

# Licenciatura en Enseñanza y Aprendizaje de la Física en Educación Secundaria

Plan de Estudios 2018

Programa del curso

## Modelos matemáticos en Física

Cuarto semestre

**SEP**

SECRETARÍA DE  
EDUCACIÓN PÚBLICA



Primera edición: 2020

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

D.R. Secretaría de Educación Pública, 2018  
Argentina 28, Col. Centro, C. P. 06020, Ciudad de México

Trayecto formativo: **Formación para la enseñanza y el aprendizaje**

Carácter del curso: **Obligatorio**

Horas: **4** Créditos: **4.5**

## Contenido

Propósito y descripción general del curso .....	5
Propósito general .....	5
Descripción .....	5
Sugerencias .....	6
Cursos con los que se relaciona .....	8
Competencias del perfil de egreso a las que contribuye el curso....	9
Estructura del curso .....	13
Orientaciones para el aprendizaje y la enseñanza .....	13
Sugerencias de evaluación.....	17
Unidad de aprendizaje I. Modelización matemática en la Física....	19
Unidad de aprendizaje II. Análisis de modelos matemáticos.....	28
Perfil docente sugerido.....	37
Referencias del curso.....	39

## Propósito y descripción general del curso

Las funciones esenciales de los modelos científicos son la explicación y la predicción de fenómenos (Gutierrez, 2014), para ello, se recurre a representaciones idealizadas y simplificadas que permiten establecer relaciones matemáticas entre las variables físicas, donde a partir de un problema en la realidad sus componentes y propiedades se abstraen y se modelizan en el mundo matemático para resolverlo dentro de él, una vez resuelto, se interpreta la solución al mundo físico evaluando el resultado, ya sea para dar por resuelto el problema o para repetir el ciclo, pero con una modelización matemática más detallada y robusta que permita solucionar el problema.

En este curso se pondrá un énfasis especial en la reconstrucción de diferentes modelos científicos de la física basados en expresiones algebraicas a partir de la implementación de diferentes herramientas matemáticas, de principios, leyes o teorías generales en la Física.

### Propósito general

El propósito general de curso es que el estudiantado reconstruya modelos científicos de la Física mediante la aplicación de las matemáticas y de principios, leyes o teorías generales para establecer límites de validez de los modelos al contrastarlos con resultados experimentales y evaluar simulaciones, animaciones o secuencias didácticas.

### Descripción

El curso *Modelos matemáticos en Física* pertenece al trayecto formativo Formación para la enseñanza y el aprendizaje se ubica en el quinto lugar del cuarto semestre en la malla curricular, con 4.5 créditos que se desarrollan a lo largo de 18 semanas de 4 horas cada una.

El curso está dividido en dos unidades, cada una de ellas desarrolla e implementa dos conceptos fundamentales: modelización matemática y modelo matemático.

En las dos unidades se incluyen propuestas de actividades relacionadas con conceptos físicos como ejemplos que pueden ser utilizados en el aula para realizar una modelización teórica, destacando la modelización y los modelos

matemáticos utilizados para la resolución de problemas físicos y para el diseño o análisis de secuencias didácticas a nivel secundaria o para el medio superior.

Además de las actividades para desarrollar en el aula, se incluye bibliografía que sirve de referencia tanto para el profesorado como para el estudiantado, en la que podrá profundizar más sobre los conceptos en caso de que así se desee, también se proporcionan recursos digitales que pueden ser implementados en el desarrollo de los temas o bien, en el diseño de estrategias de enseñanza, o incluso, para interpretar el significado de los términos modelización matemática y modelo matemático, sin que se llegue a estudiar con profundidad, ya que el curso fue planeado para utilizarlos como herramienta más que para analizarlos como objeto de estudio.

La estructura del curso en conjunto con las actividades propuestas promueven el desarrollo del pensamiento abstracto y de competencias como la habilidad matemática, especialmente la modelización, la organización de información y de procesos, además del análisis de fenómenos físicos con mayor profundidad teórica.

## Sugerencias

Se recomienda cuidar que los problemas matemáticos no se superpongan u oculten el problema físico; además de evitar que el aprendizaje de técnicas y algoritmos de cálculo hagan que se olvide el fenómeno o situación física que se está modelando mediante la abstracción.

Es muy importante que el futuro docente pueda realizar cambios de representación; esto es, expresar verbalmente el significado del modelo matemático utilizado, así como interpretar una gráfica o ecuación en el contexto físico real.

Adicionalmente, se recomienda que el docente ayude al estudiante a:

- Lograr la autonomía en su proceso de aprendizaje.
- Tener perseverancia para concluir con las tareas y actividades.
- Participar en el desarrollo de las actividades y forme parte del trabajo colaborativo.
- Lograr una actitud abierta para movilizar saberes previos respecto a los modelos científicos y matemáticos.

- Manejar las herramientas digitales a través de recursos en línea, como en simulaciones o animaciones que representen un fenómeno físico en particular, o en software para tomar datos experimentales.
- Revisar bibliografía recomendada.

## Cursos con los que se relaciona

La educación llega hasta una persona desde una estructura construida por la sociedad, y la forma para ser lo que es, en memoria, pensamientos, sentimientos, percepción, atención y algunas combinaciones, como el carácter, todo esto depende de los materiales que se le vayan proporcionando. Por lo que todos los espacios que forman la malla curricular son importantes para lograr un fin: la formación profesional de docentes de Física para educación secundaria o media superior.

El curso *Modelos matemáticos en Física* está relacionado con todo el trayecto Formación para la enseñanza y el aprendizaje, ya que la modelización matemática es una herramienta esencial en la descripción, explicación y predicción de fenómenos físicos, desde la física clásica hasta la moderna, y por ende sus aplicaciones.

Este curso fue elaborado por docentes normalistas, personas especialistas en la materia y en el diseño curricular provenientes de las siguientes instituciones: María Antonieta Young Vásquez, de la Escuela Normal de Cuautitlán Izcalli; Joel Abiram Barrera Alemán, Vladimir Carlos Martínez Nava y José Guadalupe Rodríguez Muñoz, de la Escuela Normal Superior “Profr. Moisés Sáenz Garza”; Luz María Luna Martínez, de la Escuela Normal Superior de México; María del Pilar Segarra Alberú, del Departamento de Física de la Facultad de Ciencias, UNAM; José Antonio Fragoso Uroza, del Departamento de Física de la Facultad de Ciencias y de la Escuela Nacional Preparatoria 4, UNAM; María del Rosario Adriana Hernández Martínez, de la Escuela Nacional Preparatoria 4, UNAM; Luis Angel Vázquez Peralta, del Colegio de Ciencias y Humanidades Plantel Sur, UNAM. Especialistas en diseño curricular: Julio César Leyva Ruiz, Gladys Añorve Añorve, Sandra Elizabeth Jaime Martínez y María del Pilar González Islas de la Dirección General de Educación Superior para Profesionales de la Educación.



## Competencias del perfil de egreso a las que contribuye el curso

### 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.

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

- Propone situaciones de aprendizaje de la Física, considerando los enfoques del plan y programa vigentes; así como los diversos contextos de los estudiantes.

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

- Valora el aprendizaje de los estudiantes de acuerdo a la especificidad de la Física y los enfoques vigentes.
- Diseña y utiliza diferentes instrumentos, estrategias y recursos para evaluar los aprendizajes y desempeños de los estudiantes considerando el tipo de saberes de la Física.

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

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

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

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

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

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

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

## Competencias disciplinares

*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.

*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 la 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 tienen 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.

El presente curso está estructurado con base en las competencias genéricas, profesionales y disciplinares de la Licenciatura en Enseñanza y Aprendizaje de la Física (LEyAF) que el estudiantado debe desarrollar durante su proceso de formación, a partir del trabajo individual o con sus pares. Se recomienda que el docente a cargo del curso promueva la autonomía de sus estudiantes, el uso de tecnologías de la información y el lenguaje científico que se ha desarrollado en cursos anteriores para que fortalezca la formalidad necesaria en el ámbito científico. El curso es flexible en el sentido de que el docente puede adaptar sus ideas, sus propuestas de enseñanza y aprendizaje, siempre y cuando se cumpla el propósito general.

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.

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.

En lo que respecta a las unidades de aprendizaje, vale la pena mencionar que se estructuraron para que el estudiantado profundice en la parte teórica y abstracta que atañe a la Física como ciencia. En la primera unidad de aprendizaje deducirá modelos matemáticos a partir de las leyes generales o principios, utilizando herramientas matemáticas, describir fenómenos físicos y establecer límites de validez con ayuda de la experimentación. Cabe aclarar que el contenido presentado simplemente es una guía, sin que este sea jerárquico, pues se basó en el diagrama de siete bloques de la Open University propuesto en el trabajo de Galbraith y Clatworthy (1990) citado en la tesis de López (2014).

Mientras que en la segunda unidad de aprendizaje retoma modelos matemáticos para analizar animaciones y simulaciones utilizadas en secuencias didácticas.

Hay que recordar que el trayecto formativo Formación para la Enseñanza y el Aprendizaje fue diseñado para que el estudiantado, a lo largo de la licenciatura, fuese construyendo el conocimiento desde una perspectiva factual, física, sensorial y experimental, para que una vez construido el marco conceptual de las leyes clásicas y básicas de la Física desde una perspectiva histórica, epistemológica y experimental, pueda abstraer principios o leyes que le permitan solucionar problemas nuevos; esto es, implementar su conocimiento en situaciones nuevas para mejorar su papel como futuro docente al desarrollar las competencias del perfil de egreso, por lo que este curso debe servir de puente en este proceso.

Hay que aclarar que el término modelización matemática no tiene un único significado y dependerá del autor que se revise (López, 2014); sin embargo, la concepción que se recomienda utilizar es la de Blum (2007) la cual establece que la modelación matemática es un proceso que conduce de una situación problema a un modelo matemático, pues el curso se enfoca a utilizar tanto la modelización como los modelos matemáticos como una herramienta, más que como un objeto de estudio.

Otras de las aplicaciones que se pueden dar a la modelización y los modelos matemáticos son el poder diseñar y elaborar simulaciones o animaciones digitales que representan ciertos fenómenos naturales. Actualmente estas herramientas digitales han tomado una importancia relevante en la enseñanza y aprendizaje de la Física pues facilitan en gran medida la experimentación en diferentes contextos, sin embargo, están limitadas por el programador o el diseñador que las creó, por ello es importante que el estudiante normalista como futuro docente pueda analizar y evaluar estos recursos según su

intención didáctica con ayuda de la interpretación de los modelos matemáticos que describen la situación física presentada en la simulación o animación.



## 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, pone en juego sus destrezas y desarrolla nuevas actitudes utilizando los referentes teóricos y experienciales que el curso propone.

La evaluación se sustenta en las evidencias de aprendizaje que por cada unidad muestra cada estudiante, lo que posibilita la ponderación y la identificación del logro de las competencias a que contribuye cada una de estas parcialidades.

Es importante tener claro que se deben recolectar evidencias de aprendizaje a lo largo del proceso donde el estudiante pueda ir demostrando el logro de las competencias del perfil de egreso con la intención de retroalimentar y emitir juicios de valor a partir de un marco de referencia constituido por las unidades de competencia, el logro del propósito de cada unidad de aprendizaje y los criterios de evaluación. Con ello, se podrá identificar aquellas áreas que se requieren fortalecer para alcanzar el nivel de desarrollo esperado en cada uno de los cursos propuestos.

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.

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 con las necesidades, intereses y contextos de la población normalista que atiende.

A continuación, se proponen las siguientes evidencias de las cuales pueden elegir y considerar las que, a su criterio, sean necesarias para dar cuenta del logro de los propósitos en cada unidad de aprendizaje, así como al cumplimiento, por parte del estudiantado, de los criterios de evaluación sugeridos en cada unidad.

En la primera unidad de aprendizaje se propone como evidencia la elaboración de un cartel en el que se exponga el proceso de modelización matemática para obtener un modelo matemático que describa el movimiento de un paracaídas de juguete a partir de las leyes de Newton, de ciertas hipótesis y condiciones iniciales.

En la segunda unidad de aprendizaje las evidencias de que se proponen son:

- Infografía, presentación o escrito del análisis de una simulación que presente un fenómeno físico.
- Presentación, infografía o escrito del análisis de los modelos matemáticos utilizados en una secuencia didáctica para la enseñanza y aprendizaje de la física, enfatizando la pertinencia de su intención didáctica.

Como actividad integradora del curso se recomienda realizar una **crítica** a un tema presentado en un libro de texto, correspondiente a un nivel académico de educación secundaria o media superior, donde se manejen modelos matemáticos para representar fenómenos físicos. Para sustentar dicha crítica se deberá analizar y evaluar el modelo matemático que se utiliza, por lo que es recomendable que el docente, a lo largo del curso oriente al estudiantado para ir enriqueciendo su crítica mientras identifica los elementos esenciales en la modelización matemática y desarrolla su capacidad de evaluar los modelos matemáticos. Se propone para la evaluación de este proyecto integrador se realice una autoevaluación y heteroevaluación, donde se sugiere que el o los instrumentos de evaluación se discutan al inicio del curso entre el docente y el estudiantado, considerando el propósito general del curso, así como el de las unidades y los criterios de evaluación correspondientes.

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 pondera 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. Modelización matemática en la Física

### 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 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.

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

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

- Fundamenta su práctica profesional a partir de las bases filosóficas, legales y la organización escolar vigentes.
- Soluciona de manera pacífica conflictos y situaciones emergentes.

### **Competencias disciplinares**

*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.

*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**

Deducir modelos matemáticos en la física a partir de las leyes generales o principios, utilizando herramientas matemáticas para describir fenómenos físicos y establecer límites de validez con ayuda de la experimentación.

## **Contenidos**

Planteamiento del problema real

- Especificación del problema
- Suposiciones

Abstracción y resolución del problema en el mundo matemático

- Formulación del problema matemático
- Resolución del problema matemático

Interpretación y validación del modelo matemático

- Interpretación de la solución matemática
- Validación del modelo

Usos del modelo

## Actividades de aprendizaje

Para iniciar 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, respetando el propósito y los criterios de evaluación de la unidad de aprendizaje.

Para abordar los contenidos de la unidad se propone la siguiente actividad:

### Obtención del modelo matemático de un paracaídas de juguete

De acuerdo con las leyes de Newton, cuando la suma de fuerzas externas sobre un objeto es nula, entonces el objeto se mantiene en estado de reposo o de movimiento con velocidad constante en cambio, si la fuerza neta no es nula existe una aceleración sobre él. Partiendo de esto como idea, se propone que el estudiantado construya un paracaídas de juguete con una bolsa de plástico, un par de cuerdas o hilo y un muñeco de juguete.

El diseño y construcción del paracaídas se recomienda que se realice en equipo para que haya variedad de ideas y de propuestas e incluso, de ser posible, construyan diferentes paracaídas y los analicen con base en la obtención de su modelo matemático de movimiento.

Para obtener el modelo matemático se sugiere hacer uso del Programa Tracker, el cual está disponible en <https://physlets.org/tracker/>, el programa es de acceso libre. También se requerirá de una cámara de vídeo (puede ser la del celular) y de una computadora.

Una vez que los equipos construyen sus paracaídas, la idea es dejar caer el muñeco de juguete sin paracaídas y con paracaídas y hacer los videos correspondientes, en ambos casos la caída debe hacerse desde la misma altura y se deberá colocar un objeto que sirva de referencia para hacer la escala en el programa Tracker.

Al momento de grabar, es importante considerar lo siguiente:

- Soltar el paracaídas cuando no haya corrientes de aire o en un lugar cerrado, la altura recomendada es de 4 a 5 m.
- Colocar un objeto cuyo tamaño servirá para establecer la referencia en el programa.

- El objeto de referencia se deberá de colocar en el mismo plano de la caída del juguete.



Imagen de Vázquez Peralta, Luis Angel 2019.

Ejemplo de toma de video. La separación de los puntos en el muro gris sirve de referencia para usar tracker.

Una vez grabados los videos a analizar, se cargan en tracker, se asigna la escala a partir del objeto de referencia y se procede a pintar los puntos en el video que corresponden a un punto fijo del juguete para que éste funcione como partícula y el programa pueda leer posiciones y tiempos.

Los datos pueden ser analizados en el mismo programa o se pueden exportar a excel y se notará que la gráfica de posición contra tiempo tendrá tres partes:

- 1) Una parábola invertida correspondiente a una caída libre (MRUA).
- 2) Un segmento de recta con pendiente negativa correspondiente al momento en el que el paracaídas alcanza la velocidad terminal (MRU).
- 3) Un segmento de recta totalmente horizontal que corresponde al reposo cuando el juguete llega al suelo y permanece ahí.

Para conocer el uso de Tracker se recomienda consultar la página de descarga o bien el siguiente video tutorial <https://www.youtube.com/watch?v=Esa3e-46Fsg>

Una vez obtenida la gráfica, se procede a hacer el ajuste de los tres segmentos mencionados para obtener su expresión algebraica y a partir del fenómeno físico realizar la interpretación y establecer los intervalos de tiempo para los cuales es válido cada uno de los segmentos.

Para guiar la interpretación, se sugiere establecer y contestar preguntas como:

¿Sucedió lo predicho por el modelo teórico en ambos casos?

¿Por qué hubo discrepancia entre los resultados dados en la caída del juguete con y sin paracaídas?

¿El modelo matemático obtenido a partir de las leyes de Newton es incorrecto?

¿Se puede realizar otro modelo matemático que describa ambos fenómenos?

El docente a cargo del curso puede optar por utilizar alguna de las temáticas vistas en otros cursos de semestres anteriores, algunos ejemplos de:

#### Mecánica

- Segunda ley de Newton.
- Ecuaciones de movimiento por derivación e integración (generales).
- Trabajo y energía en el oscilador armónico.

#### Materia y sus interacciones

- Gas ideal
- Ecuaciones de movimiento para el movimiento circular
- Momento de inercia para densidad variable
- Torca y su relación con la variación del momento angular
- Presión hidrostática para densidad variable
- Ecuación de Bernoulli

#### Termodinámica

- Ley de enfriamiento de Newton

Como evidencia de aprendizaje de esta primera unidad, se sugiere elaborar un **Cartel** en el que se exponga el proceso de modelización matemática para obtener un modelo matemático que describa el movimiento de un paracaídas de juguete a partir de las leyes de Newton, de ciertas hipótesis y condiciones iniciales.



## Proyecto integrador

En esta primera unidad se sugiere que el estudiante elija de manera individual o por equipos la temática del libro de texto de nivel secundaria o media superior a criticar, el docente deberá ayudar al estudiantado en medida de lo posible para facilitar los materiales necesarios y así como recomendar alguno en específico, según los intereses que muestre cada estudiante. Se puede consultar el siguiente link para revisar algunos materiales disponibles para educación básica, ahí se muestran los correspondientes al curso donde se hace un énfasis en Física. Se sugiere que la crítica sea escrita, sin que esto sea limitativo para el docente.

Catálogo digital de libros de texto gratuitos: <https://libros.conaliteg.gob.mx/?a=1>

Se recomienda que, en plenaria, con el consenso del estudiantado y el docente a cargo del grupo, se elabore un instrumento de evaluación para la crítica que se comenzará a elaborar a partir de esta unidad, dicho instrumento debe considerar los propósitos de las unidades, así como los criterios de evaluación correspondientes. Con ello, tanto el docente como los pares del estudiante podrán retroalimentar y orientar el trabajo que se está haciendo de manera continua, considerando en este punto sólo una evaluación formativa.

### Evidencias

El docente puede elegir 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 productos escoger y en qué momentos utilizarlos. En seguida se muestran algunas sugerencias acordes con los criterios de evaluación y a las actividades propuestas:

**Cartel** en el que se exponga el diseño, elaboración y análisis del movimiento del paracaídas.

### Criterios de evaluación

#### Conocimientos

- Reconoce modelos matemáticos de fenómenos físicos a partir de su representación gráfica.
- Interpreta gráficas.
- Construye modelos matemáticos a partir de un fenómeno físico.
- Contrasta el modelo matemático con el fenómeno físico que modela.
- Establece límites de validez de modelos matemáticos.

#### Habilidades

- Diseña dispositivos para resolver problemas físicos.
- Construye prototipos para resolver

problemas relacionados con fenómenos físicos.

- Utiliza software para analizar fenómenos físicos.
- Utiliza software para obtener modelos matemáticos a partir de fenómenos físicos.
- Construye medios gráficos para comunicar información.

#### **Actitudes y Valores**

- Trabaja en equipo.
- Propone ideas para el logro de un objetivo común.
- Retroalimenta de forma constructiva las propuestas de sus pares.
- Tolera propuestas distintas a las suyas.

## 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.

López, R. (2014). *Resolución de problemas en cálculo mediante nuevas tecnologías*. (Tesis de doctoral). España: Universidad de Granada. Disponible en <https://digibug.ugr.es/handle/10481/34712> (21-64)

## Bibliografía complementaria

Castro, J., Velázquez, L., Perea, M., Navarro, E., Acosta, D. y Fernández, P. (2017). Modelling in Science Education and Learning. En *Modelling in Science Education and Learning*. Vol. 10, núm. 2, pp. 211-222. Disponible en <https://polipapers.upv.es/index.php/MSEL/article/view/7143/8117>

Trigueros, M. (2006). Ideas acerca del movimiento del péndulo. Un estudio desde una perspectiva de modelación. En *RMIE*, vol. 11, núm. 31 pp. 1207-1240. Disponible en <http://www.comie.org.mx/v1/revista/visualizador.php?articulo=ART00434&criterio=http://www.comie.org.mx/documentos/rmie/v11/n31/pdf/rmie11n31scB02n02es.pdf>

## Recursos de apoyo

Catálogo digital de libros de texto gratuitos: <https://libros.conaliteg.gob.mx/?a=1>

Jardey, O. (2016). *Tutorial Caída Libre Tracker Laboratorio de física*. [YouTube]. Disponible en <https://www.youtube.com/watch?v=Esa3e-46Fsq>

Pimienta, J. (2011) Secuencias didácticas: aprendizaje y evaluación de competencias en educación superior. *Bordón*, 63 (1), 77-92. Disponible en: <https://recyt.fecyt.es/index.php/BORDON/article/view/28906>

Tracker. Video analysis and Modeling Tool. Disponible en <https://physlets.org/tracker/>

Tobón, S., Pimienta, J., y García, J. (2010). *Secuencias didácticas: aprendizaje y evaluación de competencias*. México: Prentice Hall.

## Unidad de aprendizaje II. Análisis de modelos matemáticos

### 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 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.

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

- Propone situaciones de aprendizaje de la Física, considerando los enfoques del plan y programa vigentes; así como los diversos contextos de los estudiantes.

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

- Valora el aprendizaje de los estudiantes de acuerdo a la especificidad de la Física y los enfoques vigentes.
- Diseña y utiliza diferentes instrumentos, estrategias y recursos para evaluar los aprendizajes y desempeños de los estudiantes considerando el tipo de saberes de la Física.

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

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

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

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

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

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

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

## Competencias disciplinares

*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.

*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 estudiante evalúe simulaciones, animaciones y secuencias didácticas a partir de modelos matemáticos para valorar la pertinencia de su intención didáctica.

## **Contenidos**

Modelos matemáticos

- Reinterpretación física
- Límites de validez

## **Actividades de aprendizaje**

Para iniciar 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, respetando el propósito y los criterios de evaluación de la unidad de aprendizaje.

### **Actividad: Procesos de un gas ideal**

En esta actividad se toma como referencia la ecuación del gas ideal, el cual es un modelo matemático que permite aproximar el comportamiento de ciertos gases bajo ciertas condiciones. La ecuación del Gas ideal está dada por:

$$PV = nkT$$

Con ayuda de Excel se realiza una tabla de datos para un ciclo compuesto por isotermas, isóbaras e isócoras, por ejemplo:

La siguiente tabla se obtuvo al registrar los datos de un pistón que contenía un gas ideal a temperatura inicial de 293 K, presión inicial de 101,325 Pa y volumen inicial del 0.001 m<sup>3</sup>.

V [m <sup>3</sup> ]	P [Pa]
0.0010	101325
0.0009	112583.333
0.0008	126656.25
0.0007	144750
0.0006	168875
0.0005	202650
0.0004	253312.5
0.0003	337750
0.0002	506625
0.0001	1013250
0.0001	1023624.57
0.0001	1033999.15
0.0001	1044373.72
0.0001	1054748.29
0.0001	1065122.87
0.0001	1075497.44
0.0001	1085872.01
0.0001	1096246.59
0.0001	1106621.16
0.0001	1116995.73
0.0002	558497.867
0.0003	372331.911
0.0004	279248.933
0.0005	223399.147
0.0006	186165.956
0.0007	159570.819
0.0008	139624.467
0.0009	124110.637
0.0010	111699.573
0.0010	110662.116
0.0010	109624.659
0.0010	108587.201
0.0010	107549.744
0.0010	106512.287
0.0010	105474.829
0.0010	104437.372
0.0010	103399.915
0.0010	102362.457
0.0010	101325



- a) Calcula el número de moles del gas.

Si se mantiene constante el número de moles a lo largo del experimento:

- a) Realiza un bosquejo del diagrama PV del gas.
- b) A partir del bosquejo, identifica los procesos que conforman el ciclo y escribe su nombre.
- c) Calcula los valores de las variables de estado al inicio y fin de cada proceso.
- d) Escribe la función de dos variables que corresponda a cada proceso.
- e) Calcula la energía transferida por trabajo al sistema en cada proceso.
- f) Calcula la energía total transferida por trabajo al ambiente.
- g) Suponiendo que la energía interna del gas fue la misma al inicio y al final del ciclo, calcula el calor total transferido al sistema.
- h) Realiza dibujos que representen las condiciones del pistón al inicio y fin de cada proceso.

Para concluir con esta segunda unidad de aprendizaje, se sugiere realizar un análisis de simulaciones o animaciones que presenten un fenómeno físico, así como un análisis de los modelos matemáticos utilizados en una secuencia didáctica para determinar la pertinencia de su intención didáctica para la enseñanza y aprendizaje de la física.

Para analizar simulaciones, se recomienda consultar el link de Phet interactive simulations: <https://phet.colorado.edu/es/>

En el caso de análisis de secuencias, se recomienda descargar una secuencia didáctica de la página *Phet interactive simulations*, en su apartado de Enseñanza, para poder hacerlo basta con registrarse generando un nombre de usuario y contraseña.

Propuesta de secuencias (Propiedades de un gas ideal): <https://phet.colorado.edu/es/contributions/view/3500>

Para realizar el análisis de las secuencias propuestas se recomienda verificar que exista coherencia entre el modelo matemático utilizado, sus límites de validez y la predicción de sucesos reales, además de reflexionar si la simulación va acorde con la intención didáctica de la secuencia.

### **Proyecto integrador**

En esta unidad se concluye la crítica y se presenta al docente y a los pares, para realizar una autoevaluación y heteroevaluación considerando el instrumento

de evaluación, además de asignar una calificación. En caso de que el estudiante no esté de acuerdo con lo analizado en el libro de texto, en su crítica deberá presentar una propuesta de mejora, argumentando con base en lo aprendido en el curso.

Cabe destacar que el docente debe de estar pendiente del estudiantado durante el proceso de elaboración para retroalimentar en la medida de lo posible, así como para guiar al cumplimiento del propósito general del curso, de las unidades de aprendizaje y de los criterios de evaluación.

### Evidencias

El 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 productos escoger y en qué momentos utilizarlos, a continuación se muestran algunas sugerencias acordes con los criterios de evaluación y a las actividades propuestas:

- Infografía, presentación o escrito del análisis de una simulación que presente un fenómeno físico.
- Presentación, infografía o escrito del análisis de los modelos matemáticos utilizados en una secuencia didáctica para la enseñanza y aprendizaje de la física, enfatizando en su intención didáctica.

### Criterios de evaluación

#### Conocimientos

- Interpreta procesos físicos a partir de los modelos matemáticos.
- Reconoce los límites de validez de un modelo matemático.
- Analiza los límites de validez simulaciones, animaciones o secuencias didácticas a partir de modelos matemáticos.
- Argumenta las transposiciones didácticas en su propuesta de mejora a las situaciones didácticas.

#### Habilidades

- Analiza modelos matemáticos.
- Comunica claramente información científica de forma oral y escrita.
- Utiliza herramientas digitales para favorecer su proceso de aprendizaje.
- Propone situaciones de aprendizaje pertinentes a los contextos y necesidades de los estudiantes.
- Diseña estrategias y recursos para favorecer los aprendizajes y evaluar el desempeño de los estudiantes, en su propuesta de mejora de situaciones didácticas.

### **Proyecto integrador**

Crítica a un tema presentado en un libro de texto correspondiente a un nivel académico de educación secundaria o media superior donde se manejen modelos matemáticos para representar fenómenos físicos.

- Gestiona ambientes de aprendizaje y favorece el clima de participación e inclusión en su propuesta de mejora de situaciones didácticas.
- Reflexiona sobre su futura práctica docente en el marco del contexto y las necesidades formativas propias y de sus estudiantes.

### **Actitudes y Valores**

- Trabaja en equipo.
- Propone ideas para el logro de un objetivo común.
- Retroalimenta de forma constructiva las propuestas de sus pares.
- Respeta propuestas distintas a las suyas.

## 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.

**López, R.** (2014). *Resolución de problemas en cálculo mediante nuevas tecnologías*. (Tesis de doctoral). Universidad de Granada, España. Disponible en <https://digibug.ugr.es/handle/10481/34712> (21-64)

## Bibliografía complementaria

**Castro, J., Velázquez, L., Perea, M., Navarro, E., Acosta, D., Fernández, P.** (2017). Modelling in Science Education and Learning. En *Modelling in Science Education and Learning*, vol. 10, núm. 2, pp. 211-222. Disponible en <https://polipapers.upv.es/index.php/MSEL/article/view/7143/8117>

## Recursos de apoyo

App: physics Studio:

[http://galileoandstein.physics.virginia.edu/more\\_stuff/Applets/home.html](http://galileoandstein.physics.virginia.edu/more_stuff/Applets/home.html)

Catálogo digital de libros de texto gratuitos:

<https://libros.conaliteg.gob.mx/?a=8>

COSDAC (s.f.). *Ciencias Experimentales. Física*. [Blog]:

<http://experimentales.cosdac.sems.gob.mx/grupos/fisica/materiales/>

Propuesta de secuencias (Propiedades de un gas ideal):

<https://phet.colorado.edu/es/contributions/view/3500>

Phet interactive simulations: <https://phet.colorado.edu/es/>

**Pimienta, J.** (2011) Secuencias didácticas: aprendizaje y evaluación de competencias en educación superior. En *Bordón*, vol. 63, núm. 1, 77-92. Disponible en <https://recyt.fecyt.es/index.php/BORDON/article/view/28906>

**Tobón, S., Pimienta, J. y García, J.** (2010). *Secuencias didácticas: aprendizaje y evaluación de competencias*. México: Prentice Hall.

## Perfil docente sugerido

### Perfil académico

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).

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 y en el uso de aplicaciones de toma y análisis de datos (como Tracker).

### 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 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 y en el uso de aplicaciones de toma y análisis de datos (como Tracker).

### Experiencia docente para:

- Experiencia en el uso de aplicaciones de toma y análisis de datos (como Tracker).
- 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.
- Promover el trabajo colaborativo.

## Referencias del curso

- Blum, W., Galbraith, P., Henn, H., & Niss, M. (Edits.) (2007). *Modelling and applications in mathematics education. The 14th ICMI Study*. Nueva York: Springer.
- Galbraith, P. and Clatworthy, N. (1990). Beyond standars models-Meeting the challenge of modelling. En *Educational Studies in Mathematics*, núm. 21, pp. 137-163.
- Gutierrez, R. (2014). Lo que los profesores de ciencia conocen y necesitan conocer acerca de los modelos: aproximaciones y alternativas. En *Biografía. Escritos sobre la Biología y su enseñanza*, vol. 7, núm. 13, pp. 37-66.
- López, R. (2014). *Resolución de problemas en cálculo mediante nuevas tecnologías*. (Tesis de doctoral). Universidad de Granada, España. Disponible en <https://digibug.ugr.es/handle/10481/34712>
- Secretaría de Educación Pública (2019). *Normas específicas de control escolar relativas a la sección, inscripción, reinscripción, acreditación, regularización, certificación y titulación de las licenciaturas para la formación de docentes de educación básica en la modalidad escolarizada (Planes 2018)*. México: SEP. Disponible en [https://www.dgespe.sep.gob.mx/public/normatividad/normas\\_control\\_escolar\\_2018/normas\\_de\\_control\\_escolar\\_plan\\_2018.pdf](https://www.dgespe.sep.gob.mx/public/normatividad/normas_control_escolar_2018/normas_de_control_escolar_plan_2018.pdf)