

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

Plan de Estudios 2018

Programa del curso

## Diseño Experimental

Tercer semestre

**SEP**

SECRETARÍA DE  
EDUCACIÓN PÚBLICA



Primera edición: 2019

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, 2019  
Argentina 28, Col. Centro, C. P. 06020, Ciudad de México.

## Índice

Propósito y descripción general del curso .....	5
Propósito general .....	5
Descripción.....	6
Sugerencias.....	6
Cursos con los que se relaciona.....	7
Competencias del perfil de egreso a las que contribuye el curso.....	9
Estructura del curso.....	13
Orientaciones para el aprendizaje y enseñanza .....	14
Sugerencias de evaluación.....	19
Unidad de aprendizaje I .....	21
Unidad de aprendizaje II.....	32
Unidad de aprendizaje III.....	45
Perfil docente sugerido .....	57
Referencias del curso.....	59

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

Carácter del curso: **Obligatorio**

Horas: **4** Créditos: **4.5**

## **Propósito y descripción general del curso**

La Física es una ciencia experimental, por lo tanto, el trabajo experimental debe ser una parte esencial en la enseñanza y aprendizaje de esta asignatura. Algo que hay que tener claro, es cuando se habla de experimentación, sobre todo en el contexto del Plan de estudios de la Licenciatura de Enseñanza y Aprendizaje de la Física (LEyAF), se debe entender como una actividad que ilustre el quehacer de la comunidad científica y que a la par, le sirva al estudiante como herramienta para construir su conocimiento referente a los modelos científicos los cuales sirven para explicar fenómenos físicos y a su vez predecir comportamientos.

Para el diseño de este curso se consideraron diferentes propuestas (Izquierdo et al, 1999; Gil et al; 1999) donde se refleja el cambio de la enseñanza y aprendizaje de la física basada en el conocimiento factual y algorítmico hacia la construcción de modelos físicos por parte de los estudiantes, esto con la intención de lograr un mayor involucramiento del estudiantado y de fomentar un conocimiento relacionado con su entorno, así mismo se propone poner más énfasis en el aprendizaje activo, donde el estudiante es el protagonista en el acto educativo. Se quiere desarrollar en el estudiantado, algunas de las habilidades y destrezas básicas necesarias para la investigación científica, tales como: observar, medir, clasificar, encontrar patrones, predecir, inferir, controlar variables, interpretar datos, formular y evaluar hipótesis a través de la experimentación y comunicar resultados, y que estas a su vez le ayuden a diseñar actividades experimentales con fines didácticos.

La experimentación constituye un medio idóneo para el desarrollo de estas habilidades y destrezas, así como para la construcción del conocimiento, 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 (López y Tamayo, 2012). En este sentido, *Diseño experimental* está estrechamente ligado a los cursos precedentes de *Experimentación y modelización*, *Enseñanza de la Física basada en la indagación*, con los cursos del mismo semestre y los posteriores del trayecto formativo Formación para la Enseñanza y Aprendizaje, en menor medida con los cursos del trayecto formativo Bases Teórico Metodológicas para la Enseñanza.

### **Propósito general**

Que el estudiante implemente las diferentes metodologías del diseño experimental mediante la medición y el control de variables físicas para evaluar hipótesis y desarrollar herramientas de aprendizaje y enseñanza de la Física.

## Descripción

El curso *Diseño Experimental* forma parte del trayecto formativo Formación para la enseñanza y el aprendizaje de la Licenciatura en Enseñanza y Aprendizaje de la Física en Educación Secundaria (LEyAF), es de carácter obligatorio y se encuentra ubicada en el tercer semestre del Plan de Estudios de la Licenciatura. Se desarrolla durante cuatro horas a la semana y tiene asignados 4.5 créditos, está conformado por las siguientes unidades de aprendizaje:

Unidad de aprendizaje 1: La metodología científica en Física a través de la historia

Unidad de aprendizaje 2: La metodología del diseño experimental en Física

Unidad de aprendizaje 3: El diseño experimental como herramienta para la enseñanza y aprendizaje de la Física.

Las unidades se construyeron tomando en cuenta una reducción o transposición didáctica del diseño experimental basándose en los trabajos de Izquierdo (1999) y Gil *et al* (1999) así como en el trabajo de Galindo (2013).

El curso se enfoca en dar continuidad para que el estudiante prosiga con el desarrollo de las competencias que le ayudarán en el diseño de experimentos tanto para el propio aprendizaje como para estructurar una secuencia de enseñanza aprendizaje donde se involucre la experimentación como parte esencial en la construcción del conocimiento de la Física en el acto educativo.

## Sugerencias

En la malla curricular, en el mismo semestre, se cursa la asignatura de *Termodinámica y Estadística para Física*, lo que permite establecer un trabajo colegiado entre los docentes de estos tres cursos, al correlacionar los contenidos mediante el diseño y realización de experimentos en los que se puedan realizar mediciones y darles un tratamiento estadístico que permita validar hipótesis formuladas por el estudiantado, así como establecer modelos que expliquen fenómenos relacionados con temas de termodinámica y formular conclusiones de manera objetiva mediante un análisis estadístico básico. Al mismo tiempo, *Diseño Experimental* se podrá articular con *Planeación y evaluación*, al considerar el proyecto integrador que se propone en la tercera unidad de aprendizaje, asimismo con el curso *Práctica docente en el aula*, si su proyecto integrador se implementa durante la práctica docente.

## **Cursos con los que se relaciona**

El curso de Diseño Experimental está relacionado en su mayoría con las asignaturas del Trayecto Formativo “Formación para la enseñanza y el aprendizaje”; sin embargo, también se relaciona con algunas asignaturas del trayecto “Bases teórico metodológicas para la enseñanza”.

En la vinculación con cursos del mismo semestre se tiene:

*Estadística para Física:* Al diseñar y realizar experimentos se obtienen datos de variables que requieren de herramientas que permitan analizar su comportamiento de manera cuantitativa y objetiva, para validar hipótesis.

*Termodinámica:* Al establecer situaciones donde están involucrados fenómenos termodinámicos que se puedan analizar mediante la experimentación y con ello diseñar experimentos con fines de aprendizaje y de enseñanza.

*Planeación y Evaluación:* Su relación consiste en que, en el curso de *Diseño Experimental* se contextualizan las bases teórico-metodológicas de la planeación y evaluación docente, así como del proceso de enseñanza y aprendizaje.

*Práctica docente en el Aula:* El estudiante hará uso del diseño experimental al planificar sus clases, evidenciando teorías establecidas, explicando fenómenos y contrastando el comportamiento de la naturaleza con modelos científicos que nos ayuden al mejor entendimiento de los conceptos físicos.

*Aprendizaje Basado en Problemas (optativo):* Se relaciona al establecer una estrategia de enseñanza aprendizaje donde se fomente el aprendizaje de la Física mediante la solución de problemáticas específicas y contextualizadas al entorno del estudiantado, cuya solución implica diversos procesos cognitivos y desarrollo de habilidades.

En la vinculación con cursos del siguiente semestre se tiene:

*Energía, Conservación y Transformación.* Se utilizará el diseño experimental para entender conceptos a través de la realización y diseño de experimentos sobre el principio de conservación de energía, su producción, transformación y aprovechamiento.

*Modelos Matemáticos en física:* Al reconstruir diferentes modelos científicos en la Física, implementando diferentes herramientas matemáticas, que van desde el álgebra y la geometría, hasta el cálculo diferencial e integral, y considerarlos en el diseño de experimentos.

*Cálculo diferencial e Integral para Física:* Se utilizarán los conceptos de límite, derivada, diferencial y el de integral como una herramienta para el diseño

experimental al establecer modelos teóricos de fenómenos físicos a partir de su forma diferencial o integral.

Este curso fue elaborado por docentes normalistas, personas especialistas en la materia y en el diseño curricular provenientes de las siguientes instituciones: José Guadalupe Rodríguez Muñoz y Joel Abiram Barrera Alemán de la Escuela Normal Superior "Profr. Moisés Sáenz Garza"; María Antonieta Young Vásquez de la Escuela Normal de Cuautitlán Izcalli; Julián Hernández Navarro, Hernán Javier Neri Fajardo, Alejandro Águila Martínez y Luz María Luna Martínez de la Escuela Normal Superior de México; María del Pilar Segarra Alberú y José Antonio Fragoso Uroza del Departamento de Física de la Facultad de Ciencias, 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, María del Pilar González Islas, Jessica Gorety Ortiz García y Refugio Armando Salgado Morales 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.
- Articula el conocimiento de la Física y su didáctica para conformar marcos explicativos y de intervención eficaces.
- Utiliza los elementos teórico-metodológicos de la investigación como parte de su formación permanente en la Física.

*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.

*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.

*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 planificar y monitorear las acciones del semestre, e incluso acordar evidencias de aprendizaje comunes.

Se recomienda incluir a la práctica docente el uso de las tecnologías y el trabajo colaborativo, en tanto que permitan 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 la contribución para proseguir con el desarrollo de 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 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 facilitando 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 el caso particular de la Física el trabajo experimental debe ser una parte esencial en la enseñanza y aprendizaje, además de que el estudiante normalista al egresar de la licenciatura tenga las herramientas básicas necesarias tanto para aprender y validar su propio conocimiento de la Física como para fomentar su aprendizaje y su validación en otros.

La forma de validación del conocimiento en la ciencia y especialmente en la Física es mediante la experimentación, ya que el juez último que dictamina si algo es cierto o falso es la naturaleza (realidad) (Feynman, 1963), pero para ello se debe saber cómo preguntarle a la naturaleza si algo es cierto o inexistente, ahí es donde la experimentación y el diseño de experimentos es crucial. A través de la historia se ha refinado la metodología para realizar y diseñar experimentos, se puede considerar que el diseño experimental como se entiende actualmente tuvo sus inicios con los trabajos de Ronald A. Fisher (Gutiérrez y de la Vara; 2008), al aportar métodos para evaluar resultados experimentales con “pequeñas” muestras de datos, desde entonces se ha perfeccionado e incorporado la metodología estadística en el diseño de experimentos.

El diseño experimental es una metodología muy amplia, donde las herramientas estadísticas son esenciales, desde la perspectiva de Gutiérrez y de la Vara (2008):

(...) el diseño de experimentos es un conjunto de técnicas activas, en el sentido de que no esperan que el proceso mande las señales útiles, sino que éste se “manipula” para que proporcione la información que se requiere para su mejoría (...) (p. 5), es la aplicación del método científico para generar conocimiento de un sistema o proceso, por medio de pruebas planteadas adecuadamente (...) (p. 6)

Sin embargo, se deben realizar delimitaciones respecto a qué aspectos del diseño experimental son útiles para un estudiante normalista que desea ser docente de secundaria o de educación media superior en asignaturas afines con la Física, así mismo considerar el enfoque propio de la Licenciatura de Enseñanza y Aprendizaje de la Física en Educación Secundaria (LEyAF), donde el estudiante que curse esta licenciatura no sólo se prepare para ser docente, sino también desarrolle las competencias para desempeñarse en otras funciones y áreas del ámbito educativo.

Es preciso notar en la definición de Gutiérrez y de la Vara (2008), sobre el diseño de experimentos, que existe el término “método científico”, que en palabras de Feynman (1963) consiste en *observar, razonar y experimentar*, por lo que algo importante que el docente tiene que considerar es que el “método científico” no consiste en una serie de pasos que se siguen de manera rígida, es cierto que se puede hacer una reducción didáctica bajo el contexto del acto educativo, sin

embargo esto no significa seguir un manual de prácticas de laboratorio a manera de receta, pues se ha manifestado la poca eficacia de las prácticas de laboratorio en forma de “recetario”, ya que el estudiante no se involucra de manera intelectual en ellas e implica un proceso lineal sin posibilidad de retroalimentación (Domènech, 2013).

Algo sumamente esencial que debe tener el egresado de la LEyAF es la visión de lo que se hace en la ciencia, pues como futuros docentes de educación secundaria o de educación media superior, tienen la responsabilidad de que sus estudiantes conozcan lo que es la ciencia y sus métodos, ya que es parte de sus derechos y su obligación para ser un ciudadano responsable y tomar las mejores decisiones tanto para su bien individual como para el bien común. Por ello, es importante que en la formación del estudiante normalista éste comprenda muy bien lo que se hace en la Física, pero esto no quiere decir que realice lo mismo que un investigador en Física, sino que sea un científico escolar, ya que es cierto que para aprender ciencia es necesario hacer ciencia, sin embargo ese “hacer ciencia” debe tener una transposición didáctica como lo menciona Izquierdo (1999) en su trabajo *Fundamentación y diseño de las prácticas escolares de ciencias experimentales*.

Para la elaboración del curso *Diseño experimental* se establecieron dos delimitaciones: la primera fue considerar sólo aquellas metodologías del diseño experimental que son ocupadas en las ciencias experimentales, en particular la Física, tomando como referente el trabajo de Galindo (2013); mientras que la segunda tiene que ver con una reducción didáctica, donde dicha reducción está sustentada en el trabajo de Izquierdo (1999) y el de Gil (*et al* 1999).

Como ya se mencionó anteriormente, el curso se sistematiza en tres unidades de aprendizaje. En la primera unidad se consideró que el estudiante tenga un primer acercamiento al diseño de experimentos y a la metodología científica a través del planteamiento de hipótesis sobre fenómenos físicos a partir de una revisión histórica y epistemológica de los conceptos de Física a revisar, esto con la intención de que seleccione experimentos relevantes que le sirvan para la evaluación de la hipótesis planteada; es decir, en esta primera unidad se plantea al estudiante una herramienta para que él mismo pueda realizar experimentos para aprender y enseñar a través de la adaptación o reproducción de lo que ya otros han hecho. En la segunda unidad se espera que el estudiante diseñe experimentos para construir su propio conocimiento. En la tercera unidad se enfatiza en la elaboración de una Secuencia de Enseñanza y Aprendizaje (SEA) basada en la experimentación, donde el estudiante debe diseñar experimentos para la enseñanza de la Física, se recomienda que la SEA que se elabore y evalúe en esta última unidad y se considere como el proyecto integrador del curso.



Además, se propone que el docente:

- Seleccione situaciones donde se presenten fenómenos naturales relacionados con los contenidos temáticos de la asignatura *Termodinámica* que se cursa en el mismo semestre, y/o se puede optar también por presentar situaciones que muestran fenómenos relacionados con los contenidos de otras ramas de la Física, sin embargo no es tan recomendable debido a la carga académica que pudiera tener el estudiante normalista.
- Ayude al estudiantado a plantear hipótesis las primeras veces que se realice, ya que en muchas ocasiones puede ser algo complicado, sobre todo cuando nunca se realizado con anterioridad. Considerar los planteamientos de Galindo (2013) sobre lo que es una hipótesis, ya que desde su perspectiva es “una suposición fundamentada y comprobable. (...) debe ser una *afirmación* que puede ser comprobada o refutada.” (p. 62). De ahí que, una hipótesis nunca debe iniciar con un verbo, ni ser una pregunta, ni el objetivo de un proyecto o un mini resumen.
- Guíe a los estudiantes para identificar las variables relacionadas con el fenómeno. Para posteriormente decidir cuáles deben controlarse y cuáles variarse. Al estudiante normalista le debe quedar claro que este punto es crucial para poder diseñar el o los experimentos que ayuden a responder la hipótesis.
- Fomente el diseño de experimentos de investigación, donde se deba tomar datos experimentales y realizar análisis estadísticos. Por ello es importante el trabajo colegiado con los docentes de las otras asignaturas en el mismo semestre, ya que el docente a cargo del curso *Diseño Experimental* puede conjuntarse con el de *Estadística para Física* para acordar un producto de evaluación donde una parte se evalúe en el curso de *Estadística para Física* y lo demás en el curso de *Diseño Experimental*.
- Retroalimente el diseño de los experimentos del estudiantado, además de tener siempre presente una evaluación formativa que guíe al estudiante en todo momento.

También se sugiere que se revisen los siguientes documentos para establecer actividades:

- Los programas vigentes de educación secundaria y media superior.
- 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 y su enseñanza.

## 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 desarrollar nuevas actitudes utilizando los referentes teóricos y experienciales que el curso propone.

La evaluación sugiere considerar los propósitos 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 y una evidencia final para evaluar los aprendizajes del curso.

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

Las sugerencias de evaluación, como se indica en el plan de estudios, consiste en un proceso de recolección de evidencias sobre un desempeño competente del 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 evaluación; al igual que en la identificación de aquellas áreas que requieren ser fortalecidas para alcanzar el nivel de desarrollo esperado en cada uno de los cursos 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.

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.

Evidencias de aprendizaje:

- Escrito donde se justifica la validez de su hipótesis con base en la metodología aplicada (experimentación).
- Diseño experimental para resolver un problema planteado que integre las siguientes características:

- Planteamiento del problema
- Hipótesis
- Materiales e instrumentos de medición
- Incertidumbres asociadas
- Propuesta de diseño experimental
- Propuesta de metodología
- Propuesta de análisis de resultados.
- Texto cuyos componentes sean:
  - Un organizador previo.
  - Un cuadro comparativo de los contextos de indagación y de la metodología científica.
  - La estructura y características de los elementos que conforman una SEA
- Exposición donde se describa la importancia de la experimentación en el diseño de la SEA.

Para el proyecto integrador:

- Diseño de la SEA experimental donde incluya las actividades experimentales, ya sea utilizando instrumentos de laboratorio escolar o simuladores virtuales.
- Rúbrica holística para evaluar el diseño experimental incluido en la SEA.
- Presentación del resultado del diseño, aplicación, evaluación y propuestas de mejora de la SEA elaborada.

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

Instrumentos de evaluación:

- Matriz de valoración o rúbrica de evaluación: comprensiva y analítica.
- Lista de cotejo.
- Pruebas de desempeño.
- Escalas de apreciación: numéricas, gráficas o descriptivas.
- Registro descriptivo.
- Registro anecdótico.
- Guía de observación.

Se sugiere que el docente formador proponga o diseñe otras, según su criterio o el acuerdo con sus pares.

## **Unidad de aprendizaje I**

### **La metodología científica en la Física a través de la historia**

#### **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.
- Articula el conocimiento de la Física y su didáctica para conformar marcos explicativos y de intervención eficaces.
- Utiliza los elementos teórico-metodológicos de la investigación como parte de su formación permanente en la Física.

*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.

*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 estudiante plantee hipótesis sobre fenómenos físicos a partir de una revisión histórica y epistemológica de los conceptos de la física, para seleccionar experimentos relevantes que sirvan en la evaluación de la hipótesis.

### **Contenidos**

#### 1.1 Observación

- Identificación de factores y variables
- Delimitación de variables
- Planteamiento del problema
  - Preguntas de

- investigación
- Hipótesis
  - Definición
- Experimentos relevantes en la historia de la Física
  - Adaptación de experimentos históricos
- Evaluación de hipótesis
  - Replanteamiento de la hipótesis
- Uso de modelos científicos
  - En la resolución del problema planteado
  - En el planteamiento de nuevos problemas

### **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.

Bajo estas consideraciones se propone iniciar con la observación de un fenómeno<sup>1</sup> establecido por el docente del curso que permita al estudiante reflexionar sobre sus conocimientos pre-científicos, al establecer una hipótesis sobre el fenómeno en cuestión, se realizará una revisión histórica sobre lo que ya otros han hecho con respecto a la evaluación de la hipótesis planteada, y reproduce los experimentos que permitieron validar o refutar la hipótesis establecida por el estudiante, permitiendo elaborar un modelo científico del fenómeno observado.

En seguida se muestra dos ejemplos de cómo abordar la temática a partir del estudio de un fenómeno físico.

#### **Ejemplo 1:**

##### **El fenómeno físico**

El fenómeno de ejemplo a observar se muestra en el siguiente video (se recomienda que cualquiera que sea el fenómeno a observar, se realice *in situ*):

Guainfantil (Productor) (2013). *La moneda invisible. Experimentos para niños* [YouTube]. Disponible en: <https://www.youtube.com/watch?v=iMLeD-3rn2M>

---

<sup>1</sup> Dicho fenómeno debe de ser relevante y de interés al estudiante



### **Observación**

Se solicita a los estudiantes que realicen una guía de observación de lo que resulta de colocar la moneda debajo del vaso vacío y después de agregarle el agua. En la guía de observación se pueden emplear recursos tecnológicos como el audio, el video o la fotografía o bien prescindir de ellos y ser meramente descriptiva. Para enfatizar en el fenómeno, el docente puede hacer uso de algunas preguntas, por ejemplo:

- ¿Qué ocurre con la moneda después de que vierten el agua en el vaso?
- ¿La moneda desapareció?

### **Identificación de factores y variables**

Después de realizar la observación del fenómeno se sugiere que el docente establezca a los estudiantes una serie de preguntas que guíen su reflexión sobre lo observado, permitiendo que identifiquen las posibles variables que están relacionadas con el experimento:

- ¿Qué fue lo que se modificó en el sistema para que la moneda “desapareciera”?
- ¿Por qué crees que se produce este fenómeno?
- ¿Qué harías para corroborar tu respuesta anterior?
- ¿Qué variables utilizaste en tu explicación del fenómeno?

La intención de esto es que el estudiante identifique variables o factores para comenzar a dar explicaciones, que culminen en el planteamiento de un problema y posteriormente en la formulación de hipótesis<sup>2</sup>.

### **Planteamiento del problema**

El docente guía a los estudiantes a que planteen un problema mediante la formulación de una pregunta, por ejemplo:

- ¿Por qué al agregar agua al vaso, la moneda debajo de él deja de ser visible?

### **Delimitación del problema de investigación**

Basándose en las respuestas de los estudiantes, el docente delimita el problema haciendo énfasis en las ideas que están directamente relacionadas con las

---

<sup>2</sup> Hay que notar que en un primer acercamiento de los estudiantes al fenómeno es la experimentación para corroborar pequeñas hipótesis planteadas como respuestas a las preguntas, aquí se refleja el ir y venir de las diferentes y variadas etapas de la metodología científica e inclusive cada etapa dependerá del fenómeno observado y del contexto de cómo se llegó a ser consciente de dicho fenómeno.

variables de los modelos físicos desarrollados en la historia (y se quiere que los estudiantes aprendan).

### **Planteamiento de hipótesis**

El docente solicita a los estudiantes que planteen hipótesis (que den respuesta al problema que se planteó) y hacer un listado de todas ellas, para que posteriormente se seleccione alguna que cumpla con las características de la hipótesis y así los estudiantes identifiquen los enunciados que corresponden a hipótesis con aquellos que no cumplen. Por ejemplo, en el contexto del fenómeno óptico considerado se tienen las siguientes posibles hipótesis:

Hipótesis 1: La moneda deja de ser visible

Hipótesis 2: La luz se desvía al pasar del agua al aire

Hipótesis 3: La moneda deja de ser visible para ángulos menores a los 50 grados medidos desde la horizontal

De estas tres la que cumple con las características de una hipótesis según Galindo (2013) es la número 2 y la 3, ya que la 1 no es específica y no se puede decir si es cierta o falsa. Dentro de las hipótesis 2 y 3, la mejor es la 2, ya que está relacionada con la solución del problema planteado, pues da una causa acerca del porqué deja de ser visible la moneda, mientras que la 3 simplemente se limita a describir el fenómeno, cabe señalar que las hipótesis se deben de ir enriqueciendo a lo largo del trabajo, modificándolas según los resultados obtenidos en la experimentación; por ejemplo: la moneda deja de ser visible porque la luz al pasar de un medio translúcido a otro se desvía.

### **Experimentos relevantes en la historia de la Física**

Una vez establecidas las hipótesis, el docente les encomienda a los estudiantes realizar una investigación documental sobre los experimentos de física que están directamente relacionados con su problema. Se sugiere que el docente guíe la investigación, dando ideas a los estudiantes, dichas ideas deben estar sustentadas en las hipótesis que elaboraron acerca del fenómeno.

Aquí el docente puede proponer una investigación respecto a fenómenos ópticos, haciendo énfasis en la desviación de la luz al atravesar un medio translúcido, en este caso se sugieren los experimentos de Descartes y de Snell relacionados con la desviación de la luz al atravesar un medio translúcido, para así tratar de reproducirlos lo mejor posible, o en su caso adaptarlos.

Se recomienda que el docente apoye a los estudiantes con el diseño del o los experimentos que ayudarán a corroborar o refutar su hipótesis basándose en lo investigado, así como en la ejecución y en la toma de datos experimentales considerando lo que han visto en el curso *Estadística para Física*.

### **Evaluación de las hipótesis**

Concluidos los experimentos se prosigue al análisis de los datos obtenidos, replanteando las hipótesis si fuese necesario, o simplemente verificando su validez o negándola, basándose en las evidencias, la interpretación de éstas y en el análisis estadístico realizado.

### **Uso de modelos científicos**

Se finaliza con la aplicación del modelo científico ya existente que se utilizó para responder a las cuestiones iniciales, además de implementarlo para responder a otras y predecir sucesos basándose en dicho modelo, que en este caso es el dado por la ley de Snell-Descartes. Por ejemplo:

¿Ocurriría lo mismo si en lugar de un vaso y una moneda se colocara una persona debajo de una piscina con fondo translúcido y se llenará con agua? Explica la razón de la respuesta.

¿Ocurriría lo mismo si en lugar de agua se vertiera otra sustancia translúcida? Explica la razón de la respuesta

Para todo este proceso se recomienda tener como base lo dicho por Galindo (2013) en su libro *El quehacer de la ciencia experimental. Una guía práctica para investigar y reportar resultados en las ciencias naturales*.

El ejemplo anterior es una propuesta que ilustra cómo establecer y abordar las diferentes etapas de la metodología científica desde una delimitación didáctica, además de mostrar que el “método” científico no sigue pasos rigurosos, sino más bien flexibles, que van y vienen según las necesidades y motivaciones de la persona que quiere conocer algo acerca de un fenómeno natural. El ejemplo anterior fue de óptica, sin embargo también se puede utilizar de otras ramas de la Física, e inclusive se recomienda que sean ejemplos de las asignaturas de *Termodinámica, Mecánica y Estadística para Física*, cuyos contenidos se pueden entrelazar muy bien, siendo favorable al estudiantado, ya que por una parte se refleja la correlación entre las asignaturas del mismo semestre (y también de semestres anteriores), y por otra la carga de trabajo para el estudiante se reduce significativamente, sobre todo en la parte cognitiva, pues el conocimiento que construyen en una asignatura lo reafirman, complementan o terminan de construir en articulación con las demás.

### **Ejemplo 2:**

Un ejemplo de fenómeno físico que tenga que ver con la termodinámica es la siguiente situación:

“Se tienen tres contenedores con agua, uno tienen agua con hielo, otro tienen agua caliente arriba de 40 °C pero con una temperatura que se puede soportar

sin quemarse la piel. El último contenedor contienen agua a temperatura ambiente, los contenedores son tales que se puede meter totalmente la mano de una persona adulta.

Una persona coloca su mano dentro del agua con hielo, mientras otra coloca su mano en el agua caliente, después de un par de minutos cada uno introduce la mano que tenía sumergida en el recipiente en el que tiene agua a temperatura ambiente, la persona cuya mano estaba en el agua caliente dice que el agua está fría, mientras que el que tenía la mano sumergida en el agua con hielo dice que el agua está caliente. ¿Por qué sucede esto?”

Se recomienda que la situación anterior se presente a los estudiantes *in situ*, siendo ellos quien experimenten la sensación. Al igual que el ejemplo pasado, se introduce a los estudiantes a los contenidos mediante el planteamiento y resolución de un problema, dicho problema puede establecerse mediante las siguientes preguntas:

- ¿Qué es lo que percibimos cuando se dice “hace mucho calor” o “hace mucho frío”?
- ¿El termómetro mide la temperatura o el calor?
- ¿El calor es igual a la temperatura?

La investigación documental que han de hacer los estudiantes así como las hipótesis que han de plantear va de la mano con lo planteado de manera histórica por Joseph Black.

### **Evidencias**

El docente puede escoger las evidencias necesarias para evaluar el logro del propósito de la unidad por el estudiante, donde se hace alusión a la experiencia del docente para que determine cuáles productos escoger y en qué momentos utilizarlos, así mismo puede utilizar otras siempre y cuando se logre el propósito de la unidad y

### **Criterios de desempeño**

#### **Conocimientos**

- Identifica factores y variables físicas en fenómenos naturales
- Problematiza hechos fenómenos físicos
- Plantea hipótesis sobre fenómenos físicos.
- Diseña experimentos para validar hipótesis sobre fenómenos físicos basándose en experimentos relevantes en la historia de la Física

los criterios de evaluación, la propuesta que se sugiere es:

Escrito donde se justifica la validez de su hipótesis con base en la metodología aplicada (experimentación), en su investigación documental y con el uso de modelos científicos.

- Evalúa hipótesis de fenómenos físicos a partir de evidencia y análisis de datos experimentales.
- Implementa modelos científicos ya establecidos en la explicación y predicción de fenómenos físicos

### **Habilidades**

- Maneja críticamente las tecnologías de la información y la comunicación como parte de su proceso de aprendizaje.
- Comunica claramente la información en forma verbal, escrita y digital.
- Resuelve problemas científicos, mediante la experimentación, el análisis y la toma de decisiones.

### **Actitudes**

- Muestra autonomía en su proceso de aprendizaje.
- Participa en el desarrollo de las actividades y forma parte del trabajo colaborativo.
- Refleja una actitud abierta para movilizar saberes previos respecto a los modelos científicos.
- Comparte aportaciones e ideas al equipo de trabajo.
- Fomenta el trabajo colaborativo para el desarrollo de actividades dentro y fuera del aula.
- Muestra perseverancia para el logro de los propósitos escolares y personales.

### **Valores**

- Valora la autonomía de pensamiento, opinión y trabajo.
- Respeta las opiniones, ideas y participaciones de sus pares y del profesor.
- Promueve la solidaridad entre sus pares y docentes.

## 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.

**Galindo, E.** (2013). *El quehacer de la ciencia experimental. Una guía práctica para investigar y reportar resultados en las ciencias naturales.* México: Siglo XXI Editores y Academia de Ciencias de Morelos.

**Izquierdo, M., Sanmartí, N. y Espinet, M.** (1999). Fundamentación y diseño de las prácticas escolares de ciencias experimentales. *ENSEÑANZA DE LAS CIENCIAS*, 17 (1), 45-59. Recuperado de: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=94943>

**López, A. y Tamayo, Ó.** Las prácticas de laboratorio en la enseñanza de las ciencias naturales. *Revista Latinoamericana de Estudios Educativos (Colombia)*, 8(1), 145-166. Recuperado de <https://www.redalyc.org/html/1341/134129256008/>

## Bibliografía complementaria

**Braun, E.** (1997). *El saber y los sentidos.* México: Fondo de Cultura Económica.

**Cetto, A.** (1996). *La luz. En la naturaleza y en el laboratorio.* México: Fondo de Cultura Económica.

## Recursos de apoyo

**Guiainfantil (Productor)** (2013). *La moneda invisible. Experimentos para niños* [YouTube]. Disponible en: <https://www.youtube.com/watch?v=iMLeD-3rn2M>

## **Unidad de aprendizaje II**

### **La Metodología del Diseño Experimental en 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 vigente.*

- Articula el conocimiento de la Física y su didáctica para conformar marcos explicativos y de intervención eficaces.
- Utiliza los elementos teórico-metodológicos de la investigación como parte de su formación permanente en la Física.

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

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



## Competencias 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 estudiante diseñe experimentos empleando diferentes metodologías del diseño experimental para desarrollar herramientas de aprendizaje que le ayuden a comprender los conceptos de la Física y a evaluar hipótesis sobre fenómenos físicos.

### **Contenidos**

- Planteamiento del problema
  - Delimitación del problema.
  - Causas probables al momento de plantear un problema
  - Pregunta de investigación
- Formulación de hipótesis
  - Características de una hipótesis
- Experimentación
  - Identificación de variables: independientes y dependientes
  - Selección de materiales e instrumentos de medición

- Montaje experimental
- Medición
- Obtención de evidencias y resultados
- Análisis de resultados
- Evaluación de la hipótesis
  - Replanteamiento de la hipótesis
- Construcción y evaluación del modelo
- Variación del “método”
  - Modelos conceptuales sobre el método científico

### **Actividades de aprendizaje**

A continuación, se sugieren algunas actividades de acuerdo al enfoque de la Licenciatura y las competencias del perfil de egreso a desarrollar, 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 el abordaje de los contenidos se sugiere revisar el Libro “Quehacer de la Ciencia Experimental” de Enrique Galindo Fentanes, el cual se tomó como base para los contenidos de la unidad.

Se propone comenzar con definir un problema cuya solución tenga que ver con el trabajo experimental relacionado con los otros cursos del trayecto disciplinar, y de interés al estudiante, se sugiere retomar un fenómeno físico de *Termodinámica* que en ese momento se esté trabajando en el curso (por ejemplo, dilatación térmica, o diferencia entre calor y temperatura, límite de validez de la ecuación de estado en líquidos, ya que se estableció para gases ideales), puntualizar los aspectos más importantes que se deben plantear para la definición del tema de investigación, presentar su propuesta de acuerdo a lo investigado y ejecutarla.

#### **Ejemplo 1:**

En seguida se plantea un ejemplo de un diseño experimental para medir la rapidez de evaporación de un perfume, se sugiere que el docente tome este ejemplo como guía y que a su vez oriente a los estudiantes en la formulación del problema y en la redacción de hipótesis, los materiales propuestos pueden ser reemplazados por otros que cumplan la misma función o alguna similar, además la metodología descrita es una sugerencia que puede ser modificada tomando en cuenta los materiales a los que se tiene acceso y el problema planteado, es decir, de ninguna manera se pretende que se realice una reproducción del

experimento presentado, sino que los estudiantes diseñen su propio experimento al mismo tiempo que abordan los contenidos de la unidad.

### **Planteamiento del problema**

¿La rapidez de evaporación de un perfume económico es distinta a la de uno premium?

### **Hipótesis**

Un perfume de marca premium se evapora más lento que uno de marca económica bajo las mismas condiciones de presión y temperatura del ambiente.

### **Experimentación**

Para definir los materiales se puede realizar una prueba previa para tener conocimiento de las magnitudes que se requieren medir y con base en ello determinar la mínima escala que se necesita en los instrumentos.

Variables: Masa de perfume y tiempo de exposición

Constantes: Superficie expuesta al ambiente

Materiales e instrumentos de medición: Cajas petri, balanzas que miden variaciones de 0.1 g, cronómetro, termómetro y barómetro, probetas de 10 ml, vernier.

Incertidumbres asociadas a los instrumentos de medición:

En cada caso la incertidumbre asociada corresponde a la mitad de la mínima escala, esto depende del instrumento de medición con el que se cuente.

En el caso de la incertidumbre asociada al cronómetro se puede omitir la incertidumbre ya que las mediciones se realizan cada minuto, tiempo suficiente como para registrar mediciones sin que se presenten variaciones de masa.

En el cálculo del área expuesta al ambiente se puede seguir el método propuesto por Berta Oda (2005).

### **Metodología**

A continuación se presenta un ejemplo de la redacción de una metodología escrita posterior a la realización del experimento.

Se consiguieron dos marcas diferentes de perfume del mismo nombre, las cuales resultaron con aroma similar; dichas marcas serán tratadas de aquí en adelante como versión económica y versión premium.

Para medir la rapidez de evaporación de ambos perfumes se planteó medir la variación de masa de dos muestras de cada marca en intervalos iguales de tiempo, para ello se utilizaron cuatro básculas digitales con precisión de 0.1 g

previamente calibradas, por lo que la incertidumbre asociada a este instrumento de medición es de 0.05 g, también se utilizó un cronómetro de celular, pero dado que el intervalo de tiempo fue del orden de minutos no se asocia una incertidumbre a este dispositivo.

Se midió la temperatura en el interior del laboratorio en el que se realizaron las pruebas, para ello se utilizó un termómetro de mercurio sostenido con un soporte universal y un termopar, de tal forma que la parte que contiene el mercurio únicamente tuviera contacto con el aire del laboratorio al igual que la punta del termopar, también se registró el valor de la presión atmosférica a partir de los datos proporcionados por la Estación Meteorológica del Colegio de Ciencias y Humanidades, Plantel Sur, lugar en el que se realizó el experimento.

Para facilitar el manejo de los perfumes se llenaron dos probetas de 10 ml, cada una con una marca diferente. El perfume se colocó sobre tapas de cajas Petri, ya que tienen forma cilíndrica con mayor área superficial y menor altura que la base de la caja, lo cual aumenta la rapidez de evaporación y permite un mayor número de mediciones en menos tiempo. Se midieron las dimensiones de las tapas de las cajas Petri con ayuda de un vernier para calcular posteriormente el área expuesta de perfume.

Antes de colocar las muestras en las tapas, se calibraron las básculas en cero con las tapas sobre ellas de tal forma que las lecturas correspondiera únicamente con la cantidad de perfume depositadas, además se cerró la puerta y ventanas del laboratorio para evitar corrientes de aire que pudieran alterar los resultados, las básculas con las muestras fueron colocadas en una mesa del laboratorio, sobre la cual se colocó el soporte con el termómetro para registrar posibles variaciones de temperatura a lo largo del experimento.

Se decidió colocar dos muestras de cada perfume con masas iguales al mismo tiempo, es decir, se colocaron en total cuatro tapas con perfume, 2 de la versión económica y dos de la versión premium, cada muestra se colocó en una báscula de forma independiente; la cantidad inicial colocada en cada tapa fue de 8.4 g, esta cantidad depende de la habilidad para colocar la misma masa, de tal forma que en el tiempo  $t = 0$  s las cuatro balanzas utilizadas marcaran la misma cantidad, así mismo se verificó que la superficie de la tapa quedará cubierta totalmente de perfume. Una vez que se agregó la misma cantidad de perfume en cada una de las tapas se activó el cronómetro y se registraron las variaciones de masa cada tres minutos, se eligió este tiempo ya que se daban variaciones de 0.1 g aproximadamente cada minuto y medio, al elegir tres minutos se tenía tiempo suficiente para realizar y anotar las lecturas en la bitácora.

La figura 3 muestra el arreglo experimental, se puede observar el termómetro de mercurio, el termopar, las cuatro básculas, cada una con una tapa de caja

Petri con una muestra de perfume, las probetas y el cronómetro de celular, además se puede observar que el laboratorio es muy amplio y no hay fuentes de aire que puedan alterar el experimento.



Fig. Arreglo experimental. De izquierda a derecha, la primera balanza contiene muestra económica, la segunda muestra premium, la tercera muestra económica y la cuarta muestra premium. Imagen de elaboración propia, Luis Vázquez (2019)

La duración del experimento fue de 138 minutos, obteniendo 47 mediciones en total para cada una de las muestras, se utilizó la hoja de datos de Excel para la elaboración de las tablas y gráficas.

### **Análisis de resultados**

En este experimento se registran las variaciones de masa en las cajas petri, obteniendo como resultado tablas que muestran la masa evaporada como función del tiempo transcurrido, por ello el análisis de datos requiere que estos sean graficados y que se ajuste un modelo matemático que explique la evaporación del perfume y que además, a través de él se pueda obtener la rapidez de evaporación para que se pueda evaluar la hipótesis.

### **Evaluación de la hipótesis**

Una vez analizados los resultados y establecido el modelo matemático se procede con la evaluación de la hipótesis, en caso de confirmarse se dan los argumentos por los cuales se confirma, en caso de refutarse se replantea una nueva hipótesis y de ser necesario se formula un nuevo experimento para evaluarla.

### Construcción y evaluación del modelo

El perfume es una combinación de diversas sustancias, lo cual produce una evaporación que depende de esta composición y del tiempo de exposición al ambiente, lo cual se ve reflejado en curvas no lineales al momento de graficar la masa evaporada como función del tiempo, por lo tanto, para establecer el modelo matemático de la evaporación de perfume se recomienda hacer uso del método propuesto por Jurado, J. Muñiz-Valencia R., Alcázar, A., Ceballos-Magaña, S. y González, J. (2016), ya que se trata de un ajuste no lineal.

A continuación se presenta un ejemplo de gráfica obtenida en el experimento, acompañada de su modelo matemático.

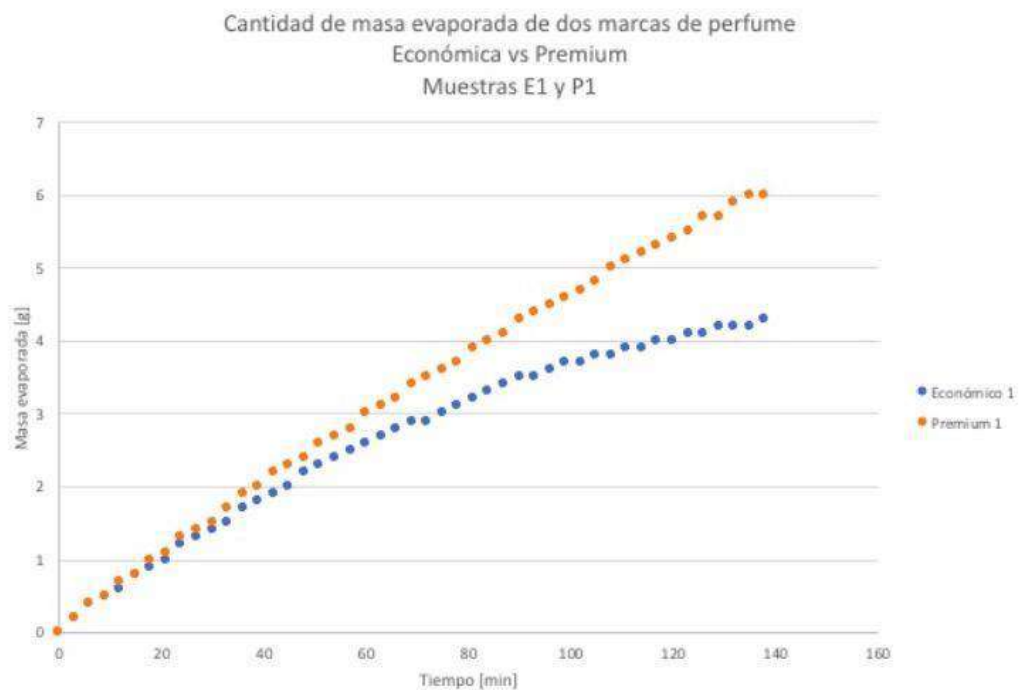


Imagen de gráfica de Luis Angel Vázquez Peralta (2019).

Utilizando el método de Generalized Reduced Gradient (GRG) para ajustes no lineales, el cual viene incluido en la herramienta Solver de la hoja de cálculo de Excel, se ajustaron los datos conforme a la ecuación

$\Delta m = a \ln(bt + 1)$ , en donde se calcularon los valores de  $a$  y  $b$ , obteniendo:

Perfume		$(a \pm s_a)$ [g]	$b \pm s_b$ [ $\text{min}^{-1}$ ]	Coefficiente de determinación $r^2$
<b>Económico</b>	E1	$3.11 \pm 0.18$	$0.021925 \pm 0.000024$	0.996
	E2	$3.92 \pm 0.40$	$0.014373 \pm 0.000012$	0.996
<b>Premium</b>	P1	$14 \pm 6$	$0.004092901 \pm 0.00000077$	0.9996
	P2	$17 \pm 17$	$0.00312430 \pm 0.00000074$	0.9995

Con base en el modelo obtenido y en las gráficas realizadas se puede observar que en el tiempo que duró el experimento se evaporó mayor cantidad de perfume de marca premium que de marca económica, lo cual refuta la hipótesis.

### Ejemplo 2:

Otra sugerencia que se puede tomar como referente para abordar los contenidos de la unidad de aprendizaje y que se puede relacionar con el curso de *Termodinámica y Estadística para Física*, es la determinación de la temperatura corporal de un ser humano, donde el proceso para determinar un valor confiable debe estar inmerso en un ir y venir de los elementos de la metodología experimental reflejada en los contenidos, cuyas variables y factores a considerar al determinar la temperatura del cuerpo humano deberán hacerlo de manera natural y progresiva según los elementos de la metodología experimental, algunas de estas variables son: la parte del cuerpo en la que se mide la temperatura, el ambiente en el que se encuentra la persona, la situación física en la que está la persona.



### **Evidencias**

Diseño experimental para resolver un problema planteado que integre las siguientes características:

- Planteamiento del problema
- Hipótesis
- Materiales e instrumentos de medición
- Incertidumbres asociadas
- Propuesta de diseño experimental
- Propuesta de metodología
- Propuesta de análisis de resultados.

### **Criterios de desempeño**

#### **Conocimientos**

- Diseña una propuesta experimental.
- Plantea hipótesis de fenómenos físicos.
- Selecciona materiales e instrumentos de medición con base en el objetivo del experimento.
- Identifica las incertidumbres asociadas a los instrumentos de medición elegidos.
- Planea una propuesta de diseño experimental.
- Planea una metodología experimental.
- Planea posibles análisis de resultados.

#### **Habilidades**

- Maneja las diferentes metodologías del diseño experimental para desarrollar herramientas de aprendizaje.
- Maneja críticamente las tecnologías de la información y la comunicación como parte de su proceso de aprendizaje.
- Planifica actividades para el desarrollo de experimentos.
- Resuelve problemas científicos, mediante la experimentación, el análisis y la toma de decisiones.

#### **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.

- Muestra una actitud abierta para movilizar saberes previos respecto a los modelos científicos.
- Comparte aportaciones e ideas al equipo de trabajo.
- Fomenta el trabajo colaborativo para el desarrollo de actividades dentro y fuera del aula.
- Muestra perseverancia para el logro de los propósitos escolares y personales.

### **Valores**

- Valora la autonomía de pensamiento, opinión y trabajo.
- Respeta las opiniones, ideas y participaciones de sus pares y del profesor.
- Promueve la solidaridad entre sus pares y docentes.

## 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.

**Galindo, Enrique.** (2013). *El Quehacer de la Ciencia Experimental, Una guía práctica para investigar y reportar resultados en las Ciencias Naturales.* México. Academia de Ciencias De Morelos, A.C.

**Jurado, J. Muñiz-Valencia R., Alcázar, A., Ceballos-Magaña, S. y González, J.** (2016). Ajustando datos químicos con Excel: Un tutorial práctico en *Educación Química*. 27. 21-29.

**Pérez, R.** (1990). *¿Existe el Método Científico?* México: FCE (Colección: La Ciencia para Todos).

**Villarreal, C., & Segarra, P.** (2017). *La Experimentación para detonar el interés en la física.* Latin-America Journal of Physics Education.

## Bibliografía complementaria

**Feyerabend, P.** (1986). *Tratado contra el método.* España:Tecnos

**Kuhn, T.** (1990) *La estructura de las revoluciones científicas.* México: Fondo de Cultura Económica.

**Manzur, A. y Cardoso, J.** (2015). Velocidad de evaporación del agua en *Revista Mexicana de Física*. 61(1). 31-34.

**Oda, B.** (2005). *Introducción al análisis gráfico de datos experimentales.* México: Las prensas de ciencia.

## Recursos de apoyo

**Gil, D., Furió, C., Valdés, P., Salinas, J. Martínez-Torregrosa, J., Guisasola, J., González, E., Dumas-Carré, A., Goffard, M. y Pessoa, A.** (1999). ¿Tiene sentido seguir distinguiendo entre aprendizaje de conceptos, resolución de problemas de lápiz y papel y realización de prácticas de laboratorio? *ENSEÑANZA DE LAS CIENCIAS*, 17(2), 311-320. Recuperado de: <https://www.raco.cat/index.php/Ensenanza/article/view/21581>

**Gutiérrez, H. y De la Vara, R.** (2008). *Análisis y diseño de experimentos.* México: McGRAW-HILL/INTERAMERICANA EDITORES, S.A. de C.V.

**Izquierdo, M., Sanmartí, N. y Espinet, M.** (1999). Fundamentación y diseño de las prácticas escolares de ciencias experimentales. *ENSEÑANZA DE LAS CIENCIAS*, 17 (1), 45-59. Recuperado de: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=94943>

## **Unidad de aprendizaje III**

### **El Diseño experimental como herramienta para la enseñanza y aprendizaje de 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.
- Articula el conocimiento de la Física y su didáctica para conformar marcos explicativos y de intervención eficaces.
- Utiliza los elementos teórico-metodológicos de la investigación como parte de su formación permanente en la Física.

*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.

*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.

*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 estudiante elabore secuencias didácticas, mediante el diseño experimental y su metodología, para integrarlas en la enseñanza y el aprendizaje de la Física.

### **Contenidos**

3.1 La Secuencia de Enseñanza Aprendizaje (SEA) basada en la sucesión de Modelos para el diseño experimental y la experimentación

- El lugar de la experimentación en la SEA.
- Herramientas para la construcción de la SEA experimental.



- Selección de experimentos o de simuladores de fenómenos físicos como base para la construcción conceptual de la Física.
- Diseño de experimentos como medio didáctico y para la evaluación de hipótesis.
- Aplicación y evaluación del diseño experimental dentro de la SEA.

### **Actividades de aprendizaje**

A continuación, se sugieren algunas actividades de acuerdo al enfoque de la Licenciatura y las competencias del perfil de egreso a desarrollar; no obstante, cada docente está en la libertad de modificar, sustituir o adaptarlas.

Para comenzar a abordar la temática se propone que, con base en los conocimientos construidos en los semestres anteriores, los estudiantes elaboren un texto que dé cuenta de lo siguiente:

- ¿Cuáles son los elementos a considerar en una secuencia de apertura experimental y en el diseño de la SEA? (para esto se propone revisar lo textos de Domenech (2012), "Secuencias de apertura experimental y escritura de artículos en el Laboratorio", págs. 249-260 y el de España (2017), "Diseño de una secuencia de enseñanza aprendizaje, para estudiantes de grado quinto del contenido: Características de los animales", págs. 31 – 36). Elabora un organizador previo con los dos planteamientos.
- ¿Por qué es importante retomar los contextos de indagación para detectar las concepciones previas, y de ahí diseñar experimentos que ayuden a construir los conceptos de la Física?, se propone leer a Domenech (2014) págs. 398-401 y elaborar un cuadro comparativo donde especifique cuales son los 7 contextos de indagación y qué es un andamio didáctico, sin que esto sea limitativo para el docente a cargo, esto solo es un ejemplo representativo, el profesor puede optar otra lectura o actividad siempre y cuando se fomenten las competencias y los criterios de evaluación.
- Las estructuras que se utilizan en una SEA basada en la sucesión de Modelos, se propone considerar lo dicho en Gutiérrez (2017) y puntualizar cuál es el papel que juegan los sistemas físicos, las interacciones entre los elementos que lo constituyen y los fenómenos que aparecen como consecuencia de los mismos, la ontología de estos sistemas (entidades y sus propiedades), las reglas de inferencia, etiquetas conceptuales que les permiten introducir el vocabulario científico, para la construcción de SEA basada en el diseño experimental. Otra lectura que se propone para este punto es España (2017), en el "Diseño de una secuencia de enseñanza

aprendizaje, para estudiantes de grado quinto del contenido: Características de los animales”. Págs. 40-42, 65-71. Donde se puede identificar la estructura, y características de los elementos que conforman una SEA, el cual marca cuatro elementos de importancia a considerar en la didáctica de las Ciencias, el profesor puede optar por otra lectura o actividad siempre y cuando se fomenten las competencias y los criterios de evaluación, estas sugerencias de lectura son puramente orientativas.

- La importancia de la experimentación en el diseño de la SEA, para ello se propone revisar la propuesta de Rivera (2016) “La experimentación como estrategia para la enseñanza aprendizaje del concepto de materia y sus estados”.

Además del texto se sugiere que los estudiantes elaboren una exposición con ayuda de las tecnologías de información y comunicación, donde se describa lo planteado en el texto elaborado y se destaque la importancia de la experimentación en el diseño de la SEA.

### **Proyecto integrador: Elaboración de una SEA**

Una vez que el estudiantado identifique los elementos esenciales de una secuencia de enseñanza y aprendizaje basada en un diseño experimental y con base en los conocimientos construidos en las unidades anteriores, se prosigue a que diseñe SEA, dicho diseño puede elaborarse de manera individual o en equipo, según lo considere el docente a cargo del curso, para ello se propone:

- Revisar los programas de estudios de educación media y media superior para elegir un tema que pueda tratarse mediante la experimentación (se propone abordar aquellos relacionados con el curso de termodinámica que se lleva a la par; por ejemplo, diferenciar entre los conceptos físicos: calor y temperatura)
- Realizar una investigación documental sobre los modelos pre-científicos del tema elegido. Como ejemplo, considerando la propuesta sobre diferencias entre los conceptos físicos: calor y temperatura, se sugiere consultar las referencias Pessoa y Castro (1992), “La historia de la ciencias como herramienta en la enseñanza de la Física en Secundaria: un ejemplo de calor y temperatura” y Driver (2000), “Dando sentido a la ciencia en Secundaria. Calentamiento” Págs. 181, sin que esto sea limitativo, se pueden incluir otras que el estudiante encuentre o el profesor proponga. Se propone elaborar un cuadro comparativo sobre los modelos pre-científicos que plantean los dos autores.

- Diseño de la SEA experimental donde considere los experimentos diseñados en la Unidad 1 y 2, ya sea utilizando instrumentos de laboratorio escolar o simuladores virtuales, para esto se sugiere leer el texto Infante (2014). "Propuesta Pedagógica para el uso de laboratorios virtuales como actividad complementaria en las asignaturas teórico-prácticas". Págs. 917-937, para identificar los alcances pedagógicos de estos últimos recursos.
- Se propone considerar y cuestionar en qué parte de la SEA se pueden incorporar para una mejor comprensión de los fenómenos físicos, así mismo se sugiere que por equipos se discuta y analice la importancia de retomarlos en la SEA.

Si es posible diseñar y aplicar en su escuela de prácticas, o en caso contrario aplicar su propuesta de SEA experimental construida dentro de su mismo espacio áulico, reflexionen en colaborativo:

- La pertinencia de las actividades planteadas en ella.
- Si, se logran los objetivos.
- ¿Presenta alguna dificultad en su aplicación?
- El tiempo y recursos utilizados fueron los adecuados para el desarrollo de la SEA.
- Se podría aplicar esta secuencia en el Nivel de Secundaria y Media Superior ¿sí, no por qué?
- ¿Qué elementos rediseñaría de acuerdo a su experiencia en el aula?
- Se propone que el docente y los estudiantes diseñen una rúbrica holística para evaluar el diseño experimental incluido en él SEA, y que sirva en una coevaluación de su aplicación.

### **Presentación del proyecto integrador**

Como parte de la propuesta realizada en Orientaciones de enseñanza y aprendizaje, para el *cierre del curso* se sugiere elaborar una presentación del resultado del diseño, aplicación, evaluación y mejoramiento de la SEA elaborada, el docente junto con el estudiantado decidirá el formato de la evidencia de aprendizaje, por ejemplo: un audiovisual, una presentación con diapositivas, una exposición, un reporte escrito, etc.

### **Evidencias**

- Texto cuyos componentes sean:
  - Un organizador previo con las estructuras que se utilizan en una SEA basada en la sucesión de Modelos
  - Un cuadro comparativo de los 7 contextos de indagación
  - La estructura y características de los elementos que conforman una SEA
- Exposición donde se describa la importancia de la experimentación en el diseño de la SEA.

### **Proyecto integrador:**

- Diseño de la SEA experimental donde incluya las actividades experimentales, ya sea utilizando instrumentos de laboratorio escolar o simuladores virtuales.
- Rúbrica holística para evaluar el diseño experimental incluido en él SEA.
- Presentación del resultado del diseño, aplicación, evaluación y propuestas de mejora de la SEA elaborada.

### **Criterios de desempeño**

#### **Conocimientos**

- Analiza y evalúa los puntos de vista de diferentes autores y fuentes de información.
- Infiere la estructura y características de una secuencia de enseñanza y aprendizaje basadas en el diseño experimental.
- Ejemplifica los diferentes contextos de indagación
- Identifica inconsistencias de la SEA diseñada basándose en su instrumento de evaluación creado.

#### **Habilidades**

- Redacta sus escritos sin faltas de ortografía
- Utiliza el formato de citación en APA.
- Maneja las tecnologías de la información y la comunicación para búsqueda de información y sistematización de la misma.
- Comunica claramente la información en forma verbal, escrita y en forma digital.
- Diseña y aplica una SEA experimental con la estructura, características y elementos que la conforman, así como incluir las actividades experimentales, ya sea utilizando instrumentos de laboratorio escolar o simuladores virtuales.

#### **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.
- Muestra una actitud abierta para movilizar saberes previos respecto a los modelos científicos.
- Respeta las opiniones, ideas y participaciones de sus pares y del profesor.
- Comparte aportaciones e ideas al equipo de trabajo.
- Muestra perseverancia para el logro de los propósitos escolares y personales.
- Fomenta el trabajo colaborativo para el desarrollo de actividades dentro y fuera del aula.

#### **Valores**

- Valora la autonomía de pensamiento, opinión y trabajo.
- Respeta las ideas, opiniones, expresiones y comportamientos dentro y fuera del aula.
- Promueve la solidaridad entre sus pares y docentes.

## 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.

**Galindo, E.** (2013). *El quehacer de la ciencia experimental. Una guía práctica para investigar y reportar resultados en las ciencias naturales*. México: Siglo XXI Editores y Academia de Ciencias de Morelos.

**Domenech, J.** (2012). Secuencias de apertura experimental y escritura de artículos en el Laboratorio: un itinerario de mejora de los trabajos prácticos en el Laboratorio. *Revista de investigación y experiencias didácticas*, 31(3), 249-262. Disponible: <https://www.raco.cat/index.php/Ensenanza/article/view/285787>

**Domenech, J.** (2014). ¿Cómo lo medimos? Siete Contextos de Indagación para detectar y corregir concepciones erróneas sobre magnitudes y unidades. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 11(3), 398-401. Disponible en: <https://revistas.uca.es/index.php/eureka/article/view/2892/0>

**Driver, R., Squires, A., Rushwoth, P., Wood, V.** (2000). *Dando sentido a la ciencia en Secundaria*. Investigaciones sobre las ideas de los niños. México: Visor.

**España, V.** (2017). *Diseño de una secuencia de enseñanza aprendizaje, para estudiantes de grado quinto del contenido: Características de los animales*. (Tesis de maestría). Universidad del Valle, Santiago De Cali. Recuperado de: <http://bibliotecadigital.univalle.edu.co/bitstream/10893/10892/1/7414-0525714.pdf>

**Infante, J.** (2014). Propuesta Pedagógica para el uso de laboratorios virtuales como actividad complementaria en las asignaturas teórico-prácticas. *Revista Mexicana de investigación educativa*, 19(62), 917-937.

**Rivera, A.** (2016). *La experimentación como estrategia para la enseñanza aprendizaje del concepto de materia y sus estados*. (Trabajo de grado de Magister) Universidad de Colombia. Colombia.

## Bibliografía complementaria

- Campos, I., & de la Peña, L.** (1998). *Evolución de los Conceptos de la física hasta el siglo XIX*. México: CEIICH-UNAM (Colección: Aprender a Aprender).
- Driver, R et al.** (1991). Ideas científicas en la infancia y la adolescencia. Madrid: Morata/MEC.
- Gil, D., Furió, C., Valdés, P., Salinas, J. Martínez-Torregrosa, J., Guisasola, J., González, E., Dumas-Carré, A., Goffard, M. y Pessoa, A.** (1999). ¿Tiene sentido seguir distinguiendo entre aprendizaje de conceptos, resolución de problemas de lápiz y papel y realización de prácticas de laboratorio? *ENSEÑANZA DE LAS CIENCIAS*, 17(2), 311-320. Recuperado de: <https://www.raco.cat/index.php/Ensenanza/article/view/21581>
- Gil, D. et. al.**, (1991). La enseñanza de las Ciencias en la Educación Secundaria. Barcelona: Horsori/ICE UB.
- Hierrezuelo, J. y Montero, A.**, (1988). La ciencia de los alumnos. Barcelona: Laia/MEC.
- Izquierdo, M., Sanmartí, N. y Espinet, M.** (1999). Fundamentación y diseño de las prácticas escolares de ciencias experimentales. *ENSEÑANZA DE LAS CIENCIAS*, 17 (1), 45-59. Recuperado de: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=94943>
- López, A. y Tamayo, Ó.** (2012) Las prácticas de laboratorio en la enseñanza de las ciencias naturales. *Revista Latinoamericana de Estudios Educativos (Colombia)*, 8(1), 145-166. Recuperado de: <https://www.redalyc.org/html/1341/134129256008/>
- Reid, D.J. y Hodson, D.**, (1993). Ciencia para todos en secundaria. Madrid: Narcea.

## Recursos de apoyo

- Casellas, Tavi.** (2013-2017). FisLab – Laboratorio virtual de física. De Educarchile  
Sitio web: <http://www.educarchile.cl/ech/pro/app/detalle?id=140340>
- García M. A.** (2013). Portal de Investigación y Docencia Angarmejia. De Angarmejia Simulaciones Sitio web:<http://angarmegia.com/simulaciones.htm>
- Instituto Nacional de Tecnologías Educativas y de Formación del Profesorado.** (2006). WikiDidáctica. De Ministerio de Educación Cultura y Deporte Sitio

web:[http://recursostic.educacion.es/multidisciplinar/wikididactica/index.php/Centro\\_de\\_gravedad](http://recursostic.educacion.es/multidisciplinar/wikididactica/index.php/Centro_de_gravedad)

**Pessoa de Carvalho A.M. y Castro R.S.** (1992). La historia de la ciencias como herramienta en la enseñanza de la Física en Secundaria: un ejemplo de calor y temperatura. *Enseñanza de las Ciencias*, 10(3), 289-294. Disponible en: <https://www.raco.cat/index.php/Ensenanza/article/viewFile/39785/93205>

### **Laboratorio virtual**

**Perkins K.** (2018). PHET INTERACTIVE SIMULATIONS. De University of Colorado. Sitio web:<https://phet.colorado.edu/es/simulations/category/physics>

**Física y Química para Secundaria y Bachillerato.** (2004-2018). Animaciones Flash Interactivos Para Aprender Mecánica. Sitio web:[http://www.fisica-quimica-secundaria-bachillerato.com/mecanica\\_interactiva.htm](http://www.fisica-quimica-secundaria-bachillerato.com/mecanica_interactiva.htm)



## **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:**

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.

## Referencias del curso

- Domènech, J.** (2013). Secuencias de apertura experimental y escritura de artículos en el laboratorio: un itinerario de mejora de los trabajos prácticos en el laboratorio. *ENSEÑANZA DE LAS CIENCIAS*, 31 (3), 249-262. Recuperado de: <https://www.raco.cat/index.php/Ensenanza/article/view/285787>
- Feynman Richard P. et al** (1963). *Lectures on Physics. Mainly Mechanics, Radiation, and Heat*. USA: California Institute of Technology and Addison-Wesley.
- Galindo, E.** (2013). *El quehacer de la ciencia experimental. Una guía práctica para investigar y reportar resultados en las ciencias naturales*. México: Siglo XXI Editores y Academia de Ciencias de Morelos.
- Gil, D., Furió, C., Valdés, P., Salinas, J. Martínez-Torregrosa, J., Guisasola, J., González, E., Dumas-Carré, A., Goffard, M. y Pessoa, A.** (1999). ¿Tiene sentido seguir distinguiendo entre aprendizaje de conceptos, resolución de problemas de lápiz y papel y realización de prácticas de laboratorio? *ENSEÑANZA DE LAS CIENCIAS*, 17(2), 311-320. Recuperado de: <https://www.raco.cat/index.php/Ensenanza/article/view/21581>
- Gutiérrez, H. y De la Vara, R.** (2008). *Análisis y diseño de experimentos*. México: McGRAW-HILL/INTERAMERICANA EDITORES, S.A. de C.V.
- Izquierdo, M., Sanmartí, N. y Espinet, M.** (1999). Fundamentación y diseño de las prácticas escolares de ciencias experimentales. *ENSEÑANZA DE LAS CIENCIAS*, 17 (1), 45-59. Recuperado de: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=94943>
- López, A. y Tamayo, Ó.** Las prácticas de laboratorio en la enseñanza de las ciencias naturales. *Revista Latinoamericana de Estudios Educativos (Colombia)*, 8(1), 145-166. Recuperado de <https://www.redalyc.org/html/1341/134129256008/>