

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

Plan de Estudios 2018

Programa del curso

## Estadística para Física

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

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

Carácter del curso: **Obligatorio**

Horas: **4** Créditos: **4.5**

## Índice

Propósito y descripción general del curso .....	5
Propósito general .....	6
Descripción.....	6
Sugerencias.....	7
Cursos con los que se relaciona.....	8
Competencias del perfil de egreso a las que contribuye el curso.....	10
Competencias genéricas.....	10
Competencias profesionales.....	10
Competencias disciplinares.....	11
Estructura del curso.....	13
Orientaciones para el aprendizaje y enseñanza .....	14
Sugerencias de evaluación.....	16
Unidad de aprendizaje I .....	18
Tratamiento estadístico de medidas experimentales.....	18
Unidad de aprendizaje II.....	28
Análisis de datos experimentales univariados.....	28
Unidad de aprendizaje III.....	35
Análisis de datos experimentales bivariados.....	35
Perfil docente sugerido .....	43
Referencias del curso.....	45

## Propósito y descripción general del curso

La física es una ciencia experimental que requiere del uso de diversas herramientas que permitan representar los fenómenos concretos que suceden en la naturaleza como elementos formales. La relación entre las nociones formadas da pie a la configuración de modelos científicos con las características para explicar lo observado en la experimentación y predecir sucesos posteriores a la modificación de alguna de las variables asociadas al fenómeno. Son elementos importantes de los modelos científicos: las reglas de inferencia, los enunciados legales, las expresiones matemáticas, y las representaciones pictóricas; pero para modelizar a través de la experimentación es necesaria la validación de los comportamientos observados de manera cuantificable, desde el aporte de sentido a lo que se mide hasta el establecimiento de los límites de validez. Por ello, es esencial que los estudiantes de la Licenciatura en Enseñanza y Aprendizaje de la Física (LEyAF) desarrollen los elementos necesarios de la estadística y comprendan lo básico en la validación de datos y en el análisis estadístico de datos univariados y bivariados. El curso Estadística para Física se orienta hacia la evaluación de diferentes situaciones experimentales, la validación de hipótesis y la elaboración de conclusiones a partir de la interpretación objetiva de los resultados. Además, permite comprender que parte esencial del método científico es la validación experimental, lo que implica un tratamiento estadístico para establecer un modelo científico, para corroborar un modelo teórico y para evaluar hipótesis.

Es importante señalar que, a pesar de que el presente curso está dirigido hacia el fortalecimiento del pensamiento analítico de la estadística, el objetivo principal es que este ejercicio le permita al estudiantado hacer uso de la estadística descriptiva e inferencial como herramienta para el estudio de fenómenos físicos de una manera objetiva, de esta forma, el pensamiento formal sobrepasa al concreto, sin embargo, será trabajo de los estudiantes normalistas concretar los conocimientos que desarrollarán para poder trasladarlos en objetos concretos que le permitan enseñar lo aprendido a sus futuros estudiantes de educación media y media superior. Esto significa que el curso, de ninguna manera pretende que el estudiantado realice demostraciones con alto nivel de complejidad, pero sí que conozca, comprenda y realice aquellas que resultan indispensables en la enseñanza a nivel medio y medio superior. Así mismo, el hecho de que el estudiantado no requiera de la realización de demostraciones matemáticas, no implica que se descuide la calidad ni el nivel de análisis de las herramientas estadísticas que se propone abordar en el curso.

## Propósito general

El propósito general de este curso es que el estudiantado utilice conceptos de la estadística a través del tratamiento y el análisis de datos experimentales como herramienta para interpretar la información, con el objeto de obtener conclusiones de manera objetiva y evaluar hipótesis sobre fenómenos físicos observados.

## Descripción

El curso de Estadística para Física forma parte del trayecto formativo Formación para la enseñanza y el aprendizaje de la Licenciatura en la 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, su temática se divide en tres unidades de aprendizaje que cubren los temas fundamentales para contribuir a las competencias genéricas, profesionales y disciplinares de la LEyAF, sobre todo aquellas que tengan una estrecha relación con la experimentación, esto se ve reflejado en las unidades de aprendizaje de este curso:

Unidad de aprendizaje 1: Tratamiento estadístico de medidas experimentales

Unidad de aprendizaje 2: Análisis de datos experimentales univariados

Unidad de aprendizaje 3: Análisis de datos experimentales bivariados

En el presente curso se desarrollarán conceptos de la estadística relacionados con la física, específicamente con el manejo y análisis de datos experimentales tales como la definición de estadística, muestras, variables cualitativas y cuantitativas, continuas y discretas, tablas de frecuencia, media, varianza, desviación estándar, coeficiente de correlación, regresión lineal, interpolación y extrapolación, regresión (no lineal), distribución de datos, herramientas de análisis de datos como hojas de cálculo, aplicaciones, gráficas, incertidumbre, tipos de incertidumbre, fuentes de incertidumbre, análisis de errores de medición, tipos de errores como los de medición de paralaje, pruebas de hipótesis.

La preparación del estudiante normalista que se encuentre cursando la Licenciatura de Enseñanza y Aprendizaje de la Física (LEyAF), debe aportar un conocimiento sólido y profundo de la disciplina, además de desarrollar en él las competencias necesarias que le servirán para afrontar su vida laboral, por lo que es esencial que al finalizar este curso, cada estudiante pueda comprender y utilizar el lenguaje matemático propio de la estadística a un nivel básico para poder evaluar hipótesis y validar modelos científicos basados en la

experimentación, además de identificar sus elementos esenciales y dominio de validez.

## Sugerencias

Se recomienda no profundizar en la deducción de las expresiones de la estadística pero sí tener la noción del significado para que el estudiantado pueda utilizar los conceptos en la interpretación de la información.

También se recomienda que el docente ayude al estudiante a:

- Identificar datos y preguntas de un problema, seleccionar el método y las operaciones estadísticas necesarias para su solución, analizando el por qué se utilizó dicho método.
- Registrar, ordenar, analizar, interpretar y vincular la información obtenida de la experimentación para comunicar sus conclusiones de diferentes maneras.
- Desarrollar el pensamiento crítico para discernir entre información sustentada sobre bases científicas de aquella que no lo está.
- Realizar de forma manual los procedimientos algebraicos que conforman un análisis estadístico, de preferencia con un conjunto pequeño de datos.
- Utilizar software especializado para realizar análisis estadístico con conjuntos grandes de datos.

## Cursos con los que se relaciona

La educación llega hasta una persona desde una estructura construida por la sociedad y le forma para ser lo que es, en memoria, pensamientos, sentimientos, percepción, atención y algunas combinaciones, como el carácter, y todo esto depende de los materiales que se le vayan proporcionando. Por lo que la malla curricular es importante para lograr un fin: la formación de profesores y profesoras de Física para educación secundaria o media superior. La Estadística es una de las ramas básicas de la matemática, que se relaciona con gran parte de las asignaturas del trayecto formativo "Formación para la enseñanza y aprendizaje". En el mismo semestre, se relaciona con los cursos de *Termodinámica* y *Diseño experimental*, enriqueciéndose mutuamente.

Vinculación con cursos del mismo semestre:

*Termodinámica:* Los datos obtenidos experimentalmente en esta materia se les puede realizar tratamientos y análisis estadísticos, con la finalidad de realizar ajustes de curvas que coadyuven a la formulación de un modelo científico que explique el fenómeno observado, es decir, la estadística para la física.

*Diseño experimental:* La estadística funciona como una herramienta que permite la validación de los comportamientos observados de manera cuantificable y objetiva, desde el aporte que dé sentido a lo que se mide hasta el establecimiento de los límites de validez en el diseño experimentos, se necesita la estadística para contrastar el comportamiento de la naturaleza con los modelos matemáticos.

Vinculación con cursos del semestre posterior:

*Energía, Conservación y Transformación:* Se utilizarán los conceptos estadísticos para analizar a través de experimentos el principio de conservación de energía, su producción, transformación y aprovechamiento.

*Cálculo diferencial e integral para la Física:* Se relaciona mediante la interpretación gráfica de datos, funciones y su uso en modelos científicos, así como en el cálculo de la propagación de incertidumbre.

*Modelos matemáticos en Física:* A partir de un modelo científico se pueden diseñar experimentos que permitan calcular parámetros o constantes físicas, la obtención de estos valores requiere repetir el experimento varias veces para poder realizar un análisis estadístico que permita afirmar que el resultado obtenido es confiable. Así mismo, se pueden reconstruir modelos de manera teórica y contrastarlos con resultados experimentales.

Este curso fue elaborado por docentes normalistas, personas especialistas en la materia y en el diseño curricular provenientes de las siguientes instituciones: Luz María Luna Martínez, Oscar Ignacio Salas Urbina y Hernán Javier Neri Fajardo de la Escuela Normal Superior de México; María Antonieta Young Vásquez de la Escuela Normal de Cuautitlán Izcalli; Vladimir Carlos Martínez Nava, José Guadalupe Rodríguez Muñoz y Joel Abiram Barrera Alemán de la Escuela Normal Superior "Profr. Moisés Sáenz Garza"; María del Pilar Segarra Alberú, 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; Gladys Añorve Añorve, Julio César Leyva Ruiz, 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.*

- Utiliza los elementos teórico-metodológicos de la investigación como parte de su formación permanente en la Física.
- Relaciona sus conocimientos de la Física con los contenidos de otras disciplinas desde una visión integradora para propiciar el aprendizaje de sus estudiantes.

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

- Relaciona los contenidos de la Física con las demás disciplinas del plan de estudios vigente.

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

- Utiliza las Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC), Tecnologías del Aprendizaje y el Conocimiento (TAC), y Tecnologías del Empoderamiento y la Participación (TEP) como herramientas de

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

## Competencias disciplinares

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

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

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

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

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

- Interpreta información dada mediante representaciones verbales, iconográficas, gráficas, esquemáticas, algebraicas y tabulares.
- Construye representaciones verbales, iconográficas, gráficas, esquemáticas, algebraicas y tabulares.
- representaciones de una forma a otra.

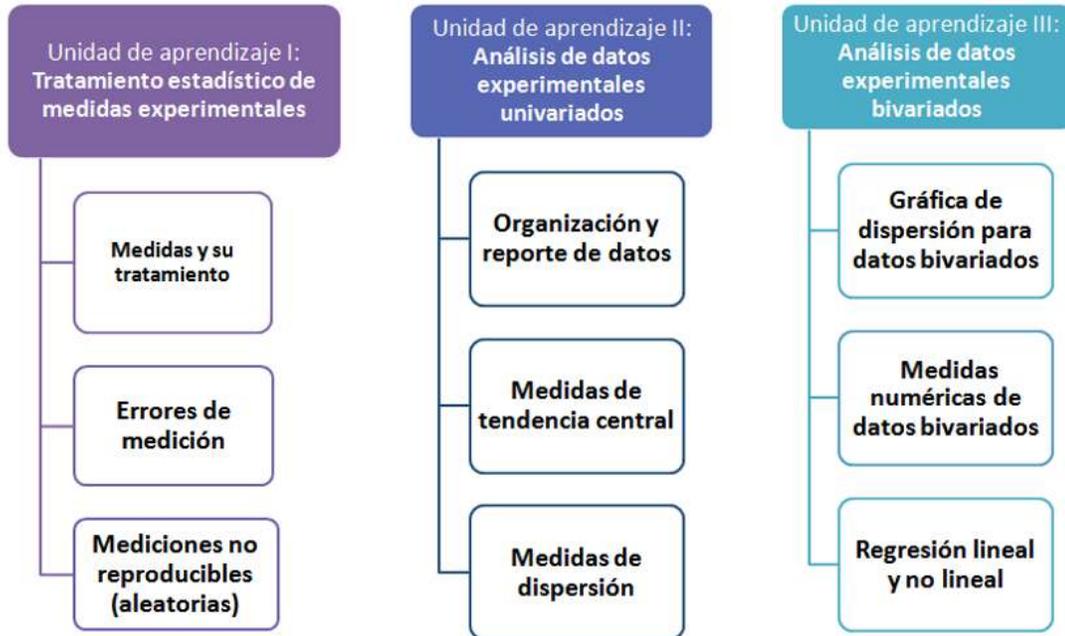
*Diseña y selecciona experimentos como base para la construcción conceptual de la física.*

- Evalúa el procedimiento y los resultados de los experimentos diseñados y ejecutados.

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

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

## Estructura del curso



## Orientaciones para el aprendizaje y enseñanza

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

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

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

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, así mismo se propone recuperar los trabajos de Galindo (2013) e Inzunza (2016). El curso es flexible en el sentido de que el docente puede adaptar sus ideas, sus propuestas de enseñanza y aprendizaje, siempre y cuando se cumpla el propósito general.

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

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

La naturaleza experimental de la física requiere que se realicen experimentos de los cuales se puedan obtener datos numéricos para realizar un análisis estadístico y así poder establecer modelos científicos que permitan explicar y predecir fenómenos. El tratamiento de información cuantitativa y las conclusiones que se obtienen a partir de su análisis debe de ser de carácter objetivo ya que se estudia y modela el comportamiento de la naturaleza (Galindo, 2013).

Para realizar el análisis de datos es necesario recurrir a conceptos básicos de la estadística, ya que en la mayoría de las ocasiones las colecciones de datos son extensas y los resultados obtenidos deben de tener un grado de confiabilidad que permita tener certeza de las explicaciones y predicciones derivados de los modelos científicos obtenidos.

Por las razones expuestas se recomienda que el tratamiento estadístico en el presente curso se realice de dos formas, primero de manera manual para que el estudiante de la LEyAF conozca, comprenda, aplique e interprete el comportamiento de los datos obtenidos en experimentos, esto le permitirá conocer el tipo de algoritmo utilizado en software con herramientas estadísticas, por ejemplo, Microsoft Excel o minitab; la segunda manera consiste en utilizar software que le permita realizar los cálculos algebraicos para cantidades más amplias de información de manera rápida y así el estudiantado se enfoque en el análisis e interpretación del comportamiento de los datos.

En la medida de lo posible, se recomienda que se trabaje con datos o experimentos realizados en cursos del mismo semestre, los cuales pueden ser de termodinámica o de diseño experimental para que el estudiante se forme una idea completa de la metodología del quehacer científico, por ello se recomienda que este curso se trabaje de forma colegiada para recuperar conceptos, técnicas y métodos vistos incluso en semestres previos, esto se facilita si se desarrolla en el estudiante el hábito de registro de información en bitácoras.

El personal docente a cargo deberá de mantenerse en constante actualización en conocimientos referentes con la temática del curso, además de tener un conocimiento básico de instrumentos de medición, por ejemplo termómetro, termopares, flexómetro, etc.

## 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 aprendizajes a lograr y a demostrar en cada una de las unidades del curso, así como su integración final. De este modo se propicia la elaboración de evidencias parciales para las unidades de aprendizaje y una evidencia integradora que permita la evaluación final.

Las sugerencias de evaluación, como se propone 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.

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

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

Las primera evidencia que se sugiere consiste en la resolución de problemas que involucren los conceptos tratados en la primera unidad de aprendizaje (tales como medidas reproducibles y no reproducibles [aleatorias] así como directas e indirectas, incertidumbre asociada a una medida reproducible, ya sea directa o indirecta, cifras significativas, error sistemático y aleatorio en una medición) o en el análisis escrito de datos experimentales, particularmente la de mediciones reproducibles, que desde el punto de vista de Berta Oda (2005) son aquellas que a pesar de los errores aleatorios y sistemáticos que se puedan

presentar al momento realizar la medida siempre es la misma, por lo que la variación que haya al medir no rebasa la mínima escala.

La segunda evidencia que se propone consiste en el análisis estadístico de datos univariados tomados de manera experimental, los datos se pueden tomar de alguna actividad experimental de otro curso del mismo semestre, por ejemplo la propuesta en *Diseño experimental*, que tiene que ver con la temperatura del cuerpo humano, o puede considerarse otra actividad experimental siempre y cuando estén presentes ya sea medidas directas o indirectas, reproducibles o no reproducibles. Desde el punto de vista de Berta Oda (2005), dicho análisis deberá involucrar medidas de tendencia central y dispersión, así como la organización y reporte de datos con el uso de gráficas, tablas y agrupaciones de datos, y la interpretación del comportamiento de los datos.

La tercera evidencia sugerida consiste en analizar datos bivariados, se pone como ejemplo el trabajo realizado por Manzur y Cardoso (2015) el cual consiste en medir la rapidez de evaporación de agua a partir del cálculo de la pendiente de una recta que representa la cantidad de agua evaporada como función del tiempo, además de este análisis se sugiere que el estudiante realice un reporte en el que integre el proceso de obtención del modelo científico, la interpretación de los datos y el cálculo de incertidumbres, éstos últimos obtenidos mediante el uso de la estadística ya sea de forma manual o mediante el uso de algún software.

Para la evidencia final considerada en las normas de control escolar aprobadas para los planes 2018 en su punto 5.3 inciso f, se propone un análisis estadístico de los datos experimentales recopilados en el proyecto integrador realizado en el curso de *Termodinámica*, o en su defecto algún experimento que el docente considere adecuado para su elaboración, teniendo en cuenta su relación con lo visto en la asignatura de *Termodinámica* o en la de *Diseño Experimental* y que los datos recabados para establecer un modelo científico del fenómeno físico sean bivariados. El producto donde esté reflejado el análisis estadístico puede ser una exposición (presentación) o un escrito en forma de reporte, considerando los criterios de evaluación de las unidades de aprendizaje, sin que esto sea limitativo para el docente. 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).

## Unidad de aprendizaje I

### Tratamiento estadístico de medidas experimentales

#### 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.*

- Utiliza los elementos teórico-metodológicos de la investigación como parte de su formación permanente en la Física.
- Relaciona sus conocimientos de la Física con los contenidos de otras disciplinas desde una visión integradora para propiciar el aprendizaje de sus estudiantes.

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

- Relaciona los contenidos de la Física con las demás disciplinas del plan de estudios vigente.

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

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

## Competencias disciplinares

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

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

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

- Construye modelos mentales para explicar fenómenos físicos identificando sus elementos esenciales y dominio de validez.
- Compara modelos mentales de fenómenos físicos con modelos conceptuales estableciendo semejanzas y diferencias entre ellos y valorando las ventajas y desventajas de unos y otros.

- Compara modelos conceptuales actuales de fenómenos físicos con los modelos que históricamente les precedieron y los valora como parte del proceso de construcción del conocimiento científico.

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

- Interpreta información dada mediante representaciones verbales, iconográficas, gráficas, esquemáticas, algebraicas y tabulares.
- Construye representaciones verbales, iconográficas, gráficas, esquemáticas, algebraicas y tabulares.
- Convierte representaciones de una forma a otra.

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

- 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 justifique el uso de la estadística en el tratamiento de datos, mediante la comunicación de resultados cuantitativos obtenidos a partir de la experimentación, para identificar la tendencia de los datos univariados tomados de mediciones reproducibles y no reproducibles.

### **Contenidos**

#### **1.1 Medidas y su tratamiento**

- Medidas reproducibles
  - Incertidumbre asociada

- Absoluta
- Relativa
- Porcentual
- Cifras significativas y su manejo
- Redondeo
- Medición directa e indirecta
  - Propagación de incertidumbre

### 1.2 Errores de medición

- Sistemáticos
- Aleatorios

### 1.3 Mediciones no reproducibles (aleatorias)

#### **Actividades de aprendizaje**

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

Se sugiere retomar los datos recabados en los diferentes experimentos realizados en los cursos de *Termodinámica* o *Diseño experimental*, donde a través de un análisis descriptivo se deberá ir incorporando conceptos que facilitan la forma de comunicar sus resultados, además de darles objetividad a las conclusiones que emanen del análisis. Por lo anterior, se recomienda un trabajo colegiado con los docentes a cargo de los cursos ya mencionados para coordinar actividades según convenga, se puede suscitar que en *Termodinámica* o *Diseño experimental* se realice la toma de diferentes medidas, mientras que en el curso de Estadística para Física se comience con una descripción de dichas mediciones, desde su clasificación hasta un análisis de las incertidumbres, según el tipo de medida o si existe algún tipo de error en la toma de datos.

Por ejemplo:

En la primera unidad del curso *Termodinámica* se propone que el estudiante realice una línea del tiempo ubicando acontecimientos importantes para el desarrollo de la termodinámica, donde cada hecho deberá estar sustentado en una investigación documental, adicionalmente se propone que el estudiantado valide las hipótesis o conclusiones que algunos científicos icónicos lograron obtener a través de la experimentación, alguno de estos experimentos que se

pueden llevar a cabo durante la realización de la línea del tiempo son los elaborados por Joseph Black referentes al calor latente, la diferencia entre el calor y la temperatura, así como los correspondientes al calor específico, donde una misma “cantidad de calor” produce diferentes aumentos de temperatura en materiales distintos, aunque esto último se corroboró con el calorímetro realizado por Lavoisier y Laplace.

En los experimentos que llevó a cabo Joseph Black donde se evidencian lo que hoy se conoce como calor latente, se puede percibir claramente la diferencia entre calor y temperatura con la evaporación del agua o la fusión del hielo; las medidas que se pueden utilizar para abordar los contenidos de la unidad son las de la temperatura del agua, ya sea cuando se fusiona o se evapora, primero tomando medidas con un mismo termómetro y luego con otro para comparar resultados, establecer incertidumbres, verificar si existen errores experimentales, establecer si es una medida indirecta o directa, e introducir el uso de cifras significativas en lo que se reporta. Lo mismo se puede hacer si el estudiantado valida de manera experimental la hipótesis a la que llegó Joseph Black sobre el aumento de temperatura de diferentes materias al suministrarles la misma “cantidad” de calor, al determinar el calor específico de un material o sustancia con el calorímetro inventado por Lavoisier y Laplace.

Enseguida se presenta una tabla que se puede utilizar para realizar una comparación y análisis respecto a las medidas tomadas por dos instrumentos de medición, facilitando la clasificación e identificación del tipo de medida y con ello proseguir en su tratamiento estadístico y comunicar de manera adecuada sus resultados. Dicha tabla se puede modificar, agregando más variables o más instrumentos, dependiendo si la medida es directa o indirecta.

Instrumento de medición	Variable a medir (magnitud física)	Unidad de medida del instrumento	Mínima escala del instrumento	Medidas tomadas
Instrumento 1 (Ejemplo: termómetro de				



Temperatura en °C de la rana en congelación (Pirómetro) $\pm 0.5$ °C	Temperatura en °C de la rana en congelación (Termopar) $\pm 0.5$ °C
-15.3	-14
-15.4	-14
-15.7	-14
-15.2	-14
-15.5	-14
-15.3	-14
-17.4	-14
-15.8	-14
-16.4	-14
-15.5	-14

Determina:

-¿La medida de la temperatura de la rana es reproducible? Justifica tu respuesta con base en los datos de la tabla.

- ¿Cuál es la incertidumbre asociada al termopar, suponiendo que se reporta considerando las cifras significativas y por qué?

-¿Se puede determinar si existe un error sistemático o aleatorio con los datos de la tabla? Argumenta tu respuesta.

-¿Las magnitudes medidas son directas o indirectas? Argumenta tu respuesta.

## 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 otros siempre y cuando se logre el propósito de la unidad y los criterios de evaluación:

Análisis escrito de datos experimentales.

Resolución de problemas y ejercicios referentes a los temas tratados en la unidad.

## Criterios de desempeño

### Conocimientos

- Clasifica las medidas experimentales en reproducibles y no reproducibles, y en directas e indirectas.
- Calcula la incertidumbre asociada a una medida reproducible, ya sea directa o indirecta.
- Utiliza cifras significativas al comunicar sus mediciones.
- Distingue entre un error sistemático y un error aleatorio en una medición.
- Diferencia entre error de medición e incertidumbre asociada a una medición.

### Habilidades

- 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.

### Actitudes

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

colaborativo.

- Refleja una actitud abierta para movilizar saberes previos respecto a los modelos científicos.

### **Valores**

- Respeta las opiniones, ideas y participaciones de sus pares y del profesor.
- Colabora durante el trabajo en equipo.
- Muestra solidaridad con las aportaciones e ideas en los proyectos (comparte aportaciones e ideas al equipo de trabajo).

## Bibliografía básica

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

**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.

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

## Bibliografía complementaria

**Dicovski, L. M.** (2008). Estadística Básica. Nicaragua: Universidad Nacional de Ingeniería. Disponible en: [http://frrq.cvg.utn.edu.ar/pluginfile.php/2101/mod\\_resource/content/0/DEPOSITO\\_DE\\_MATERIALES/estadistica1\\_1\\_.pdf](http://frrq.cvg.utn.edu.ar/pluginfile.php/2101/mod_resource/content/0/DEPOSITO_DE_MATERIALES/estadistica1_1_.pdf)

**Jiménez, J.** (2009). Tratamiento de datos experimentales. Recuperado de: <http://www.bdigital.unal.edu.co/8393/1/CUADERNODatosExperimentales.pdf>

**Martín del Campo, J. (s.f.)** Evaluación de la incertidumbre en datos experimentales. Recuperado de: [http://depa.fquim.unam.mx/amyd/archivero/eval\\_incirt\\_11208.pdf](http://depa.fquim.unam.mx/amyd/archivero/eval_incirt_11208.pdf)

**Rodríguez, J. (s.f.)** El sentido de la estadística: estadística con sentido. XV Congreso de Enseñanza y Aprendizaje de las Matemáticas: El Sentido de las matemáticas. Matemáticas con sentido. Recuperado de: <https://thales.cica.es/xvceam/actas/pdf/pon03.pdf>

## Recursos de apoyo

**Hojas de cálculo** (por ejemplo el de Open Office, que se puede descargar de <https://www.openoffice.org/es/>).

**Minitab** <http://www.minitab.com/es-mx/>

**Calculadora científica con programas estadísticos.**

## Unidad de aprendizaje II

### Análisis de datos experimentales univariados

#### 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.*

- Utiliza los elementos teórico-metodológicos de la investigación como parte de su formación permanente en la Física.
- Relaciona sus conocimientos de la Física con los contenidos de otras disciplinas desde una visión integradora para propiciar el aprendizaje de sus estudiantes.

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

- Relaciona los contenidos de la Física con las demás disciplinas del plan de estudios vigente.

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

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

## Competencias disciplinares

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

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

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

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

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

- Interpreta información dada mediante representaciones verbales, iconográficas, gráficas, esquemáticas, algebraicas y tabulares.
- Construye representaciones verbales, iconográficas, gráficas, esquemáticas, algebraicas y tabulares.
- Convierte representaciones de una forma a otra.

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

- 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 utilice las medidas de tendencia central y las de dispersión, mediante el análisis estadístico de datos univariados obtenidos de mediciones reproducibles y no reproducibles, para comunicar los resultados cuantitativos y evaluar hipótesis sobre fenómenos físicos.

### **Contenidos**

#### **2.1 Organización y reporte de datos**

- Gráficas
  - Tablas y distribución de frecuencia
  - Datos agrupados

#### **2.2 Medidas de tendencia central**

- Media aritmética

- Mediana
- Moda

### 2.3 Medidas de dispersión

- Rango
  - Desviación media
  - Desviación típica (muestral)
    - Teorema de Tchebycheff
    - Regla de la normal
- Varianza muestral

### Actividades de aprendizaje

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

Se sugiere retomar los datos recabados en los diferentes experimentos realizados en los cursos de *Termodinámica* o *Diseño experimental*, donde a través de un análisis descriptivo se deberá ir incorporando conceptos que facilitan la forma de comunicar sus resultados, además de darles objetividad a las conclusiones que emanen del análisis. Por lo anterior, se recomienda un trabajo colegiado con los docentes a cargo de los cursos ya mencionados, para coordinar actividades según convenga, se puede suscitar que en *Termodinámica* o *Diseño experimental* se haga la toma de diferentes medidas, mientras que en el curso de Estadística para Física se comience con una descripción de dichas mediciones, desde su clasificación hasta un análisis de las incertidumbres, según el tipo de medida o si existe algún tipo de error en la toma de datos.

Por ejemplo:

- Temperatura del cuerpo humano (tomada en diferentes zonas del cuerpo, diferentes personas, diferentes sitios, e instrumentos de medición). Esta actividad se realizará en el curso de Diseño y Experimentación, por lo que se sugiere tomar los datos y organizar éstos en tablas para realizar un análisis estadístico de los datos univariados, por ejemplo:

- Las medidas de la temperatura de la mano derecha de 20 personas, cuyos datos se pueden registrar de la siguiente manera

Número de persona	Temperatura de la mano derecha en °C

- A partir de los datos recabados, se analizará de manera estadística la tendencia de los datos, al determinar qué medida de tendencia central que describe mejor a la temperatura de la mano derecha (ya sea moda, media aritmética, o mediana), así como las medidas de dispersión que dan certidumbre a la medida.

### 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 los criterios de evaluación, lo

### Criterios de desempeño

#### Conocimientos

- Analiza datos univariados utilizando medidas de tendencia central y de dispersión
- Organiza y reporta datos, usando gráficas, tablas y agrupación de datos
- Interpreta el comportamiento de datos

#### Habilidades

- Maneja las tecnologías de la información y la comunicación para

que se recomienda utilizar es:

búsqueda de información y sistematización de la misma.

Análisis escrito de datos experimentales.

- Comunica claramente la información en forma verbal, escrita y en forma digital.

### **Actitudes**

- Muestra autonomía en su proceso de aprendizaje.
- Tiene perseverancia para concluir con las tareas y actividades.
- Participa en el desarrollo de las actividades y forma parte del trabajo colaborativo.
- Refleja una actitud abierta para movilizar saberes previos respecto a los modelos científicos.

### **Valores**

- Respeta las opiniones, ideas y participaciones de sus pares y del profesor.
- Colabora durante el trabajo en equipo.
- Muestra solidaridad con las aportaciones e ideas en los proyectos (comparte aportaciones e ideas al equipo de trabajo).

## Bibliografía básica

- Chao, L.** (1999). Introducción a la estadística. México: CECSA
- 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.
- Mendenhall, W., Beaver, R. y Beaver, B.** (2010). Introducción a la probabilidad y estadística. México: Cengage Learning Editores
- Oda, B.** (2005). Introducción al análisis gráfico de datos experimentales. México: Las prensas de ciencia.
- Willoughby, S.** (2000). Probabilidad y Estadística. México: Publicaciones Cultural.

## Bibliografía complementaria

- Estuardo, A. (Ed)** (2012). Estadística y probabilidades. Chile. Recuperado en: <http://www.x.edu.uy/inet/EstadisticaYProbabilidad.pdf>
- Jiménez, J.** (2009). Tratamiento de datos experimentales. Recuperado de: <http://www.bdigital.unal.edu.co/8393/1/CUADERNODatosExperimentales.pdf>
- Martín del Campo, J. (s.f.)** Evaluación de la incertidumbre en datos experimentales. Recuperado de: [http://depa.fquim.unam.mx/amyd/archivero/eval\\_incert\\_11208.pdf](http://depa.fquim.unam.mx/amyd/archivero/eval_incert_11208.pdf)
- Rodríguez, J. (s.f.)** El sentido de la estadística: estadística con sentido. XV Congreso de Enseñanza y Aprendizaje de las Matemáticas: El Sentido de las matemáticas. Matemáticas con sentido. Recuperado de: <https://thales.cica.es/xvceam/actas/pdf/pon03.pdf>

## Recursos de apoyo

- Hojas de cálculo** (por ejemplo el de Open Office, que se puede descargar de <https://www.openoffice.org/es/> ).
- Minitab** <http://www.minitab.com/es-mx/>
- Calculadora científica con programas estadísticos.**

## Unidad de aprendizaje III

### Análisis de datos experimentales bivariados

#### 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.*

- Utiliza los elementos teórico-metodológicos de la investigación como parte de su formación permanente en la Física.
- Relaciona sus conocimientos de la Física con los contenidos de otras disciplinas desde una visión integradora para propiciar el aprendizaje de sus estudiantes.

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

- Relaciona los contenidos de la Física con las demás disciplinas del plan de estudios vigente.

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

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

### **Competencias disciplinares**

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

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

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

- Construye modelos mentales para explicar fenómenos físicos identificando sus elementos esenciales y dominio de validez.
- Compara modelos mentales de fenómenos físicos con modelos conceptuales estableciendo semejanzas y diferencias entre ellos y valorando las ventajas y desventajas de unos y otros.

- Compara modelos conceptuales actuales de fenómenos físicos con los modelos que históricamente les precedieron y los valora como parte del proceso de construcción del conocimiento científico.

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

- Interpreta información dada mediante representaciones verbales, iconográficas, gráficas, esquemáticas, algebraicas y tabulares.
- Construye representaciones verbales, iconográficas, gráficas, esquemáticas, algebraicas y tabulares.
- Convierte representaciones de una forma a otra.

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

- 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 utilice regresiones lineales y no lineales en el ajuste de datos experimentales a modelos matemáticos, mediante el análisis estadístico de datos bivariados, para interpretar la información, obtener conclusiones de manera objetiva, evaluar hipótesis y modelizar fenómenos físicos.

## **Contenidos**

### **3.1 Gráfica de dispersión para datos bivariados**

- Variable dependiente e independiente

### **3.2 Medidas para numéricas de datos bivariados**

- Covarianza
- Coeficiente de correlación lineal

### 3.3 Regresión lineal y no lineal

- Método de mínimos cuadrados
- Varianza para la regresión lineal
- Coeficiente de determinación
- Regresiones no lineales

#### **Actividades de aprendizaje**

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

Se sugiere retomar los datos recabados en los diferentes experimentos realizados en los cursos de *Termodinámica* o *Diseño experimental*, donde a través de un análisis descriptivo se deberá ir incorporando conceptos que facilitan la forma de comunicar sus resultados, además de darles objetividad a las conclusiones que emanen del análisis. Por lo anterior, se recomienda un trabajo colegiado con los docentes a cargo de los cursos ya mencionados, para coordinar actividades según convenga, se puede suscitar que en *Termodinámica* o *Diseño experimental* se realice la toma de diferentes medidas, mientras que en el curso de Estadística para Física se comience con una descripción de dichas mediciones, desde su clasificación hasta un análisis de las incertidumbres según el tipo de medida o si existe algún tipo de error en la toma de datos.

También se pueden reproducir experimentos publicados en revistas arbitradas, que estén diseñados para una población estudiantil que curse licenciaturas del área físico-matemática en los primeros semestres y que además tengan un tratamiento estadístico acorde a los contenidos del curso de medidas bivariadas, esta sugerencia se pone a consideración del profesor a cargo del curso. Un ejemplo de esto es lo que se hace en Manzur y Cardoso (2005), en este trabajo se describe una metodología que permite construir un modelo de la cantidad de agua evaporada como función del tiempo manteniendo la superficie expuesta al ambiente de forma. Se recomienda que de llevar a cabo este experimento (o cualquier otro), se verifique que se cuenta con el material necesario y que este tiene la capacidad de medir los órdenes de magnitud mencionados en el artículo de Manzur (2005), las balanzas analíticas pueden

ser reemplazadas por balanzas digitales, estas últimas facilitan la realización del experimento.

La curva esperada en el experimento realizado en Manzur (2005) para la cantidad de agua evaporada como función del tiempo, es una línea recta cuya pendiente será la rapidez de evaporación del agua; para la obtención de este dato es necesario medir la cantidad de agua en gramos como función del tiempo durante algunas horas, posteriormente se debe realizar un ajuste de mínimos cuadrados para la obtención de la función lineal y con ellos asignar una incertidumbre al valor de la pendiente y ordenada al origen, lo cual requiere del análisis estadístico de una colección grande de datos y por lo tanto los estudiantes en formación deberán de aplicar los algoritmos vistos a lo largo del curso.

Cual sea el experimento que el docente escoja para realizar un tratamiento estadístico acorde con los contenidos vistos en la unidad, se propone que el estudiante realice un reporte escrito sobre cómo llegó a elaborar un modelo científico basándose en el análisis estadístico de los datos experimentales, incluyendo el cálculo de incertidumbres por métodos estadísticos, dicho reporte puede estar basado en la estructura propuesta por Galindo (2013).

### **Evidencia final**

Para la evidencia final se propone el análisis estadístico de los datos experimentales recopilados en el proyecto integrador realizado en el curso de *Termodinámica*, o en su defecto algún experimento que el docente considere adecuado para su elaboración, teniendo en cuenta su relación con lo visto en la asignatura de *Termodinámica* o en la de *Diseño Experimental* y que los datos recabados para establecer un modelo científico del fenómeno físico sean bivaríados. El producto donde esté presente el análisis estadístico que se sugiere, es un reporte del experimento en el que se refleje cómo llegó a elaborar un modelo científico basándose en el análisis estadístico de los datos experimentales, incluyendo el cálculo de incertidumbres por métodos estadísticos, identificación y clasificación de variables, así como la regresión lineal o no lineal que se ocupó. El reporte puede ser una exposición (presentación), un escrito o un contenido audiovisual, cuya evaluación deberá considerar los criterios de evaluación de las unidades de aprendizaje, sin que esto sea limitativo para el docente.

## 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 los criterios de evaluación:

Obtención del modelo de evaporación de agua que incluya:

Reporte escrito del modelo de evaporación de agua con cálculo de incertidumbres por métodos estadísticos.

### Evidencia Final

Reporte del estudio de un fenómeno natural o elaboración de algún dispositivo donde se refleje un análisis estadístico de los datos experimentales para establecer un modelo científico, incluyendo el cálculo de incertidumbres por métodos estadísticos, identificación y clasificación de variables, así como la regresión lineal o no

## Criterios de desempeño

### Conocimientos

- Identifica variables dependientes e independientes.
- Analiza datos bivariados utilizando el método de mínimos cuadrados.
- Organiza y reporta datos, usando gráficas, tablas y agrupación de datos
- Interpreta el comportamiento de datos
- Construye modelos científicos.

### Habilidades

- 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.

### Actitudes

- Muestra autonomía en su proceso de aprendizaje.
- Tiene perseverancia para concluir con las tareas y actividades.
- Participa en el desarrollo de las actividades y forma parte del trabajo colaborativo.
- Refleja una actitud abierta para movilizar saberes previos respecto a los modelos científicos.

lineal que se ocupó.

### **Valores**

- Respetar las opiniones, ideas y participaciones de sus pares y del profesor.
- Colabora durante en el trabajo en equipo.
- Muestra solidaridad con las aportaciones e ideas en los proyectos (comparte aportaciones e ideas al equipo de trabajo)

## Bibliografía básica

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

**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.

**Inzunza, S.** (2016). Análisis de datos bivariados en un ambiente basado en applets y software dinámico. *Educación Matemática*, 28(3), 61-89. Disponible en: <https://www.redalyc.org/pdf/405/40548562003.pdf>

**Manzur, A. y Cardoso, J.** (2015). Velocidad de evaporación del agua en *Revista Mexicana de Física*. 61(1). 31-34. Recuperado de: <https://www.redalyc.org/pdf/570/57048162007.pdf>

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

## Bibliografía complementaria

**Estuardo, A. (Ed)** (2012). Estadística y probabilidades. Chile. Recuperado en: <http://www.x.edu.uy/inet/EstadisticayProbabilidad.pdf>

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

**Jiménez J.** (2009). Tratamiento de datos experimentales. Recuperado de: <http://www.bdigital.unal.edu.co/8393/1/CUADERNODatosExperimentales.pdf>

## Recursos de apoyo

**Hojas de cálculo** (por ejemplo el de Open Office, que se puede descargar de <https://www.openoffice.org/es/>).

**Minitab** <http://www.minitab.com/es-mx/>

**Calculadora científica con programas estadísticos.**

## Perfil docente sugerido

### Perfil académico

Licenciatura en el área de educación con especialidad en Física; en Física, matemáticas aplicadas, actuaría, 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)

**Indispensable:** manejo estadístico de datos (comprobable, cursos, diplomados o licenciatura afín).

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

**Deseable:** Experiencia de investigación en el área de enseñanza y aprendizaje de la Física

### Nivel académico

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

Maestría o doctorado en el área de educación con especialidad en física o maestría físico-matemática, Astrofísica, Ciencias Físicas (Física Médica, Física) con formación docente demostrable (diplomados, especialidad, maestría o doctorado en el área de educación)

**Deseable:** Experiencia de investigación en el área de enseñanza y aprendizaje de la Física

### Experiencia docente para:

Conducir grupos de nivel básico (secundaria), nivel medio superior (bachillerato) y/o educación superior.

Planear y evaluar por competencias.

Utilizar las TIC y las Tecnologías del Aprendizaje y el Conocimiento (TAC) en los procesos de enseñanza y aprendizaje.

Retroalimentar oportunamente el aprendizaje de los estudiantes.

**Experiencia profesional:** Docente de educación superior con antigüedad mínima de dos años.

## Referencias del curso

**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.

**Inzunza, S.** (2016). Análisis de datos bivariados en un ambiente basado en applets y software dinámico. *Educación Matemática*, 28(3), 61-89. Disponible en: <https://www.redalyc.org/pdf/405/40548562003.pdf>

**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.