ponderación podrá determinarla el profesorado titular del curso de acuerdo a las necesidades, intereses y contextos de la población normalista que atiende.

La primera evidencia permite que el estudiantado represente en un mapa conceptual los diferentes significados de la palabra modelo. Así como una exposición donde se describa el proceso de construcción del modelo, las deficiencias iniciales del mismo y los ajustes progresivos que fue necesario hacer para adecuarlo al modelo científico.

La segunda evidencia implica una descripción del proceso de construcción del modelo, las variables seleccionadas, experimentos realizados y generalizaciones obtenidas a partir de los resultados experimentales, un análisis del límite de validez y la evaluación del modelo para identificar la capacidad de explicar y predecir.

La tercera evidencia se orienta a la explicación del proceso de reconstrucción del modelo, la identificación de las variables, el diseño de experimentos, las mediciones y procesamiento de datos y se presenten las interpretaciones realizadas por el docente en formación.

En este sentido, es importante considerar que se trata de una evidencia de aprendizaje que se va modificando y complejizando en la medida en que el colectivo de estudiantes, coordinados por el docente, incorporan, procesan, analizan, comparan y usan distintos tipos de información y la convierten en una herramienta para su propio aprendizaje.

Las sugerencias de evaluación, como se sugiere en el Plan de Estudios, consiste en un proceso de recolección de evidencias sobre un desempeño competente de cada estudiante con la intención de construir y emitir juicios de valor a partir de su comparación con un marco de referencia constituido por las competencias, sus unidades o elementos y los criterios de desempeño; 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 del Plan de Estudios y en consecuencia en el perfil de egreso.

De ahí que las evidencias de aprendizaje, se constituyan no sólo en el producto tangible del trabajo que se realiza, sino particularmente en el logro de una competencia que articula sus tres esferas: conocimientos, destrezas y actitudes.

Es importante que el profesorado recuerde que una opción de titulación es el portafolio de evidencias, por lo que se sugiere informar al inicio de cada unidad de aprendizaje, cuáles son los productos susceptibles a integrarse al portafolio de evidencias.

Unidad de aprendizaje I

La observación en la construcción de modelos

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 Física y su didáctica para hacer transposiciones de acuerdo con las características y contextos de los estudiantes, a fin de abordar los contenidos curriculares de los planes y programas de estudio vigente.

- Relaciona sus conocimientos de la Física 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 el enfoque vigente de la Física, considerando el contexto y las características de los estudiantes para lograr aprendizajes sustentables.

- Relaciona los contenidos de la Física 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.

- Diseña y utiliza diferentes instrumentos, estrategias y recursos para evaluar los aprendizajes y desempeños de los estudiantes considerando el tipo de saberes de la Física.

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

- Promueve relaciones interpersonales que favorezcan convivencias interculturales.

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.

Propósito de la unidad de aprendizaje

Que el estudiantado comprenda el concepto de modelo científico, su potencial explicativo y predictivo, sus límites y su importancia en la construcción de la ciencia y que construya un modelo explicativo y predictivo sobre un sistema físico fácilmente observable, explicitando los límites de validez, para que considere a la modelización y la experimentación como una estrategia de aprendizaje y enseñanza en temas relacionados con la Física.

Contenidos

Modelo mental y modelo científico

- Polisemia de la palabra modelo
- Objetivos funcionales del modelo
- Elementos constitutivos de un modelo científico
- Evolución de los modelos mentales hacia modelos precientíficos o científicos¹

Construcción de modelos a partir de la observación

- Elección del fenómeno a modelar
- Identificación de elementos constitutivos y funciones del modelo

Evaluación del modelo construido

- Poder descriptivo
- Poder explicativo
- Poder predictivo

Actividades de aprendizaje

A continuación, se presentan algunas sugerencias didácticas para abordar los contenidos de la unidad, cada docente formador podrá adaptarlas o sustituirlas de acuerdo a los intereses, contextos y necesidades del grupo que atiende.

Para abordar la temática Modelo mental y modelo científico:

- Construcción grupal de una lista con ejemplos de modelos, clasificarlos de acuerdo con el tipo y propósito.
- Previa lectura de artículos, seleccionados por el profesorado, construcción grupal del significado actual de la palabra modelo en la investigación en enseñanza de las

¹ Suelen llamarse modelos escolares de arriba.

ciencias, que permita diferenciar lo que es un modelo científico y un modelo escolar de arriba, de cualquier otro significado que se otorgue a la palabra modelo.

Para abordar la temática Construcción de modelos a partir de la observación:

- Elección del fenómeno físico a modelar e identificación de los elementos constitutivos, esto puede realizarse mediante una discusión guiada. En esta unidad no se hará un control de variables

Para abordar la temática Evaluación del modelo construido:

- Explicitar el modelo construido y ponerlo a prueba comparando con el sistema real, deben hacerse los ajustes necesarios en el modelo para que tenga el poder descriptivo, explicativo y predictivo.

El proceso a seguir puede ser el siguiente:

- Explicitación del modelo intuitivo sobre el fenómeno físico, que debe ser capaz de explicar, describir y predecir el comportamiento de los sistemas.
- Observación de los fenómenos y toma de datos
- Elaboración de tablas, gráficas, etc., para poder realizar una interpretación de datos
- Comparación contra el modelo inicial
- Reconocimiento de las limitaciones para explicar o predecir los fenómenos relacionados (esto debe hacerse a través de discusión grupal)
- Ajuste del modelo y se repite el ciclo

Se ilustra, a modo de ejemplo, el proceso anterior mediante la construcción del modelo del sistema Sol-Tierra-Luna. Esta secuencia está justificada por la presencia de estos temas en educación primaria y secundaria, pero, sobre todo, porque implica que los futuros maestros distingan entre la enseñanza habitual y las posibilidades que genera la secuencia por modelización.

A.- Construcción de modelos a partir de la observación

- Cada estudiante normalista construye un modelo del sistema Sol-Tierra que permita explicar acontecimientos diurnos y realizar predicciones.
- Explicitar su modelo mental a través de una maqueta o dibujo y todas las explicaciones pertinentes, siendo claro que el modelo en la cabeza de cada uno no está totalmente explicitado en las representaciones icónicas. Esta maqueta servirá posteriormente para afinar el modelo precientífico de los estudiantes sobre este sistema.
- Mediante un trabajo grupal se identifican los elementos constitutivos de los modelos explicitados por cada miembro del equipo. Se eligen los que se consideran representativos del sistema y cada integrante analiza si su modelo explicativo requiere modificación.

B.- Evaluación del modelo construido a través de la comparación con el sistema real

Algunas preguntas que ayuden a realizar esta prueba de robustez del modelo pueden ser:

- ¿Permite tu modelo (modelo Sol-Tierra) explicar:
 - ¿Las diferencias observables respecto a la trayectoria aparente del Sol a lo largo del año?
 - ¿Cómo cambia la hora del amanecer y del atardecer a lo largo del año?
 - ¿Que las horas de luz no duren lo mismo a lo largo del año?
 - ¿En qué estación, los días (en tu localidad) son cada vez más cortos o son cada vez más largos?
 - ¿Permite tu modelo explicativo (modelo Sol-Tierra) realizar predicciones sobre:
 - ¿Cuál es el día más corto (horas de luz) y cuántas horas tiene?
 - ¿Cuál es el día más largo (horas de luz) y cuántas horas tiene?
 - ¿Sobre lo que sucederá en otras localidades lejanas a la tuya?
- Se les solicita que replanteen su modelo inicial para tomar en cuenta los conocimientos actuales, es conveniente que busquen información en diversas fuentes, para contar con más elementos al hacer el ajuste del modelo inicial.
- Se hace una discusión grupal sobre las ideas alternativas expresadas en el modelo inicial, que se espera sean comunes a muchos de ellos.
- Puesta a prueba del nuevo modelo (el personal docente utiliza elementos del modelo científico aceptado para evaluar la semejanza del modelo construido por los equipos de estudiantes normalistas).
- Suponiendo que el Sol se encuentra en el lado derecho de la esfera terrestre, representa mediante rayos la luz que llega a la Tierra un día de equinoccio para justificar que tu localidad tenga el mismo número de horas de día que de noche. (Los rayos deben incidir perpendiculares al eje de la Tierra el día del equinoccio).
- Dibuja mediante rayos la luz que llega a la Tierra el día 21 de junio. (Los rayos paralelos deben iluminar más el hemisferio norte).
- Dibuja mediante rayos la luz que llega a la Tierra el día 21 de diciembre. (Los rayos paralelos deben iluminar más el hemisferio sur).
- A partir de estos esquemas se pueden hacer preguntas para predecir las horas de luz en diferentes partes del mundo, durante el mismo día. Ejemplos: polo norte y sur, trópicos de cáncer y capricornio, ecuador. Comparar las predicciones con información confiable, esto da más credibilidad al modelo.
 - ¿Cómo cambia la culminación solar en la localidad a lo largo del año?
 - ¿Cómo cambia la posición, sobre el horizonte, del amanecer y del atardecer?

Evidencias

Elaboración de un mapa conceptual para dar cuenta de los diferentes significados de la palabra modelo.

Exposición donde se describa el proceso de construcción del modelo, las deficiencias iniciales del mismo y los ajustes progresivos que fue necesario hacer para adecuarlo al modelo científico.

Observación de fenómenos y redacción de posibles explicaciones.

Criterios de desempeño

Conocimientos

- Reconocer la polisemia de la palabra modelo y definir los diferentes usos que puede tener en el aula, al referirse a la Física o a las construcciones mentales de los estudiantes.

Habilidades

- Construir modelos que le permitan explicar cualitativamente algunos fenómenos físicos cotidianos.
- Maneja las tecnologías de la información y la comunicación para búsqueda de información y la sistematización de la misma.

Actitudes

- Muestra autonomía en su proceso de aprendizaje.
- Muestra perseverancia para concluir con las tareas y actividades.
- Participa en el desarrollo de las actividades y forma parte del trabajo colaborativo

Valores

- 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.

Chamizo, J. A. (2010). *Una tipología de los modelos para la enseñanza de las ciencias*. Eureka, Revista de Enseñanza y Divulgación de las Ciencias, 7, 26–41.

- Gutiérrez, R.** (2005). *Polisemia actual del concepto “modelo mental”*. *Consecuencias para la investigación*. *Investigações em Ensino de Ciências*, 10 (2), 209-226. Recuperado de www.if.ufrgs.br/cref/ojs/index.php/ienci/article/view/517
- Gutiérrez, R.** (2017). *Construcción del conocimiento espontáneo y del conocimiento científico I: ¿Existe alguna conexión?* *Enseñanza de las Ciencias*, número extraordinario X Congreso Internacional sobre Investigación en Didáctica de Las Ciencias, 4331-4336. Recuperado de https://ddd.uab.cat/pub/edlc/edlc_a2017nEXTRA/18_-_Construccion_del_conocimiento_espontaneo.pdf
- Justi, R.** (2006). *La enseñanza de ciencias basada en la elaboración de modelos*. *Enseñanza de las Ciencias*, 24 (2), 173-184. Recuperado de <https://ddd.uab.cat/pub/edlc/02124521v24n2/02124521v24n2p173.pdf>
- Treagust, D.F., Chittleborough, G. and Mamiala, T. L.** (2007). *La comprensión de los estudiantes sobre el papel de los modelos científicos en el aprendizaje de las ciencias*. *Rev. Eureka. Enseñ. Divul. Cien.* 4 (2), 364-366. Recuperado de <https://revistas.uca.es/index.php/eureka/article/view/3828/3405>

Bibliografía complementaria

- Barberán, M.** (1995). *¿Por qué hay veranos e inviernos? Representaciones de estudiantes (12-18) y de futuros maestros sobre algunos aspectos del modelo Sol-Tierra*. *Enseñanza de las Ciencias*, 13 (2), 227-236. Recuperado de <https://ddd.uab.cat/pub/edlc/02124521v13n2/02124521v13n2p227.pdf>
- Chico, M. M., Lucio-Villegas, R. L. G., & Liso, M. R. J.** (2013). *Propuesta de formación inicial de maestros fundamentada en la enseñanza por indagación centrada en el modelo de sol-tierra*. *Enseñanza de las ciencias: revista de investigación y experiencias didácticas*, (Extra), 2173-2178. Recuperado de https://ddd.uab.cat/pub/edlc/edlc_a2013nExtra/edlc_a2013nExtrap2173.pdf
- Gutiérrez, R.** (2014). *Lo que los profesores de ciencia conocen y necesitan conocer acerca de los modelos: aproximaciones y alternativas*. *Biografía*, 37- 66

- Kriner, Alicia.** (2004). *Las fases de la luna, ¿Cómo y cuándo enseñarlas?* Ciência & Educação (Bauru), 10(1), 111-120. Recuperado de http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1516-73132004000100008&lng=en&tlng=es
- Martínez-Torregrosa, J., Jiménez Liso, M. R., López-Gay, R., Osuna García, L.** (2009). *El aprendizaje del modelo Sol-Tierra. Una oportunidad para la formación de maestros.* Alambique, 61, 27-37
- Halloun, I** (2006). *Modeling Theory in Science Education*, Springer, Science & Technology. Education Library ISBN-13 978-1-4020-2140-4 (e-book)
- Ogan-Bekiroglu, F.** (2007). *Effects of Model-based Teaching on Pre-service Physics Teachers' Conceptions of the Moon, Moon Phases, and Other Lunar Phenomena.* International Journal of Science Education, 29 (5) 555–593.
- Plummer, J. D., & Maynard, L.** (2014). *Building a learning progression for celestial motion: An exploration of students' reasoning about the seasons.* Journal of Research in Science Teaching, 51(7), 902-929.
- Stahly, L. L., Krockover, G. H., & Shepardson, D. P.** (1999). *Third grade students' ideas about the lunar phases.* Journal of Research in Science Teaching, 36(2), 159-177.

Recursos de apoyo

- Acevedo J.** (2017a). *Sobre Modelos científicos.* Recuperado de: <http://www.oei.es/historico/divulgacioncientifica/?Sobre-modelos-cientificos>
- Acevedo J.** (2017b). *Sobre los modelos científicos como mediadores.* Recuperado de: <http://www.oei.es/historico/divulgacioncientifica/?Sobre-los-modelos-cientificos-como-mediadores>

Unidad de aprendizaje II

La experimentación en la construcción de modelos

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 Física y su didáctica para hacer transposiciones de acuerdo con las características y contextos de los estudiantes, a fin de abordar los contenidos curriculares de los planes y programas de estudio vigente.

- Relaciona sus conocimientos de la Física 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 el enfoque vigente de la Física, considerando el contexto y las características de los estudiantes para lograr aprendizajes sustentables.

- Relaciona los contenidos de la Física 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.

- Diseña y utiliza diferentes instrumentos, estrategias y recursos para evaluar los aprendizajes y desempeños de los estudiantes considerando el tipo de saberes de la Física.

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

- Promueve relaciones interpersonales que favorezcan convivencias interculturales.

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.

Propósito de la unidad de aprendizaje

Que el estudiantado construya un modelo científico de un fenómeno físico, (a) con reglas de operación expresadas preferentemente mediante representaciones (o expresiones) matemáticas, (b) obtenidas por inferencia a partir de resultados experimentales, (c) con base en una experimentación donde hay un claro control de variables, analice los límites de validez de un modelo científico para identificar las simplificaciones que se realizan en todo proceso de modelización y considere a la modelización y la experimentación como una estrategia de aprendizaje y enseñanza en temas relacionados con la Física.

Contenidos

Construcción de un modelo objeto a partir de datos experimentales

- Identificación de los elementos del modelo
- Identificación de las variables a controlar
- Realización de actividades experimentales
- Toma de datos y construcción de gráficas
- Interpretación Física de los resultados

Construcción de un modelo científico

- Inferir los enunciados legales
- Explicitar reglas de inferencia
- Introducir las etiquetas conceptuales

Evaluación del modelo científico construido

- Poder descriptivo
- Poder explicativo
- Poder predictivo

Actividades de aprendizaje

A continuación, se presentan algunas sugerencias didácticas para abordar los contenidos de la unidad, cada docente formador podrá adaptarlas o sustituirlas de acuerdo a los intereses, contextos y necesidades del grupo que atiende.

Se sugiere que para el diseño de las secuencias se utilice la estructura planteada por Gutiérrez (2017) y que se copia a continuación.

“La estructura de la Secuencia de Enseñanza Aprendizaje (SEA) consistiría en:

1. Una serie de sistemas físicos, intencionalmente seleccionados y secuenciados, de manera que pudieran vehicular los contenidos científicos deseados.
2. La ontología de estos sistemas (entidades y sus propiedades), deberían facilitar que el estudiantado construyera modelos causales que fueran coherentes con la ontología elegida (criterio de verdad, epistemología); si esto no fuera así, la ontología debería revisarse y se crearía un nuevo modelo causal. La ejecución mental de éste modelo debería ser correspondiente (se corresponde con el comportamiento del sistema que se está modelizando) y robusto (sirve para explicar la evolución del sistema físico que se está modelizando). Si no se cumplen estas condiciones, se volvería a revisar la ontología del modelo mental (MM) construido (necesidad psicológica). Este ciclo se repetiría hasta alcanzar un MM que cumpla con las condiciones enunciadas. Este MM tendría las funciones de explicar y predecir los comportamientos actuales y futuros del sistema modelizado.
3. Otro elemento decisivo es que cada estudiante observe en el sistema las interacciones entre los elementos que lo constituyen, y los fenómenos que aparecen como consecuencias de las mismas. Estas observaciones son la base para las reglas de inferencia que la comunidad estudiantil explicita.
4. Las reglas de inferencia determinan la generalización, que permitirán al profesorado poner nombres o “etiquetas” (introducir vocabulario científico), y que terminarán

convirtiéndose, siguiendo los procesos de modelización, en conceptos o leyes científicas, en el nivel deseado.”

Se ilustra, a modo de ejemplo, en electrostática elemental. Esta secuencia está justificada por la presencia de estos temas en educación obligatoria, pero, sobre todo, porque implica que el futuro profesorado distinga entre la enseñanza habitual y las posibilidades que genera la secuencia por modelización. En el artículo citado aparece una tabla (pág 4341) que puede servir al profesor-formador como guía de la secuencia, para identificar principalmente las entidades o propiedades del sistema, las interacciones, los fenómenos que se deben observar, las reglas de inferencia que el estudiantado debe deducir y las etiquetas conceptuales o legales que el profesorado debe introducir.

A continuación, se transcribe la tabla, con pequeñas modificaciones para facilitar los experimentos.

Sistema 1: Electrización

Ontología (entidades y propiedades)	Interacciones en el sistema (que se deben provocar)	Fenómenos (que se deben observar)	Reglas de inferencia (que el estudiantado debe deducir)	Etiquetas conceptuales o legales (que el profesor debe introducir)
Hoja de plástico Hoja de papel Trozos de papel pequeños Imán	Frota enérgicamente la hoja de plástico contra una hoja de papel	La hoja de plástico atrae los papeles pequeños Los imanes no atraen los papeles pequeños	Si se frota una hoja de plástico con un papel, se electriza (se carga) Si la hoja está cargada, atrae los papeles pequeños	- Electrización - Carga eléctrica - Fuerza eléctrica - Fuerza eléctrica distinta de la fuerza magnética
Sistema 2: Tipos de Electrización				
Hojas de plástico descargadas (tres)	1. Jalar enérgicamente una hoja de plástico colocada	Las hojas de plástico 1 y 2 se repelen	Si se frota 2 hojas de plástico con un papel	- Hay dos tipos de electrización - dos tipos de

Libro o cuaderno grueso Hoja de papel	en medio del libro o cuaderno. Repetir 3 o cuatro veces siempre en la misma dirección 2. Ídem con la segunda hoja de plástico 3. Frota enérgicamente la otra hoja de plástico contra la hoja de papel	La hoja de plástico 3 y la de papel se atraen	(libro) se cargan y se repelen Si se frota una hoja de plástico contra una hoja de papel, se atraen	cargas. Para diferenciarlas, a unas las llamamos positivas y a las otras negativas - Cuerpos cargados con las mismas cargas, se repelen; con cargas distintas, se atraen
--	--	---	--	---

Sistema 3: Cómo saber si un cuerpo está cargado

Hojas de plástico (sin cargar) Péndulo eléctrico Hojas de plástico (cargadas)	1. Acercar el péndulo a la hoja de plástico descargada 2. Cargar la hoja de plástico presionándola fuertemente entre las hojas de un libro. Acercar el péndulo a la hoja de plástico. 3. Toca el péndulo a la hoja cargada	1. No hay interacción 2. Interacción entre el plástico y el péndulo 3. Se repelen	- Si la hoja de plástico no está cargada, el péndulo no experimenta ningún efecto. - Si se acerca el péndulo a la hoja de plástico cargada, se atraen Si se tocan, el péndulo adquiere el mismo tipo de carga que la hoja de plástico y es repelido	- Péndulo eléctrico - Las cargas pueden pasar de un cuerpo a otro (El péndulo eléctrico como detector de "campos eléctricos". Introducción elemental)
---	--	---	---	--

Sistema 4: Un circuito para las cargas

<p>Electroscopio casero Cable conductor Hojas de plástico cargadas</p>	<p>1. Pasa la hoja de plástico cargada por la parte superior del electroscopio. Sepárala. 2. Toca la parte superior del electroscopio con un extremo del cable conductor, mientras sujetas con la mano el otro extremo</p>	<p>1. Las puntas de las tiras de papel metálico se separan formando un ángulo 2. Las hojas quedan paralelas</p>	<p>- Si tocamos con la hoja de plástico cargada la parte superior del electroscopio, las cargas pasan al papel metálico y éstas adquieren cargas del mismo signo - Al tocar con cable conductor la parte superior del electroscopio, las cargas se mueven a través del cable, pasan a la mano, y el electroscopio se descarga</p>	<p>Corriente eléctrica Circuito eléctrico</p>
--	---	---	---	---

Además de los puntos señalados en la tabla por Gutiérrez (2017) se puede añadir *el sistema 5. Fuerza entre cargas*. Las entidades serían las mismas del sistema 3, al igual que las interacciones, pero el fenómeno a observar puede ser que la fuerza de atracción decae rápidamente con la distancia, en este caso es muy difícil realizar medidas, pero cualitativamente es claro. Se puede introducir como enunciado legal la Ley de Coulomb. En este ejemplo falta la evaluación y generalización del modelo construido por el docente en formación.

Al inicio de la secuencia se debe rescatar que la materia es eléctricamente neutra. Poner énfasis en que las observaciones se realizan a nivel macro y que para las explicaciones se utilizan objetos abstractos (partículas cargadas).

Se sugiere comparar el modelo de carga eléctrica y campo con la simulación de Phet <https://phet.colorado.edu/es/simulation/charges-and-fields>

Evidencias

Exposición oral o escrita, utilizando TIC, donde se **describa** el proceso de construcción del modelo, las variables seleccionadas, experimentos realizados y generalizaciones obtenidas a partir de los resultados experimentales, se **analice** su límite de validez y **evalúe** si el modelo tiene la capacidad de explicar y predecir.

Criterios de desempeño

Conocimientos

- Analiza los límites de validez del modelo construido al identificar las simplificaciones que se realizan en todo proceso de modelización.

Habilidades

- Construye un modelo científico a través de la experimentación, con reglas de operación expresadas con representaciones o expresiones matemáticas que le permiten explicar cualitativamente algunos fenómenos físicos cotidianos.
- Evalúa si el modelo tiene la capacidad de explicar y predecir.
- Maneja las tecnologías de la información y la comunicación para búsqueda de información y la sistematización de la misma.

Actitudes

- Muestra autonomía en su proceso de aprendizaje.
- Muestra perseverancia para concluir con las tareas y actividades.
- Participa en el desarrollo de las actividades y se integra al trabajo colaborativo.

Valores

Respeto 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.

Gutiérrez, R. (2017). *Construcción del conocimiento espontáneo y del conocimiento científico II. Secuencia de enseñanza /aprendizaje basada en sucesiones de modelos: Introducción a la electrostática elemental*. Enseñanza de las Ciencias, número extraordinario X Congreso Internacional sobre Investigación en Didáctica de Las Ciencias, 4331–4336 Recuperado de https://ddd.uab.cat/pub/edlc/edlc_a2017nEXTRA/19_-_Construccion_del_conocimiento_espontaneo.._ii.pdf

Bibliografía complementaria

Aliberas, J., Izquierdo, M. & Gutiérrez, R. (2013). *Diseño de una secuencia didáctica sobre hidrostática, teóricamente fundamentada: el papel de la modelización y de la emoción*. Enseñanza de las Ciencias, Número extra, pp. 84-90.

Criado, A. M., & Cañal, P. (2002). *Obstáculos para aprender conceptos elementales de electrostática y propuestas educativas*. Investigación en la Escuela. 47, 53-63

Recursos de apoyo

Perkins K. (2018). *PHET INTERACTIVE SIMULATIONS. Campos y cargas*. Recuperado de: <https://phet.colorado.edu/es/simulation/charges-and-fields>

Unidad de aprendizaje III

Reconstrucción de modelos implícitos en una teoría

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 Física y su didáctica para hacer transposiciones de acuerdo con las características y contextos de los estudiantes, a fin de abordar los contenidos curriculares de los planes y programas de estudio vigente.

- Relaciona sus conocimientos de la Física 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 el enfoque vigente de la Física, considerando el contexto y las características de los estudiantes para lograr aprendizajes sustentables.

- Relaciona los contenidos de la Física 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.

- Diseña y utiliza diferentes instrumentos, estrategias y recursos para evaluar los aprendizajes y desempeños de los estudiantes considerando el tipo de saberes de la Física.

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

- Promueve relaciones interpersonales que favorezcan convivencias interculturales.

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.

Propósito de la unidad de aprendizaje

Que el estudiantado reconstruya un modelo científico a partir de una teoría general, explicitando los límites de validez y lo evalúe a partir de la contrastación experimental para que considere a la modelización y la experimentación como una estrategia de aprendizaje y enseñanza en temas relacionados con la Física.

Contenidos

Selección de la teoría e identificación de los modelos

- Identificación de la teoría general para construir el modelo
- Identificación de los modelos objeto y sus propiedades
 - Objetos concretos
 - Objetos formales

Análisis del modelo científico

- Identificación de enunciados legales en una teoría
- Interpretación de las reglas de inferencia
- Identificación de las etiquetas conceptuales

Aplicación y evaluación del modelo reconstruido

- Diseño de experimentos (identificación de variables)
- Medición y procesamiento de datos experimentales
- Interpretación Física de los resultados
- Evaluación del modelo: poder descriptivo, explicativo y predictivo

Actividades de aprendizaje

A continuación, se presentan algunas sugerencias didácticas para abordar los contenidos de la unidad, cada docente formador podrá adaptarlas o sustituirlas de acuerdo a los intereses, contextos y necesidades del grupo que atiende.

Se sugiere que en el diseño de las secuencias didácticas para abordar los contenidos se considere el establecimiento de una situación problema al comienzo, donde para solucionarla sea necesario la reconstrucción de un modelo científico de un fenómeno físico a partir de una teoría general ya establecida y su contrastación experimental para analizar los límites de validez y evalúe si el modelo tiene la capacidad de explicar y predecir.

El proceso a seguir puede ser el siguiente:

- Selección de la teoría con la que se desea trabajar.
- Identificación de los objetos formales que conforman la teoría.
- Identificación de los enunciados legales de la teoría.
- Reconstrucción de un modelo a partir de los elementos que conforman la teoría.
- Diseño de experimentos en los que se trasladen los objetos formales a objetos concretos.
- Medición y procesamiento de datos.
- Interpretación Física de los resultados obtenidos tanto en la teoría como en el experimento.
- Análisis de los límites de validez del modelo reconstruido.
- Evaluación de la función predictiva y explicativa del modelo considerando los resultados obtenidos en la experimentación.

A medida de ejemplo y considerando que el estudiantado lleva a la par el curso de *Mecánica*, se puede presentar una situación problemática donde se tome como base las leyes de Newton o el principio de conservación de energía mecánica:

Las personas que practican tiro deportivo, específicamente tiro al plato, deben hacerlo en la mayoría de los casos en campos abiertos y extensos, donde las municiones no alcancen a salir del área destinada para dicho deporte. Para determinar si el área que se destine es la adecuada para asegurar que los proyectiles de las escopetas de los competidores no saldrán de ella, es necesario saber cuál es el posible alcance máximo del proyectil o al menos saber la distancia mínima en la que una persona puede transitar sin ser alcanzada

por un proyectil de la escopeta. ¿Cómo se puede determinar la distancia de alcance de los proyectiles de la escopeta? ¿cuál es la distancia mínima en la que una persona puede transitar sin ser alcanzada por un proyectil de la escopeta?

A partir de la situación se sugiere establecer una investigación documental o cualquier otra actividad congruente con los enfoques generales de la licenciatura y de los del trayecto formativo disciplinar, donde el estudiantado elija la mecánica de una partícula basada en las leyes de Newton o en la conservación de la energía mecánica como teoría general que le servirá para reconstruir el modelo del alcance horizontal del proyectil.

Para identificar las entidades o propiedades del sistema, las interacciones, los fenómenos que se deben observar, las reglas de inferencia que el estudiantado debe deducir y las etiquetas conceptuales o legales que el profesor debe introducir, se propone que el estudiante con la mediación del docente complete una modificación de la tabla presentada en Gutiérrez (2017):

Ontología (entidades y propiedades)	Interacciones en el sistema (que se deben provocar)	Fenómenos (que se deben observar)	Reglas de inferencia (que el docente en formación debe deducir)	Etiquetas conceptuales o legales (que el profesor debe introducir basándose en la teoría adoptada)
Escopeta Munición de escopeta con masa y peso Tierra Campo de tiro	Disparo (interacción escopeta-munición) Atracción entre la munición y la Tierra	Trayectoria de vuelo	Leyes de Newton o principio de conservación de la energía El alcance depende del ángulo de tiro y de la velocidad inicial.	Impulso Partícula (objeto puntual con masa y peso) Fuerza de gravedad constante Trayectoria Marco de referencia inercial Posición, desplazamiento, velocidad Ángulo de tiro Alcance máximo

- Con la guía del personal docente y los elementos antes identificados, el estudiantado reconstruye un modelo capaz de explicar, describir y predecir el alcance máximo de la munición.
- Una vez establecido el modelo se prosigue a evaluar mediante el diseño y ejecución de experimentos si cumple adecuadamente la función descriptiva, explicativa y predictiva, así como sus límites de validez, mediante la interpretación Física de los datos experimentales. Para esto se sugiere deducir una serie de hechos a partir del modelo reconstruido, cómo establecer si el alcance horizontal máximo no depende del ángulo de disparo respecto a la horizontal o sí depende, en qué ángulo se alcanza el máximo, o cualquier otro hecho que se pueda deducir, para diseñar y ejecutar una serie de experimentos que confirmen o refuten dicha predicción, también se puede considerar simulaciones como la de "Movimiento de un proyectil" (Disponible en: https://phet.colorado.edu/sims/html/projectile-motion/latest/projectile-motion_es.html) para determinar los límites de validez del modelo construido.
- Una vez que se tenga el modelo final, a partir de éste se conjetura alguna respuesta a las preguntas iniciales ¿Cómo se puede determinar la distancia de alcance de los proyectiles de la escopeta? ¿cuál es la distancia mínima en la que una persona puede transitar sin ser alcanzada por un proyectil de la escopeta?, en caso de necesitar información extra se guía al estudiantado para obtenerla de referencias confiables.

Evidencias

Exposición oral o escrita, utilizando TIC, donde se **describa** el proceso de reconstrucción del modelo, la identificación de las variables, el diseño de experimentos, las mediciones y procesamiento de datos y se presenten las interpretaciones realizadas por el docente en formación.

Criterios de desempeño

Conocimientos

- Selecciona una teoría y reconstruye un modelo.
- Analiza los límites de validez del modelo construido a través de la interpretación Física de los datos experimentales y de la identificación de las simplificaciones que se realizan en todo proceso de modelización.

Habilidades

- Relaciona los objetos formales de una teoría con los objetos concretos de un experimento.
- Diseña experimentos e identifica variables a medir.
- Realiza mediciones y procesa los datos obtenidos mediante tablas o gráficas.
- Hace interpretaciones Físicas de los resultados experimentales.

- Evalúa si el modelo tiene la capacidad de explicar y predecir.

Actitudes

- Muestra autonomía en su proceso de aprendizaje.
- Muestra perseverancia para concluir con las tareas y actividades.
- Participa en el desarrollo de las actividades y se incorpora al trabajo colaborativo.

Valores

- Respeto 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.

Gutiérrez R. (2014). Lo que los profesores de ciencias conocen y necesitan conocer acerca de los modelos: aproximaciones y alternativas. *Bio-grafía Escritos sobre biología y su enseñanza*. 7(13), p.p. 37-66.

Gutiérrez, R. (2017). *Construcción del conocimiento espontáneo y del conocimiento científico II. Secuencia de enseñanza /aprendizaje basada en sucesiones de modelos: Introducción a la electrostática elemental*. Enseñanza de las Ciencias, número extraordinario X Congreso Internacional sobre Investigación en Didáctica de Las Ciencias, 4331–4336. Recuperado de: https://ddd.uab.cat/pub/edlc/edlc_a2017nEXTRA/19_-_Construccion_del_conocimiento_espontaneo.._ii.pdf

Bibliografía complementaria

Hinojosa, J., & Sanmartí, N. (2013). *Dificultades en la transferencia del modelo de mecánica newtoniana*. Enseñanza de las ciencias: revista de investigación y experiencias didácticas, (Extra), 1748-1753. Recuperado de https://ddd.uab.cat/pub/edlc/edlc_a2013nExtra/edlc_a2013nExtrap1748.pdf

Hinojosa, J., & Sanmartí, N. (2015). *La autorregulación metacognitiva como medio para facilitar la transferencia en mecánica*. Revista Eureka sobre Enseñanza y

Divulgación de las Ciencias 12(2), 249-263, Recuperado de <https://revistas.uca.es/index.php/eureka/article/view/2919/2620>

Recursos de apoyo

Ochoa A. (2008). *Los deportes con los escuincles Tiro al plato*. México. Recuperado de: <http://conadeb.conade.gob.mx/Documentos/Publicaciones/Tiro%20al%20Plato.pdf>

Tracker Video analysis and modeling tool. Recuperado de: <https://physlets.org/tracker/>

Perkins K. (2018). *PHET INTERACTIVE SIMULATIONS. Movimiento de un proyectil*. Recuperado de: https://phet.colorado.edu/sims/html/projectile-motion/latest/projectile-motion_es.html

Perfil docente sugerido

Perfil académico

Licenciatura en el área de educación con especialidad en Física; en Física, o ingeniería (Civil, Eléctrica y Electrónica, GeoFísica, Geológica, Mecatrónica, Mecánica, Telecomunicaciones, Petrolera, Química, Ciencias de la Tierra, Física Biomédica) con formación docente demostrable (diplomados, especialidad, maestría o doctorado en el área de educación).

Preferentemente 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; en Física, o ingeniería (Civil, Eléctrica y Electrónica, GeoFísica, Geológica, Mecatrónica, Mecánica, Telecomunicaciones, 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 físico-matemática, 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

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.

Experiencia profesional

Docente de educación superior con antigüedad mínima de dos años.

Referida a la experiencia laboral en la profesión sea en el sector público o privado