

# Licenciatura **Física**

Nº de RVOE: 20232182

**RVOE**

EDUCACIÓN SUPERIOR



**tech**  
universidad



Nº de RVOE: 20232182

## Licenciatura Física

Idioma: **Español**

Modalidad: **100% en línea**

Duración: **aprox. 4 años**

Fecha acuerdo RVOE: **28/07/2023**

Acceso web: [www.techtute.com/mx/ingenieria/licenciatura/licenciatura-fisica](http://www.techtute.com/mx/ingenieria/licenciatura/licenciatura-fisica)

# Índice

01

**Presentación**

---

*pág. 4*

02

**Plan de estudios**

---

*pág. 8*

03

**Objetivos y competencias**

---

*pág. 34*

04

**¿Por qué nuestro programa?**

---

*pág. 44*

05

**Idiomas gratuitos**

---

*pág. 48*

06

**Maestría gratuita**

---

*pág. 52*

07

**Salidas profesionales**

---

*pág. 56*

08

**Metodología**

---

*pág. 60*

09

**Requisitos de acceso  
y proceso de admisión**

---

*pág. 68*

10

**Titulación**

---

*pág. 72*

# 01

## Presentación

La física supone una de las disciplinas más relevantes en la actualidad al sustentar gran parte de tecnología existencial y del conocimiento científico que permite comprender tanto nuestro entorno como el del Universo. Una realidad, que pone en alza la figura del físico como factor relevante para el desarrollo tecnológico y para afrontar los desafíos del mundo contemporáneo. Por esta razón, TECH ha desarrollado esta titulación que lleva al alumnado a obtener una enseñanza de primer nivel orientada a hacerlo crecer profesionalmente en este campo. Todo esto, a través de una metodología 100% online y con una amplia variedad de recursos pedagógicos, accesibles las 24 horas del día, los 7 días de la semana.

*Este es el momento, te estábamos esperando*







“

*Accede a una Licenciatura 100% online  
que te proyectará profesionalmente  
como un gran físico”*

## 06 | Presentación

Detrás de la electrónica, las telecomunicaciones, la informática o la búsqueda de fuentes energéticas se encuentra la Física. Una disciplina que ha tenido su gran fuerza en la investigación física, pero que cada vez más es más requerida desde diversos sectores socioeconómicos.

Ante esta realidad, los profesionales físicos ganan relevancia dado sus conocimientos que pueden contribuir al desarrollo de las comunicaciones y conectividad, a la aviación, a la innovación tecnológica y como no puede ser de otra forma en la comprensión del universo. Así, nace esta Licenciatura de TECH que está orientada a facilitar una enseñanza de primer nivel a través de una metodología que se distingue por ser 100% online.

Así, a través de un contenido exhaustivo y riguroso, el estudiante se familiarizará con los conceptos matemáticos esenciales como el álgebra lineal y el cálculo, aplicable a la resolución de problemas físicos. Además, ahondará en la óptica y el electromagnetismo y se sumergirá en la física moderna y teorías cuánticas, entre otras materias que conforman esta titulación.

Todo esto, además, complementado por numerosos recursos didácticos basado en vídeo resúmenes de cada tema, píldoras multimedia, lecturas especializadas y simulaciones de casos de estudio. Asimismo, gracias al sistema *Relearning*, focalizado en la reiteración continuada de los conceptos clave, el alumno tendrá la oportunidad de adquirir un aprendizaje eficaz, sin invertir excesivas horas de estudio.

Sin duda, una ocasión idónea de cursar una propuesta universitaria flexible, con un temario accesible las 24 horas del día, desde cualquier dispositivo electrónico con conexión a internet. De este modo, el estudiante cuenta con una mayor libertad para autogestionar su tiempo de acceso a la plataforma virtual.



## *Te estábamos esperando*

TECH brinda la oportunidad de obtener la licenciatura en Física en un formato 100% en línea, con titulación directa y un programa diseñado para aprovechar cada tarea en la adquisición de competencias para desempeñar un papel relevante en la empresa. Pero, además, con este programa, el estudiante tendrá acceso al estudio de idiomas extranjeros y formación continuada de modo que pueda potenciar su etapa de estudio y logre una ventaja competitiva con los egresados de otras universidades menos orientadas al mercado laboral. Un camino creado para conseguir un cambio positivo a nivel profesional, relacionándose con los mejores y formando parte de la nueva generación de futuros físicos de desarrollar su labor en cualquier lugar del mundo.

“

*Dispones de una metodología pedagógica flexible, que hará compatible esta enseñanza con tus actividades diarias”*



# 02

## Plan de estudios

El estudiante de esta Licenciatura realizará un itinerario académico que le permitirá dominar la Física Moderna, los métodos matemáticos, las ecuaciones diferenciales o la mecánica clásica indispensables para adquirir solvencia en el desarrollo de dispositivos tecnológicos, para la comprensión del comportamiento a gran escala del universo o el análisis de datos experimentales para evaluar la incertidumbre en las mediciones. Con este programa, conseguirá todos los conocimientos que necesita para desarrollarse al máximo nivel como físico.

*Un temario  
completo y bien  
desarrollado*



“

*Cuentas con un plan de estudios completísimo,  
diseñado para ofrecerte el conocimiento más  
avanzado en Computación Cuántica”*

## 10 | Plan de estudios

El programa de la Licenciatura en Física se imparte en formato 100% en línea, para que el estudiante pueda elegir el momento y el lugar que mejor se adapte a la disponibilidad, horarios e intereses. Este programa, que se desarrolla a lo largo de 4 años, pretende ser una experiencia única y estimulante que siembre las bases para el éxito profesional.

A lo largo de las 40 asignaturas de la titulación, el estudiante analizará multitud de casos prácticos mediante los escenarios simulados planteados en cada uno de ellos. Ese planteamiento práctico se completará con actividades y ejercicios, acceso a material complementario, vídeos in focus, vídeos de apoyo, clases magistrales y presentaciones multimedia, para hacer sencillo lo más complejo y establecer una dinámica de trabajo que permita al estudiante la correcta adquisición de competencias.



*Ahonda en áreas especializadas como la Física Nuclear, la Cosmología y la Física Atmosférica”*





## *Dónde, cuándo y cómo se imparte*

Esta Licenciatura se ofrece 100% en línea, por lo que alumno podrá cursarla desde cualquier sitio, haciendo uso de una computadora, una tableta o simplemente mediante su smartphone.

Además, podrá acceder a los contenidos tanto *online* como *offline*. Para hacerlo *offline*, bastará con descargarse los contenidos de los temas elegidos, en el dispositivo y abordarlos sin necesidad de estar conectado a internet.

El alumno podrá cursar la licenciatura a través de sus 40 asignaturas, de forma autodirigida y asincrónica. Adaptamos el formato y la metodología para aprovechar al máximo el tiempo y lograr un aprendizaje a medida de las necesidades del alumno.



### Asignatura 1

#### Álgebra lineal

##### Tema 1. Métodos de prueba, inducción y recursión

- 1.1. Variables y cuantificadores
- 1.2. Métodos de prueba
- 1.3. Inducción
- 1.4. Recursión

##### Tema 2. Conjuntos y funciones

- 2.1. Conjuntos
- 2.2. Operaciones con conjuntos
- 2.3. Funciones
- 2.4. Cardinalidad

##### Tema 3. Teoría de números y aritmética modular

- 3.1. Divisibilidad y aritmética modular
- 3.2. Números primos
- 3.3. Máximo común divisor y mínimo común múltiplo
- 3.4. Congruencias lineales
- 3.5. Teorema chino del resto
- 3.6. El pequeño teorema de Fermat
- 3.7. Raíz primitiva y logaritmo discreto
- 3.8. Algoritmo de Diffie-Hellman

##### Tema 4. Operaciones con matrices

- 4.1. El concepto de matriz
- 4.2. Operaciones fundamentales con matrices
- 4.3. La matriz identidad y la potencia de una matriz
- 4.4. Las matrices cero-uno
- 4.5. La matriz transpuesta, inversa y el determinante

##### Tema 5. Relaciones

- 5.1. Relaciones binarias y sus propiedades
- 5.2. Relaciones n-arias
- 5.3. Representación de relaciones
- 5.4. Cierre de una relación

##### Tema 6. Eliminación gaussiana

- 6.1. Resolución automática de sistemas de ecuaciones
- 6.2. Eliminación gaussiana ingenua
- 6.3. Vector de error y vector residual
- 6.4. Eliminación gaussiana con pivotaje parcial escalado

##### Tema 7. Programación lineal

- 7.1. Problemas de programación lineal
- 7.2. Forma estándar
- 7.3. Forma distensionada
- 7.4. Dualidad

##### Tema 8. Algoritmo Simplex

- 8.1. Qué es el algoritmo Simplex
- 8.2. Interpretación geométrica
- 8.3. Pivotaje
- 8.4. Inicialización
- 8.5. Cuerpo del algoritmo

##### Tema 9. Grafos

- 9.1. Introducción a los grafos
- 9.2. Relaciones de vecindad
- 9.3. Representación de grafos
- 9.4. Grafos isomorfos
- 9.5. Conectividad en grafos

##### Tema 10. Árboles

- 10.1. Introducción a los árboles
- 10.2. Aplicaciones de los árboles
- 10.3. Recorrido de árboles

### Asignatura 2

#### Cálculo I

##### Tema 1. Introducción al análisis

- 1.1. Concepto de función
- 1.2. Concepto de límite
- 1.3. Cálculo de límites
- 1.4. Continuidad de funciones

##### Tema 2. Derivación de funciones y sus aplicaciones

- 2.1. Derivada de una función
- 2.2. Interpretación geométrica
- 2.3. Interpretación física
- 2.4. Cálculo de derivadas
- 2.5. Derivadas sucesivas
- 2.6. Funciones derivables. Derivadas laterales
- 2.7. Teoremas de funciones derivables
- 2.8. Regla de L'Hôpital
- 2.9. Extremos relativos y monotonía
- 2.10. Puntos de inflexión y curvatura
- 2.11. Problemas de optimización

##### Tema 3. Estudio y representación gráfica de funciones de una variable

- 3.1. Estudio de una función
- 3.2. Estudio de funciones polinómicas
- 3.3. Estudio de funciones racionales
- 3.4. Estudio de funciones irracionales
- 3.5. Estudio de funciones exponenciales
- 3.6. Estudio de funciones logarítmicas
- 3.7. Estudio de funciones trigonométricas
- 3.8. Construcción de funciones a partir de otras conocidas

##### Tema 4. Integral definida

- 4.1. La integral definida como límite de una suma
- 4.2. Propiedades de la integral definida
- 4.3. Integrales inmediatas
- 4.4. Teorema del Valor Medio del cálculo integral
- 4.5. Teorema fundamental del cálculo. Regla de Barrow
- 4.6. Áreas de recintos planos
- 4.7. Longitud de arco de una curva
- 4.8. Volúmenes de cuerpos sólidos

##### Tema 5. Integral indefinida

- 5.1. Concepto de primitiva de una función
- 5.2. Propiedades de la integral indefinida
- 5.3. Integración por partes
- 5.4. Integración de funciones racionales

- 5.5. Integración por cambio de variable
- 5.6. Integración por sustituciones trigonométricas
- 5.7. Integrales no elementales

##### Tema 6. Sucesiones y series finitas

- 6.1. Sucesiones de números reales
- 6.2. Series
- 6.3. El criterio integral y el criterio de comparación
- 6.4. Series alternadas
- 6.5. Convergencia absoluta y criterio del cociente

##### Tema 7. Principios fundamentales del conteo

- 7.1. Partición de un conjunto
- 7.2. Principio de adición
- 7.3. Principio de multiplicación
- 7.4. Principio de inclusión-exclusión
- 7.5. Principio de distribución

##### Tema 8. Análisis numérico y de los errores

- 8.1. Origen y evolución del análisis numérico
- 8.2. Algoritmos
- 8.3. Tipos de errores
- 8.4. Convergencia

##### Tema 9. Sistemas de numeración

- 9.1. Representación de la información
- 9.2. Introducción a los sistemas numéricos
- 9.3. Conversión del sistema decimal a base b
- 9.4. Operaciones aritméticas en base b
- 9.5. Conversión del sistema b1 al b2
- 9.6. Representación de los números
- 9.7. Aritmética de punto flotante
- 9.8. Propagación del error

##### Tema 10. Cálculo de raíces e interpolación, algoritmos de resolución y técnicas de aceleración

- 10.1. Algoritmo de bisección
- 10.2. Algoritmo del punto fijo
- 10.3. Método de la secante
- 10.4. Algoritmo de Newton-Raphson
- 10.5. Algoritmo de la secante modificado
- 10.6. Algoritmo de Newton modificado
- 10.7.  $\Delta^2$  de Aitken
- 10.8. Algoritmo de Steffensen

**Asignatura 3****Fundamentos de óptica****Tema 1. Movimiento Oscilatorio**

- 1.1. Movimientos periódicos
- 1.2. Movimiento Armónico Simple (MAS)
- 1.3. Estudio del péndulo simple
- 1.4. Estudio del péndulo físico
- 1.5. Oscilaciones amortiguadas
- 1.6. Oscilaciones forzadas y resonancia

**Tema 2. Movimiento Ondulatorio**

- 2.1. Descripción del movimiento ondulatorio: ecuación de onda y propiedades
- 2.2. Ondas transversales y longitudinales
- 2.3. Ondas periódicas: armónicas y electromagnéticas
- 2.4. Energía asociada al movimiento ondulatorio
- 2.5. Efecto Doppler

**Tema 3. Superposición de ondas: Fenómenos**

- 3.1. Superposición de ondas
- 3.2. Ondas estacionarias
- 3.3. Ondas estacionarias en una cuerda
- 3.4. Ondas sonoras estacionarias

**Tema 4. El sonido como onda mecánica: Características**

- 4.1. Ondas sonoras y sus características
- 4.2. Interferencias en ondas sonoras
- 4.3. Ondas sonoras estacionarias y sus aplicaciones
- 4.4. Efecto Doppler y su aplicación al sonido

**Tema 5. La luz como onda electromagnética**

- 5.1. Introducción a los fenómenos electromagnéticos
- 5.2. Descripción de las ondas electromagnéticas
- 5.3. Energía de las ondas electromagnéticas
- 5.4. Ondas electromagnéticas estacionarias
- 5.5. Espectro electromagnético

**Tema 6. Estudio de la Luz**

- 6.1. Naturaleza de la luz. Dualidad onda partícula
- 6.2. Velocidad de la luz
- 6.3. Reflexión y refracción. Ley de Snell
- 6.4. Polarización de la luz

**Tema 7. Óptica Geométrica**

- 7.1. Elementos de óptica geométrica: Definiciones previas, aproximaciones
- 7.2. Reflexión y refracción en superficies planas
- 7.3. Reflexión y refracción en una superficie esférica
- 7.4. Ecuaciones de la óptica geométrica

**Tema 8. Instrumentos Ópticos**

- 8.1. Espejos
- 8.2. Dióptricos ópticos
- 8.3. Lentes delgadas
- 8.4. Telescopios ópticos
- 8.5. Microscopios ópticos

**Tema 9. Interferencia**

- 9.1. Diferencia de fase y coherencia
- 9.2. Concepto de interferencia
- 9.3. Interferencia en películas delgadas
- 9.4. Interferencia de dos rendijas
- 9.5. Interferómetro de Michelson

**Tema 10. Difracción**

- 10.1. Concepto de difracción
- 10.2. Difracción por una sola ranura y patrones de intensidad
- 10.3. Difracción de Fraunhofer y de Fresnel
- 10.4. Difracción y resolución
- 10.5. Redes de difracción

**Asignatura 4****Fundamentos de electromagnetismo****Tema 1. Campo Eléctrico I**

- 1.1. Carga eléctrica puntual
- 1.2. Conductores vs aislantes
- 1.3. Ley de Coulomb
- 1.4. El campo eléctrico sobre cargas puntuales
- 1.5. Líneas de campo eléctrico

**Tema 2. Campo Eléctrico II**

- 2.1. Campo eléctrico generado por una distribución continua de cargas
- 2.2. Flujo de campo eléctrico. Ley de Gauss
- 2.3. Aplicaciones de la ley de Gauss: Cálculo del campo eléctrico
- 2.4. Discontinuidad en la componente normal
- 2.5. Carga en las superficies de conductores

**Tema 3. Potencial Eléctrico**

- 3.1. Definición de potencial. Diferencia de potencial
- 3.2. Potencial creado por una distribución de cargas discreta
- 3.3. Potencial creado por una distribución de cargas continua
- 3.4. Superficies equipotenciales
- 3.5. Energía potencial electrostática

**Tema 4. Condensadores**

- 4.1. Capacidad
- 4.2. Energía eléctrica y su almacenamiento
- 4.3. Condensadores
- 4.4. Baterías
- 4.5. Circuitos eléctricos
- 4.6. Dieléctricos

**Tema 5. Circuitos de Corriente Continua**

- 5.1. Corriente eléctrica continua
- 5.2. Ley de Ohm
- 5.3. Resistencias en serie y en paralelos
- 5.4. Reglas de Kirchhoff
- 5.5. Circuitos RC

**Tema 6. Campo Magnético I**

- 6.1. Fuerza magnética sobre una carga puntual
- 6.2. Cargas puntuales en un campo magnético
- 6.3. Fuerza magnética sobre corrientes eléctricas y momentos de fuerzas
- 6.4. Efecto Hall

**Tema 7. Campo Magnético II**

- 7.1. Campo magnético generado por cargas puntuales en movimiento
- 7.2. Campo magnético creado por corrientes eléctricas. Ley de Biot y Savart
- 7.3. Ley de Gauss para el magnetismo
- 7.4. Ley de Ampere

**Tema 8. Inducción Magnética**

- 8.1. Flujo magnético
- 8.2. Fuerza electromotriz. Ley de Faraday
- 8.3. Ley de Lenz
- 8.4. Fuerza electromotriz en movimiento
- 8.5. Inductancia
- 8.6. Energía magnética
- 8.7. Circuitos RL

**Tema 9. Circuitos de Corriente Alterna**

- 9.1. Corriente alterna
- 9.2. Circuitos de corriente alterna
- 9.3. El transformador
- 9.4. Circuitos bobina/condensador o LC y LCR sin generador
- 9.5. Fasores

**Tema 10. Ecuaciones de Maxwell y ondas electromagnéticas**

- 10.1. Corriente de desplazamiento de Maxwell
- 10.2. Ecuaciones de Maxwell
- 10.3. Ecuación de ondas
- 10.4. Radiación electromagnética

**Asignatura 5****Cálculo II****Tema 1. Integral de Riemann**

- 1.1. Problema del área bajo una curva
- 1.2. Integribilidad de Riemann
- 1.3. La integral como límite de sumas de Riemann
- 1.4. Teorema fundamental del cálculo

## 14 | Plan de estudios

### Tema 2. Técnicas de integración de funciones de una variable

- 2.1. Integrales inmediatas
- 2.2. Método de cambio de variable
- 2.3. Método de integración por partes
- 2.4. Integración de funciones racionales
- 2.5. Integración de funciones irracionales
- 2.6. Integración de funciones trigonométricas
- 2.7. Aplicaciones geométricas de la integral definida

### Tema 3. Integrales impropias

- 3.1. Integral impropia de una función localmente integrable
- 3.2. Integrales impropias de funciones no negativas
- 3.3. La función Gamma de Euler
- 3.4. Valor principal de Cauchy
- 3.5. Introducción a la Transformada de Laplace

### Tema 4. Introducción al cálculo con varias variables

- 4.1. Espacio euclideo o  $\mathbb{R}^n$
- 4.2. Producto escalar
- 4.3. Distancia. Sucesiones en  $\mathbb{R}^n$
- 4.4. Topología de  $\mathbb{R}^n$
- 4.5. Campos escalares y vectoriales
- 4.6. Límites y límites direccionales
- 4.7. Continuidad
- 4.8. Curvas
- 4.9. Geometría de una curva en  $\mathbb{R}^2$  y en  $\mathbb{R}^3$

### Tema 5. Derivación de campos escalares

- 5.1. Derivada direccional
- 5.2. Derivadas parciales
- 5.3. Diferencial
- 5.4. Regla de la cadena
- 5.5. Derivadas parciales de orden superior
- 5.6. Formula de Taylor
- 5.7. Matriz Hessiana
- 5.8. Puntos estacionarios (máximos, mínimos y puntos de silla)

### Tema 6. Derivación de campos vectoriales

- 6.1. Matriz Jacobiana
- 6.2. Diferenciabilidad
- 6.3. Regla de la cadena
- 6.4. Función inversa
- 6.5. Funciones implícitas
- 6.6. Extremos condicionados (multiplicadores de Lagrange)
- 6.7. Gradiente
- 6.8. Delta de Kronecker y tensor de Levi-Civita
- 6.9. Identidades vectoriales

### Tema 7. Integrales de funciones con varias variables

- 7.1. Integrales de línea de campos escalares
- 7.2. Integrales de línea de campos vectoriales
- 7.3. Integrales de línea independientes del camino
- 7.4. Interpretación física de las integrales dependientes y no independientes del camino

### Tema 8. Integrales múltiples

- 8.1. Integral doble sobre regiones rectangulares
- 8.2. Integración simple reiterada
- 8.3. Integral doble sobre regiones generales
- 8.4. Teorema de Green

### Tema 9. Integrales de superficie y de volumen

- 9.1. Superficies en  $\mathbb{R}^3$
- 9.2. Integración sobre superficies
- 9.3. Teorema de Stokes
- 9.4. Teorema de Gauss

### Tema 10. Transformaciones de coordenadas

- 10.1. Rotaciones en el plano
- 10.2. Generadores del grupo de rotaciones
- 10.3. Rotaciones en dimensiones superiores
- 10.4. Tensores y sus aplicaciones en la física
- 10.5. Vectores unitarios
- 10.6. Elemento de línea
- 10.7. Elemento de volumen
- 10.8. Coordenadas rectangulares
- 10.9. Coordenadas esféricas
- 10.10. Coordenadas cilíndricas

## Asignatura 6

### Estadística I

#### Tema 1. Introducción a la estadística

- 1.1. Conceptos básicos
- 1.2. Tipos de variables
- 1.3. Información estadística

#### Tema 2. Ordenación y clasificación del registro de datos

- 2.1. Descripción de variables
- 2.2. Tabla de distribución de frecuencias
- 2.3. Cuantitativas y cualitativas

#### Tema 3. Aplicaciones de las Tecnologías de la información y la comunicación (TIC) y sistemas prácticos

- 3.1. Conceptos básicos
- 3.2. Herramientas
- 3.3. Representación de datos

#### Tema 4. Medidas de resumen de los datos I

- 4.1. Medidas descriptivas
- 4.2. Medidas de centralización
- 4.3. Medidas de dispersión
- 4.4. Medidas de forma o posición

#### Tema 5. Medidas de resumen de los datos II

- 5.1. Diagrama de caja
- 5.2. Identificación de valores atípicos
- 5.3. Transformación de una variable

#### Tema 6. Análisis del conjunto de dos variables estadísticas

- 6.1. Tabulación de dos variables
- 6.2. Tablas de contingencia y representaciones gráficas
- 6.3. Relación lineal entre variables cuantitativas

#### Tema 7. Series temporales y números índices

- 7.1. Las series temporales
- 7.2. Tasas de variación
- 7.3. Números índices
- 7.4. El Índice de Precios al Consumidor (IPC) y series temporales deflactadas

### Tema 8. Introducción a la probabilidad: cálculo y conceptos básicos

- 8.1. Conceptos básicos
- 8.2. Teoría de conjuntos
- 8.3. Cálculo de probabilidades

### Tema 9. Variables aleatorias y funciones de probabilidad

- 9.1. Variables aleatorias
- 9.2. Medidas de las variables
- 9.3. Función de probabilidad

### Tema 10. Modelos de probabilidad para variables aleatorias

- 10.1. Cálculo de probabilidades
- 10.2. Variables aleatorias discretas
- 10.3. Variables aleatorias continuas
- 10.4. Modelos derivados de la distribución normal

## Asignatura 7

### Historia de la física

#### Tema 1. Introducción

- 1.1. Definición de Ciencia
- 1.2. ¿Qué es la Física?
- 1.3. Objeto y metodología
- 1.4. Problemas epistemológicos

#### Tema 2. Ciencia Antigua

- 2.1. Egipto y Mesopotamia
- 2.2. Los filósofos jonios
- 2.3. La escuela de Pitágoras
- 2.4. Los eléatas
- 2.5. El periodo ateniense: el problema de la materia, los atomistas
- 2.6. Filosofía ateniense
- 2.7. Matemáticas y astronomía
- 2.8. La escuela de Alejandría: Euclides, el tamaño de la Tierra y del universo, Arquímedes, astronomía geocéntrica



**Tema 3. Ciencia en la Edad Media**

- 3.1. Muerte de la ciencia alejandrina: Roma, el pensamiento cristiano
- 3.2. La edad oscura
- 3.3. La ciencia árabe
- 3.4. La escuela hispano-musulmana
- 3.5. Resurgimiento de la cultura en Europa
- 3.6. Decadencia del escolasticismo

**Tema 4. La Revolución Científica del Renacimiento**

- 4.1. Geometría celeste: Copérnico, Brahe, Kepler
- 4.2. Astronomía heliocéntrica
- 4.3. La recepción del heliocentrismo
- 4.4. Galileo: descubrimientos astronómicos, defensa del heliocentrismo, proceso y condena

**Tema 5. Desarrollo de la mecánica clásica**

- 5.1. Los inicios de la nueva mecánica: Galileo
- 5.2. El reduccionismo mecanicista de Descartes
- 5.3. Newton: leyes de la mecánica, gravitación, filosofía de la ciencia
- 5.4. El determinismo de Laplace
- 5.5. Mecánica celeste

**Tema 6. Desarrollo de la óptica y luz**

- 6.1. El telescopio
- 6.2. Leyes de reflexión y refracción
- 6.3. Medidas de la velocidad de la luz
- 6.4. Naturaleza de la luz
- 6.5. Newton, Huygens, Young y Fresnel

**Tema 7. Desarrollo de la termodinámica**

- 7.1. Temperatura
- 7.2. Naturaleza del calor
- 7.3. Teoría del flogisto
- 7.4. Termodinámica
- 7.5. Teoría cinética del calor
- 7.6. Mecánica estadística
- 7.7. Maxwell
- 7.8. Boltzmann

**Tema 8. Electricidad y magnetismo**

- 8.1. Primeros descubrimientos
- 8.2. Electroestática
- 8.3. Electrodinámica
- 8.4. Electromagnetismo
- 8.5. Faraday
- 8.6. Maxwell

**Tema 9. La Revolución Relativista**

- 9.1. Artículos de Einstein sobre relatividad especial
- 9.2. Método de los diagramas de Minkowski
- 9.3. Dilatación temporal y contracción de longitudes
- 9.4. Importancia de las transformadas de Lorentz
- 9.5. Confirmación experimental de la relatividad especial
- 9.6. Relatividad general

**Tema 10. La Revolución Cuántica**

- 10.1. Planck y la cuantización
- 10.2. Efecto fotoeléctrico y su explicación cuántica
- 10.3. Medida de la carga eléctrica y la masa del electrón
- 10.4. Protones, neutrones y espectro atómico
- 10.5. Modelos atómicos y su evolución

**Asignatura 8****Cálculo numérico****Tema 1. Probabilidad y estadística**

- 1.1. El concepto de probabilidad y su interpretación
- 1.2. Las escuelas frecuentista y bayesiana
- 1.3. Teoría axiomática de probabilidad
- 1.4. Distribuciones de probabilidad
- 1.5. Densidad de probabilidad, media, varianza y otros momentos

**Tema 2. Probabilidad condicional**

- 2.1. Distribuciones de varias variables
- 2.2. Distribuciones de varias variables
- 2.3. Probabilidad condicional y distribuciones marginales
- 2.4. Correlación y covarianza
- 2.5. Cambios de variable

**Tema 3. Distribuciones de probabilidad más comunes**

- 3.1. Distribución Binomial
- 3.2. Distribución Multinomial
- 3.3. Distribución hipergeométrica
- 3.4. Distribución de Poisson
- 3.5. Distribución Exponencial
- 3.6. Distribución Normal y de Gauss
- 3.7. Distribución Chi-2
- 3.8. Distribución t de Student
- 3.9. Distribución Cauchy
- 3.10. Distribución Gama

**Tema 4. Método de Monte Carlo**

- 4.1. Números aleatorios
- 4.2. Integración por Monte Carlo
- 4.3. Procedimientos de aceptación-rechazo
- 4.4. Procedimientos de transformación de variables

**Tema 5. Muestreo de una población estadística**

- 5.1. Conceptos de muestra y de estimador
- 5.2. Estimadores de parámetros de una población
- 5.3. Ejemplos elementales

**Tema 6. El Método de máxima verosimilitud**

- 6.1. Concepto de verosimilitud
- 6.2. Varianza
- 6.3. Cota de Cramer-Rao-Fréchet
- 6.4. Estimadores de varianza mínima
- 6.5. Aplicaciones del Método de Máxima Verosimilitud
- 6.7. El método de Mínimos Cuadrados

**Tema 7. Contraste de hipótesis**

- 7.1. Contraste de bondad de ajuste
- 7.2. Lema de Neyman-Pearson
- 7.3. Errores Estadísticos
- 7.4. Intervalos de Confianza
- 7.5. Límites

**Tema 8. Métodos para la resolución numérica de ecuaciones**

- 8.1. Conceptos básicos: Error numérico, discretización y normalización
- 8.2. Resolución de ecuaciones no lineales
- 8.3. Derivación numérica
- 8.4. Integración numérica

**Tema 9. Resolución de ecuaciones diferenciales**

- 9.1. Método de Euler
- 9.2. Métodos Runge-Kutta
- 9.3. Método shooting
- 9.4. Método integrador exponencial de primer orden

**Tema 10. Resolución de ecuaciones con derivadas parciales y simulación**

- 10.1. Elementos y diferencias finitas
- 10.2. Esquemas implícitos y explícitos
- 10.3. Sistemas de ecuaciones lineales
- 10.4. Modelización de sistemas complejos

**Asignatura 9****Introducción a la física moderna****Tema 1. Introducción a la Física Médica**

- 1.1. Como aplicar la física a la medicina
- 1.2. Energía de las partículas cargadas en tejidos
- 1.3. Fotones a través de los tejidos
- 1.4. Aplicaciones

**Tema 2. Introducción a la Física de Partículas**

- 2.1. Introducción y objetivos
- 2.2. Partículas cuantificadas
- 2.3. Fuerzas fundamentales y cargas
- 2.4. Detección de partículas

## 16 | Plan de estudios

- 2.5. Clasificación de partículas fundamentales y Modelo Estándar
- 2.6. Más allá del modelo estándar
- 2.7. Teorías actuales de generalización
- 2.8. Experimentos de altas energías

### Tema 3. Aceleradores de Partículas

- 3.1. Procesos para acelerar partículas
- 3.2. Aceleradores lineales
- 3.3. Ciclotrones
- 3.4. Sincrotrones

### Tema 4. Introducción a la Física Nuclear

- 4.1. Estabilidad nuclear
- 4.2. Nuevos métodos en fisión nuclear
- 4.3. Fusión nuclear
- 4.4. Síntesis de elementos superpesados

### Tema 5. Introducción a la Astrofísica

- 5.1. El sistema solar
- 5.2. Nacimiento y muerte de una estrella
- 5.3. Exploración espacial
- 5.4. Exoplanetas

### Tema 6. Introducción a la Cosmología

- 6.1. Cálculo de distancias en astronomía
- 6.2. Cálculo de velocidades en astronomía
- 6.3. Materia y energía oscuras
- 6.4. La expansión del universo
- 6.5. Ondas gravitacionales

### Tema 7. Geofísica y Física Atmosférica

- 7.1. Geofísica
- 7.2. Física atmosférica
- 7.3. Meteorología
- 7.4. Cambio climático

### Tema 8. Introducción a la Física de la Materia Condensada

- 8.1. Estados de agregación de la materia
- 8.2. Alótropos de la materia
- 8.3. Sólidos cristalinos
- 8.4. Materia blanda

### Tema 9. Introducción a la Computación Cuántica

- 9.1. Introducción al mundo cuántico
- 9.2. Qubits
- 9.3. Múltiples qubits
- 9.4. Puertas lógicas
- 9.5. Programas cuánticos
- 9.6. Ordenadores cuánticos

### Tema 10. Introducción a la Criptografía Cuántica

- 10.1. Información clásica
- 10.2. Información cuántica
- 10.3. Encriptación cuántica
- 10.4. Protocolos en criptografía cuántica

## Asignatura 10

### Métodos matemáticos

#### Tema 1. Espacios Prehilbertianos

- 1.1. Espacios vectoriales
- 1.2. Producto escalar hermitico positivo
- 1.3. Módulo de un vector
- 1.4. Desigualdad de Schwartz
- 1.5. Desigualdad de Minkowsky
- 1.6. Ortogonalidad
- 1.7. Notación de Dirac

#### Tema 2. Topología de espacios métricos

- 2.1. Definición de distancia
- 2.2. Definición de espacio métrico
- 2.3. Elementos de topología de espacios métricos
- 2.4. Sucesiones convergentes
- 2.5. Sucesiones de Cauchy
- 2.6. Espacio métrico completo

#### Tema 3. Espacios de Hilbert

- 3.1. Espacio de Hilbert: definición
- 3.2. Base Herbartiana
- 3.3. Schrödinger versus Heisenberg. Integral de Lebesgue
- 3.4. Formas continuas de un espacio de Hilbert
- 3.5. Matriz de cambio de base

### Tema 4. Operadores lineales

- 4.1. Operadores lineales: conceptos básicos
- 4.2. Operador inverso
- 4.3. Operador adjunto
- 4.4. Operador autoadjunto u observable
- 4.5. Operador definido positivo
- 4.6. Operador unitario i cambio de base
- 4.7. Operador antiunitario
- 4.8. Proyector

### Tema 5. Teoría de Sturm-Liouville

- 5.1. Teoremas de valores propios
- 5.2. Teoremas de vectores propios
- 5.3. Problema de Sturm-Liouville
- 5.4. Teoremas importantes para la teoría de Sturm-Liouville

### Tema 6. Introducción a teoría de grupos

- 6.1. Definición de grupo y características
- 6.2. Simetrías
- 6.3. Algebra de Lie
- 6.4. Grupos y física cuántica

### Tema 7. Introducción a representaciones

- 7.1. Definiciones
- 7.2. Representación fundamenta
- 7.3. Representación adjunta
- 7.4. Representación unitaria
- 7.5. Producto de representaciones
- 7.6. Tablas de Young
- 7.7. Aplicaciones a la física de partículas

### Tema 8. Introducción a tensores

- 8.1. Definición de tensor covariante y contravariante
- 8.2. Delta de Kronecker
- 8.3. Tensor de Levi-Civita
- 8.4. Relación entre tensores y representaciones

### Tema 9. Teoría de grupos aplicada a la física

- 9.1. Grupo de translaciones
- 9.2. Grupo de Lorentz
- 9.3. Grupos discretos
- 9.4. Grupos continuos

### Tema 10. Representaciones y la física de partículas

- 10.1. Representaciones fundamentales
- 10.2. Multiplicación de representaciones
- 10.3. Teorema de Okubo

## Asignatura 11

### Métodos numéricos y transformadas

#### Tema 1. Introducción a las estrategias de diseño de algoritmos

- 1.1. Recursividad
- 1.2. Divide y conquista
- 1.3. Otras estrategias

#### Tema 2. Eficiencia y análisis de los algoritmos

- 2.1. Medidas de eficiencia
- 2.2. Medir el tamaño de la entrada
- 2.3. Medir el tiempo de ejecución
- 2.4. Caso peor, mejor y medio
- 2.5. Notación asintótica
- 2.6. Criterios de Análisis matemático de algoritmos no recursivos
- 2.7. Análisis matemático de algoritmos recursivos
- 2.8. Análisis empírico de algoritmos

#### Tema 3. Algoritmos de ordenación

- 3.1. Concepto de ordenación
- 3.2. Ordenación de la burbuja
- 3.3. Ordenación por selección
- 3.4. Ordenación por inserción
- 3.5. Ordenación por mezcla
- 3.6. Ordenación rápida

#### Tema 4. Algoritmos con árboles

- 4.1. Concepto de árbol
- 4.2. Árboles binarios
- 4.3. Recorridos de árbol
- 4.4. Representar expresiones
- 4.5. Árboles binarios ordenados
- 4.6. Árboles binarios balanceados

**Tema 5. Algoritmos de montículo**

- 5.1. Los montículos
- 5.2. El algoritmo de ordenamiento por montículos
- 5.3. Las colas de prioridad

**Tema 6. Algoritmos con grafos**

- 6.1. Representación
- 6.2. Recorrido en anchura
- 6.3. Recorrido en profundidad
- 6.4. Ordenación topológica

**Tema 7. Algoritmos voraces**

- 7.1. La estrategia de los algoritmos voraces
- 7.2. Elementos de la estrategia de los algoritmos voraces
- 7.3. Cambio de monedas
- 7.4. Problema del viajante
- 7.5. Problema de la mochila

**Tema 8. Búsqueda de caminos mínimos**

- 8.1. El problema del camino mínimo
- 8.2. Arcos negativos y ciclos
- 8.3. Algoritmo de Dijkstra

**Tema 9. Algoritmos voraces sobre grafos**

- 9.1. El árbol de recubrimiento mínimo
- 9.2. El algoritmo de Prim
- 9.3. El algoritmo de Kruskal
- 9.4. Análisis de complejidad

**Tema 10. Estrategia “vuelta atrás”**

- 10.1. Características
- 10.2. La “vuelta atrás”
- 10.3. Técnicas alternativas

**Asignatura 12****Óptica****Tema 1. Ondas: Introducción**

- 1.1. Ecuación del movimiento ondulatorio
- 1.2. Ondas planas
- 1.3. Ondas esféricas
- 1.4. Solución armónica de la ecuación de ondas
- 1.5. Análisis de Fourier

**Tema 2. Superposición de ondas**

- 2.1. Superposición de ondas de la misma frecuencia
- 2.2. Superposición de ondas de diferente frecuencia
- 2.3. Velocidad de fase y velocidad de grupo
- 2.4. Superposición de ondas con los vectores eléctricos perpendiculares

**Tema 3. Teoría electromagnética de la luz**

- 3.1. Ecuaciones de Maxwell macroscópicas
- 3.2. La respuesta del material
- 3.3. Relaciones energéticas
- 3.4. Ondas electromagnéticas
- 3.5. Medio lineal homogéneo e isotropo
- 3.6. Transversalidad de las ondas planas
- 3.7. Transporte de energía

**Tema 4. Medios Isótropos**

- 4.1. Reflexión y refracción en dieléctricos
- 4.2. Fórmulas de Fresnel
- 4.3. Medios dieléctricos
- 4.4. Polarización inducida
- 4.5. Modelo del dipolo clásico de Lorentz
- 4.6. Propagación y difusión de un haz luminoso

**Tema 5. Óptica Geométrica**

- 5.1. Aproximación paraxial
- 5.2. Principio de Fermat
- 5.3. Ecuación de la trayectoria
- 5.4. Propagación en medios no uniformes

**Tema 6. Formación de Imágenes**

- 6.1. Formación de imagen en óptica geométrica
- 6.2. Óptica paraxial
- 6.3. Invariante de Abbe
- 6.4. Aumentos
- 6.5. Sistemas centrados
- 6.6. Focos y planos focales
- 6.7. Planos y puntos principales
- 6.8. Lentes delgadas
- 6.9. Acoplamiento de sistemas

**Tema 7. Instrumentos Ópticos**

- 7.1. El ojo humano
- 7.2. Instrumentos fotográficos y de proyección
- 7.3. Telescopios
- 7.4. Instrumentos de visión cercana: Lupa y microscopio compuestos

**Tema 8. Medios Anisótropos**

- 8.1. Polarización
- 8.2. Susceptibilidad eléctrica. Elipsoide de índices
- 8.3. Ecuación de ondas en medios anisótropos
- 8.4. Condiciones de propagación
- 8.5. Refracción en un medio anisótropo
- 8.6. Construcción de Fresnel
- 8.7. Construcción con el elipsoide de índices
- 8.8. Retardadores
- 8.9. Medios anisótropos absorbentes

**Tema 9. Interferencias**

- 9.1. Principios generales y condiciones de interferencia
- 9.2. Interferencia por división del frente de ondas
- 9.3. Franjas de Young
- 9.4. Interferencias por división de amplitud
- 9.5. Interferómetro de Michelson
- 9.6. Interferencias de múltiples haces obtenidos por división de amplitud
- 9.7. Interferómetro de Fabry-Perot

**Tema 10. Difracción**

- 10.1. Principio de Huygens-Fresnel
- 10.2. Difracción de Fresnel y de Fraunhofer
- 10.3. Difracción de Fraunhofer por una abertura
- 10.4. Limitación del poder resolutivo de los instrumentos
- 10.5. Difracción de Fraunhofer por varias aberturas
- 10.6. Doble rendija
- 10.7. Red de difracción
- 10.8. Introducción a la teoría escalar de Kirchhoff

**Asignatura 13****Estadística II****Tema 1. Probabilidad: Variable aleatoria**

- 1.1. El experimento aleatorio
- 1.2. Axiomas de probabilidad
- 1.3. Propiedades elementales

**Tema 2. Modelos de probabilidad**

- 2.1. Las variables aleatorias
- 2.2. Distribución de Bernoulli
- 2.3. Distribución binomial
- 2.4. Distribución multinomial

**Tema 3. Cálculo de probabilidades y puntos críticos con R**

- 3.1. La distribución normal o de Gauss
- 3.2. Comandante R
- 3.3. Propiedades

**Tema 4. Inferencia estadística: algunos conceptos previos**

- 4.1. Definiciones y conceptos previos
- 4.2. La distribución binomial y cálculo
- 4.3. Curva normal y cálculo

**Tema 5. Los estimadores puntuales: distribuciones muestrales y propiedades**

- 5.1. Conceptos generales de la distribución muestral
- 5.2. Estimación puntual
- 5.3. Estimación por intervalo

**Tema 6. Los intervalos de confianza: para la media, proporción, varianza. IC en dos poblaciones**

- 6.1. Intervalos para una o varias muestras
- 6.2. Método Bootstrap
- 6.3. Intervalos bayesianos

**Tema 7. Los contrastes de hipótesis en los métodos de inferencia estadística**

- 7.1. Test de hipótesis estadística
- 7.2. Región de rechazo y de aceptación
- 7.3. Reglas de decisión



## 18 | Plan de estudios

### Tema 8. Casos particulares: media poblacional, varianza y proporción. Contrastes Paramétricos

- 8.1. Varianzas conocidas y desconocidas
- 8.2. Razón de verosimilitudes
- 8.3. Contraste de igualdad

### Tema 9. Contraste de bondad de ajuste Chi-cuadrado

- 9.1. Agrupación de datos
- 9.2. Región crítica
- 9.3. Frecuencia esperada

### Tema 10. Contraste del supuesto de normalidad: el contraste de Jarque-Bera

- 10.1. Variables significativas
- 10.2. Teorema central del límite
- 10.3. Los estimadores, histograma

### Tema 11. Contraste de independencia con dos variables cualitativas

- 11.1. Concepto de independencia de variables
- 11.2. Frecuencias observadas y esperadas
- 11.3. Cálculo del contraste

### Tema 12. El modelo de regresión lineal simple y la estimación puntual

- 12.1. Coeficiente de regresión y de correlación lineal
- 12.2. Inferencia de parámetros
- 12.3. Supuestos del modelo

### Tema 13. Intervalo de confianza y recta de regresión

- 13.1. La función lineal y regresión
- 13.2. La regresión lineal simple
- 13.3. Variables exógenas y endógenas

### Tema 14. Predicciones y aplicaciones para las Tecnologías de Información y Comunicación

- 14.1. Marco teórico y conceptual
- 14.2. Técnicas de recolección y análisis
- 14.3. Objetivos generales y específicos

### Tema 15. El modelo de regresión múltiple y estimación puntual

- 15.1. Hipótesis y estimación
- 15.2. Tipos de errores y ajustes del modelo
- 15.3. Extensiones del modelo lineal

### Tema 16. El contraste de significatividad global de la regresión

- 16.1. La tabla Anova
- 16.2. Multicolinealidad

## Asignatura 14

### Ecuaciones diferenciales

#### Tema 1. Introducción

- 1.1. Definición de las ecuaciones diferenciales ordinarias
- 1.2. Grado de una ecuación diferencial
- 1.3. Ecuaciones diferenciales homogéneas
- 1.4. Ecuaciones diferenciales con variables separables

#### Tema 2. Resolución de ecuaciones diferenciales: conceptos básicos

- 2.1. Ecuaciones homogéneas y no homogéneas
- 2.2. Tipos de soluciones: generales y particulares
- 2.3. Método de Picard de aproximaciones sucesivas
- 2.4. Teorema de existencia de la solución

#### Tema 3. Ecuación diferencial de primer orden

- 3.1. Estudio geométrico
- 3.2. Ecuación de Clairaut
- 3.3. Envoltentes y soluciones singulares
- 3.4. Ecuaciones lineales
- 3.5. Ecuaciones homogéneas
- 3.6. Ecuaciones exactas

#### Tema 4. Métodos para resolver algunas ecuaciones diferenciales de primer orden

- 4.1. Ecuaciones de Bernoulli
- 4.2. Ecuaciones de Riccati
- 4.3. Factores integrantes
- 4.4. Ecuaciones de segundo orden resueltas por métodos de primer orden

### Tema 5. Ecuaciones lineales

- 5.1. Determinante Wronskiano de Józef Hoene-Wroński
- 5.2. Ecuación reducida con coeficientes constantes
- 5.3. Ecuación completa
- 5.4. Coeficientes indeterminados
- 5.5. Variación de parámetros y Métodos simbólicos
- 5.6. Solución de la completa de segundo orden mediante una solución de la reducida
- 5.7. Reducción del orden de una ecuación
- 5.8. Ecuación de Cauchy-Euler

### Tema 6. Transformadas de Laplace

- 6.1. Definición de la Transformada de Laplace
- 6.2. Propiedades de la Transformada de Laplace
- 6.3. Teorema del valor inicial
- 6.4. Teorema del valor final
- 6.5. Transformadas de Laplace de las funciones más comunes

### Tema 7. Resolución de ecuaciones diferenciales por series de potencias

- 7.1. Puntos ordinarios y singulares regulares
- 7.2. Método de Frobenius
- 7.3. Ecuaciones de Gauss
- 7.4. Ecuaciones de Legendre
- 7.5. Ecuaciones de Bessel
- 7.6. Ecuaciones de Laguerre
- 7.7. Ecuaciones de Hermite

### Tema 8. Teoría de Sturm-Liouville

- 8.1. Series de Fourier y Funciones ortonormales
- 8.2. Problemas regulares de autovalores de Sturm-Liouville
- 8.3. Problemas singulares de autovalores de Sturm-Liouville
- 8.4. Aplicaciones a Ecuaciones de Física

### Tema 9. Ecuaciones diferenciales con derivadas parciales

- 9.1. Introducción a las ecuaciones diferenciales parciales
- 9.2. Ecuaciones diferenciales elípticas

- 9.3. Métodos numéricos para resolver ecuaciones diferenciales parciales
- 9.4. Aproximaciones usando series de Taylor

### Tema 10. Aplicación de las ecuaciones diferenciales a la Física

- 10.1. Mecánica clásica: Osciladores
- 10.2. Electrodinámica
- 10.3. Relatividad general
- 10.4. Mecánica cuántica

## Asignatura 15

### Campos y ondas

#### Tema 1. Matemáticas para la física de campos

- 1.1. Vectores y sistemas de coordenadas ortogonales
- 1.2. Gradiente de un campo escalar
- 1.3. Divergencia de un campo vectorial y Teorema de la Divergencia
- 1.4. Rotacional de un campo vectorial y Teorema de Stokes
- 1.5. Clasificación de campos: teorema de Helmholtz

#### Tema 2. Introducción a las ondas

- 2.1. Ecuación de ondas
- 2.2. Soluciones generales a las ecuaciones de ondas: Solución de D'Alembert
- 2.3. Soluciones armónicas a las ecuaciones de ondas
- 2.4. Ecuación de ondas en el dominio transformado
- 2.5. Propagación de ondas y ondas estacionarias

#### Tema 3. El campo electromagnético y las Ec. de Maxwell

- 3.1. Ecuaciones de Maxwell
- 3.2. Continuidad en la frontera electromagnética
- 3.3. La ecuación de onda
- 3.4. Campos monocromáticos o de dependencia armónica

**Tema 4. Propagación de las ondas planas uniformes**

- 4.1. Ecuación de onda
- 4.2. Ondas planas uniformes
- 4.3. Propagación en medios sin pérdidas
- 4.4. Propagación en medios con pérdidas

**Tema 5. Polarización e Incidencia de ondas planas uniformes**

- 5.1. Polarización transversal eléctrica
- 5.2. Polarización transversal magnética
- 5.3. Polarización lineal
- 5.4. Polarización circular
- 5.5. Polarización elíptica
- 5.6. Incidencia normal de las ondas planas uniformes
- 5.7. Incidencia oblicua de las ondas planas uniformes

**Tema 6. Conceptos básicos de la Teoría de Líneas de Transmisión**

- 6.1. Introducción
- 6.2. Modelo circuital de la línea de transmisión
- 6.3. Ecuaciones generales de la línea de transmisión
- 6.4. Solución de la ecuación de ondas en el dominio del tiempo y en el dominio de la frecuencia
- 6.5. Líneas con bajas pérdidas y sin pérdidas
- 6.6. Potencia

**Tema 7. Líneas de Transmisión Terminadas**

- 7.1. Introducción
- 7.2. Reflexión
- 7.3. Ondas estacionarias
- 7.4. Impedancia de entrada
- 7.5. Desadaptación en la carga y en el generador
- 7.6. Respuesta Transitoria

**Tema 8. Guías de Onda y Líneas de Transmisión**

- 8.1. Introducción
- 8.2. Soluciones generales para ondas TEM (Transversal Electromagnético), TE (Transversal Eléctrico) y TM (Transversal Magnético)
- 8.3. La guía de planos paralelos
- 8.4. La guía rectangular
- 8.5. La guía de onda circular
- 8.6. El cable coaxial
- 8.7. Líneas planares

**Tema 9. Circuitos microondas, Carta de Smith y Adaptación de Impedancias**

- 9.1. Introducción a los circuitos microondas
  - 9.1.1. Tensiones y corrientes equivalentes
  - 9.1.2. Parámetros impedancia y admitancia
  - 9.1.3. Parámetros de Scattering
- 9.2. La Carta de Smith
  - 9.2.1. Definición de la carta de Smith
  - 9.2.2. Cálculos sencillos
  - 9.2.3. Carta de Smith en admitancias
- 9.3. Adaptación de Impedancias. Simple Rama
- 9.4. Adaptación de Impedancias. Rama Correctora doble
- 9.5. Transformadores de cuarto de onda

**Tema 10. Introducción a las antenas**

- 10.1. Introducción y breve reseña histórica
- 10.2. El espectro electromagnético
- 10.3. Diagramas de radiación
  - 10.3.1. Sistema de coordenadas
  - 10.3.2. Diagramas tridimensionales
  - 10.3.3. Diagramas bidimensionales
  - 10.3.4. Curvas de nivel
- 10.4. Parámetros Fundamentales de las Antenas
  - 10.4.1. Densidad de potencia radiada
  - 10.4.2. Directividad
  - 10.4.3. Ganancia
  - 10.4.4. Polarización
  - 10.4.5. Impedancia
  - 10.4.6. Adaptación
  - 10.4.7. Área y longitud efectivas
  - 10.4.8. Ecuación de transmisión

**Asignatura 16****Mecánica clásica I****Tema 1. Cinemática y Dinámica: Repaso**

- 1.1. Leyes de Newton
- 1.2. Sistemas de referencia
- 1.3. Ecuación de movimiento de una partícula
- 1.4. Teoremas de conservación
- 1.5. Dinámica del sistema de partículas

**Tema 2. Mecánica Newtoniana**

- 2.1. Teoremas de conservación para sistemas de partículas
- 2.2. Ley de gravedad universal
- 2.3. Líneas de fuerza y superficies equipotenciales
- 2.4. Limitaciones de la mecánica de Newton

**Tema 3. Cinemática de las rotaciones**

- 3.1. Fundamentos matemáticos
- 3.2. Rotaciones infinitesimales
- 3.3. Velocidad y aceleración angulares
- 3.4. Sistemas de referencia en rotación
- 3.5. Fuerza de Coriolis

**Tema 4. Estudio del sólido rígido**

- 4.1. Cinemática del sólido rígido
- 4.2. Tensor de inercia de un sólido rígido
- 4.3. Ejes principales de inercia
- 4.4. Teoremas de Steiner y de los ejes perpendiculares
- 4.5. Energía cinética de rotación
- 4.6. Momento angular

**Tema 5. Simetrías y Leyes de Conservación**

- 5.1. Teorema de conservación del momento lineal
- 5.2. Teorema de conservación del momento angular
- 5.3. Teorema de conservación de la energía
- 5.4. Simetrías en mecánica clásica: Grupo de Galileo

**Tema 6. Sistemas de coordenadas: ángulos de Euler**

- 6.1. Sistemas de coordenadas y cambios de coordenadas
- 6.2. Ángulos de Euler
- 6.3. Ecuaciones de Euler
- 6.4. Estabilidad alrededor de un eje principal

**Tema 7. Aplicaciones de la dinámica del sólido rígido**

- 7.1. Péndulo esférico
- 7.2. Movimiento de una peonza simétrica libre
- 7.3. Movimiento de una peonza simétrica con un punto fijo
- 7.4. Efecto giroscópico

**Tema 8. Movimiento bajo fuerzas centrales**

- 8.1. Introducción al campo de fuerzas centrales
- 8.2. Masa reducida
- 8.3. Ecuación de la trayectoria
- 8.4. Órbitas de un campo central
- 8.5. Energía centrífuga y potencial efectivo

**Tema 9. Problema de Kepler**

- 9.1. Movimiento planetario – Problema de Kepler
- 9.2. Solución aproximada a la ecuación de Kepler
- 9.3. Leyes de Kepler
- 9.4. Teorema de Bertrand
- 9.5. Estabilidad y teoría de perturbaciones
- 9.6. Problema de 2 cuerpos

**Tema 10. Colisiones**

- 10.1. Choques elásticos e inelásticos: introducción
- 10.2. Sistema de coordenadas del centro de masa
- 10.3. Sistema de coordenadas del sistema laboratorio
- 10.4. Cinemática de los choques elásticos
- 10.5. Dispersión de partículas - fórmula de la dispersión de Rutherford
- 10.6. Sección eficaz

**Asignatura 17****Mecánica clásica II****Tema 1. Oscilaciones**

- 1.1. Oscilador armónico simple
- 1.2. Oscilador amortiguado
- 1.3. Oscilador forzado
- 1.4. Series de Fourier
- 1.5. Función de Green
- 1.6. Osciladores no lineales

**Tema 2. Oscilaciones Acopladas I**

- 2.1. Introducción
- 2.2. Acoplamiento de dos osciladores armónicos
- 2.3. Modas normales
- 2.4. Acoplamiento débil
- 2.5. Vibraciones forzadas de osciladores acoplados

**Tema 3. Oscilaciones Acopladas II**

- 3.1. Teoría general de las oscilaciones acopladas
- 3.2. Coordenadas normales
- 3.3. Acoplamiento de muchos osciladores. Límite continuo y cuerda vibrante
- 3.4. Ecuación de ondas

**Tema 4. Teoría de la Relatividad Especial**

- 4.1. Sistemas de referencia inerciales
- 4.2. Invariancia de Galileo
- 4.3. Transformaciones de Lorentz
- 4.4. Velocidades relativas
- 4.5. Momento lineal relativista
- 4.6. Invariantes relativistas

**Tema 5. Formalismo Tensorial de la Relatividad Especial**

- 5.1. Cuadrivectores
- 5.2. Cuadrimomento y cuadriposicion
- 5.3. Energía relativista
- 5.4. Fuerzas relativistas
- 5.5. Colisiones de partículas relativistas
- 5.6. Desintegraciones de partículas

**Tema 6. Introducción a la Mecánica Analítica**

- 6.1. Vínculos y coordenadas generalizadas
- 6.2. Herramienta matemática: Cálculo de variaciones
- 6.3. Definición de la acción
- 6.4. Principio de Hamilton: acción extremal

**Tema 7. Formulación Lagrangiana**

- 7.1. Definición de la función escalar Lagrangiana
- 7.2. Cálculo de variaciones
- 7.3. Ecuaciones de Euler-Lagrange
- 7.4. Cantidades conservadas
- 7.5. Extensión a sistemas no holonomos

**Tema 8. Formulación Hamiltoniana**

- 8.1. Espacio fásico
- 8.2. Transformaciones de Legendre: el Hamiltoniano
- 8.3. Ecuaciones canónicas
- 8.4. Cantidades conservadas

**Tema 9. Mecánica Analítica - Ampliación**

- 9.1. Paréntesis de Poisson
- 9.2. Multiplicadores de Lagrange y fuerzas de vínculo
- 9.3. Teorema de Liouville
- 9.4. Teorema del virial

**Tema 10. Mecánica Analítica Relativista y Teoría Clásica de Campos**

- 10.1. Movimiento de cargas en campos electromagnéticos
- 10.2. Función escalar Lagrangiano de una partícula relativista libre
- 10.3. Función escalar Lagrangiano de interacción
- 10.4. Teoría clásica de campos: introducción
- 10.5. Electrodinámica clásica

**Asignatura 18****Cálculo con variable compleja****Tema 1. Números Complejos**

- 1.1. Representaciones de los números complejos
- 1.2. Fórmula de Euler
- 1.3. Potencias
- 1.4. Raíces

**Tema 2. Funciones Elementales**

- 2.1. Función exponencial
- 2.2. Funciones trigonométricas
- 2.3. Funciones hiperbólicas
- 2.4. Función logaritmo
- 2.5. Potencias

**Tema 3. Funciones: Límites y Continuidad**

- 3.1. Funciones multivaluadas
- 3.2. Función inversa
- 3.3. Coordenadas curvilíneas
- 3.4. Puntos y líneas de ramificación
- 3.5. Límites y Teoremas de continuidad
- 3.6. Continuidad uniforme
- 3.7. Superficies de Riemann

**Tema 4. Series y Transformadas de Fourier**

- 4.1. Fórmula de Euler para los coeficientes de la serie de Fourier
- 4.2. Convergencia de la serie de Fourier
- 4.3. Serie de Fourier para funciones pares e impares
- 4.4. Transformada de Fourier y sus propiedades
- 4.5. Transformada de Fourier inversa

**Tema 5. Diferenciación Compleja**

- 5.1. Ecuaciones de Cauchy-Riemann
- 5.2. Funciones armónicas
- 5.3. Reglas de derivación
- 5.4. Puntos singulares
- 5.5. Gradiente, Divergencia, Rotacional y Laplaciano

**Tema 6. Integrales Complejas**

- 6.1. Integrales complejas de línea
- 6.2. Cambio de variables
- 6.3. Regiones simplemente y múltiplemente conexas
- 6.4. Teorema de Jordan
- 6.5. Teorema de Green en el plano complejo
- 6.6. Teorema de Cauchy
- 6.7. Teorema de Morera
- 6.8. Integrales de funciones especiales

**Tema 7. Fórmula Integral de Cauchy**

- 7.1. Índice de un camino cerrado
- 7.2. Fórmula integral de Cauchy
- 7.3. Derivadas sucesivas de una función regular
- 7.4. Teorema fundamental del álgebra
- 7.5. Desigualdad de Cauchy
- 7.6. Teorema de Liouville
- 7.7. Más teoremas relevantes

**Tema 8. Series Infinitas**

- 8.1. Teorema de Taylor
- 8.2. Serie de Taylor
- 8.3. Serie de Laurent
- 8.4. Singularidades de una función analítica

**Tema 9. Teorema del Residuo**

- 9.1. Cálculo del residuo
- 9.2. Teorema del residuo
- 9.3. Evaluación de integrales definidas
- 9.4. Teoremas importantes para evaluar funciones
- 9.5. Valor principal de Cauchy

**Tema 10. Tópicos Adicionales**

- 10.1. Prolongación analítica
- 10.2. Principio de reflexión de Schwarz
- 10.3. Productos infinitos y convergencia de éstos
- 10.4. Teoremas sobre Productos infinitos
- 10.5. Teorema de Weierstrass sobre Productos infinitos
- 10.6. Función Gamma
- 10.7. Función Beta

**Asignatura. 19. Termodinámica****Tema 1. Herramientas matemáticas: repaso**

- 1.1. Repaso de las funciones logarítmica y exponencial
- 1.2. Repaso de las derivadas
- 1.3. Integrales
- 1.4. Derivada de una función de varias variables

**Tema 2. Calorimetría. principio cero de la termodinámica**

- 2.1. Introducción y conceptos generales
- 2.2. Sistemas termodinámicos
- 2.3. Principio cero de la termodinámica
- 2.4. Escalas de temperaturas. Temperatura absoluta
- 2.5. Procesos reversibles y procesos irreversibles
- 2.6. Criterio de signos
- 2.7. Calor específico
- 2.8. Calor molar
- 2.9. Cambios de fase
- 2.10. Coeficientes termodinámicos

**Tema 3. Trabajo termodinámico. primer principio de la termodinámica**

- 3.1. Calor y trabajo termodinámico
- 3.2. Funciones de estado y energía interna
- 3.3. Primer principio de la termodinámica
- 3.4. Trabajo de un sistema de gas
- 3.5. Ley de Joule
- 3.6. Calor de reacción y entalpía

**Tema 4. Gases ideales**

- 4.1. Leyes de los gases ideales
- 4.2. Ecuaciones calorimétricas del gas ideal
- 4.3. Procesos adiabáticos
- 4.4. Transformaciones politrópicas

**Tema 5. Gases reales**

- 5.1. Motivación
- 5.2. Gases ideales y gases reales
- 5.3. Descripción de los gases reales
- 5.4. Ecuaciones de estado de desarrollo en serie

- 5.5. Ecuación de Van der Waals y desarrollo en serie
- 5.6. Isotermas de Andrews
- 5.7. Estados metaestables
- 5.8. Ecuación de Van der Waals: consecuencias

**Tema 6. Entropía**

- 6.1. Introducción y objetivos
- 6.2. Entropía: definición y unidades
- 6.3. Entropía de un gas ideal
- 6.4. Diagrama entrópico
- 6.5. Desigualdad de Clausius
- 6.6. Ecuación fundamental de la Termodinámica
- 6.7. Teorema de Carathéodory

**Tema 7. Segundo principio de la termodinámica**

- 7.1. Segundo principio de la termodinámica
- 7.2. Transformaciones entre dos focos térmicos
- 7.3. Ciclo de Carnot
- 7.4. Máquinas térmicas reales
- 7.5. Teorema de Clausius

**Tema 8. Funciones termodinámicas. tercer principio de la termodinámica**

- 8.1. Funciones termodinámicas
- 8.2. Condiciones de equilibrio termodinámico
- 8.3. Ecuaciones de Maxwell
- 8.4. Ecuación termodinámica de estado
- 8.5. Energía interna de un gas
- 8.6. Transformaciones adiabáticas en un gas real
- 8.7. Tercer principio de la Termodinámica y consecuencias

**Tema 9. Teoría cinético-molecular de los gases**

- 9.1. Hipótesis de la teoría cinético molecular
- 9.2. Teoría cinética de la presión de un gas
- 9.3. Evolución adiabática de un gas
- 9.4. Teoría cinética de la temperatura
- 9.5. Argumento mecánico para la temperatura
- 9.6. Principio de equipartición de la energía
- 9.7. Teorema del virial

**Tema 10. Introducción a la mecánica estadística**

- 10.1. Introducción y objetivos
- 10.2. Conceptos generales
- 10.3. Entropía, probabilidad y Ley de Boltzmann
- 10.4. Ley de distribución de Maxwell-Boltzmann
- 10.5. Funciones termodinámicas y de partición

**Asignatura 20****Electromagnetismo I****Tema 1. Cálculo vectorial: repaso**

- 1.1. Operaciones con vectores
- 1.2. Transformación de los vectores
- 1.3. Cálculo diferencial
- 1.4. Cálculo integral
- 1.5. Función Delta de Dirac
- 1.6. Teorema de Helmholtz

**Tema 2. Sistemas de coordenadas y transformaciones**

- 2.1. Elemento de línea, superficie y volumen
- 2.2. Coordenadas cartesianas
- 2.3. Coordenadas polares
- 2.4. Coordenadas esféricas
- 2.5. Coordenadas cilíndricas
- 2.6. Cambio de coordenadas

**Tema 3. Campo eléctrico**

- 3.1. Cargas puntuales
- 3.2. Ley de Coulomb
- 3.3. Campo eléctrico y líneas de campo
- 3.4. Distribuciones de carga discretas
- 3.5. Distribuciones de carga continuas
- 3.6. Divergencia y rotacional del campo eléctrico
- 3.7. Flujo de campo eléctrico. Teorema de Gauss

**Tema 4. Potencial eléctrico**

- 4.1. Definición de potencial eléctrico
- 4.2. Ecuación de Poisson
- 4.3. Ecuación de Laplace
- 4.4. Cálculo del potencial de una distribución de carga

**Tema 5. Energía electrostática**

- 5.1. Trabajo en electrostática
- 5.2. Energía de una distribución discreta de cargas
- 5.3. Energía de una distribución continua de cargas
- 5.4. Conductores en equilibrio electrostático
- 5.5. Cargas inducidas

**Tema 6. Electrostática en el vacío**

- 6.1. Ecuación de Laplace en una, dos y tres dimensiones
- 6.2. Ecuación de Laplace - Condiciones de contorno y teoremas de unicidad
- 6.3. Método de las imágenes
- 6.4. Separación de variable

**Tema 7. Expansión multipolar**

- 7.1. Potenciales aproximados lejos de la fuente
- 7.2. Desarrollo multipolar
- 7.3. Término monopolar
- 7.4. Término dipolar
- 7.5. Origen de coordenadas en expansiones multipolares
- 7.6. Campo eléctrico de un dipolo eléctrico

**Tema 8. Electrostática en medios materiales I**

- 8.1. Campo creado por un dieléctrico
- 8.2. Tipos de dieléctricos
- 8.3. Vector desplazamiento
- 8.4. Ley de Gauss en presencia de dieléctricos
- 8.5. Condiciones de contorno
- 8.6. Campo eléctrico dentro de un dieléctrico

**Tema 9. Electrostática en medios materiales II: dieléctricos lineales**

- 9.1. Susceptibilidad eléctrica
- 9.2. Permitividad eléctrica
- 9.3. Constante dieléctrica
- 9.4. Energía en sistemas dieléctricos
- 9.5. Fuerzas sobre dieléctricos

**Tema 10. Magnetostática**

- 10.1. Campo inducción magnética
- 10.2. Corrientes eléctricas
- 10.3. Cálculo del campo magnético: Ley de Biot y Savart



## 22 | Plan de estudios

- 10.4. Fuerza de Lorentz
- 10.5. Divergencia y rotacional del campo magnético
- 10.6. Ley de Ampere
- 10.7. Potencial vector magnético

### Asignatura 21

#### Electromagnetismo II

##### Tema 1. Magnetismo en medios materiales I

- 1.1. Desarrollo multipolar
- 1.2. Dipolo magnético
- 1.3. Campo creado por un material magnético
- 1.4. Intensidad magnética
- 1.5. Tipos de materiales magnéticos: Diamagnéticos, Paramagnéticos y Ferromagnéticos
- 1.6. Condiciones de fronteras

##### Tema 2. Magnetismo en medios materiales II

- 2.1. Campo auxiliar "H"
- 2.2. Ley de Ampere en medios magnetizados
- 2.3. Susceptibilidad magnética
- 2.4. Permeabilidad magnética
- 2.5. Circuitos magnéticos

##### Tema 3. Electrodinámica

- 3.1. Ley de Ohm
- 3.2. Fuerza electromotriz
- 3.3. Ley de Faraday y sus limitaciones
- 3.4. Inductancia mutua y autoinductancia
- 3.5. Campo eléctrico inducido
- 3.6. Inductancia
- 3.7. Energía en campos magnéticos

##### Tema 4. Ecuaciones de Maxwell

- 4.1. Corriente de desplazamiento
- 4.2. Ecuaciones de Maxwell en el vacío y en medios materiales
- 4.3. Condiciones de contorno
- 4.4. Unicidad de la solución
- 4.5. Energía electromagnética
- 4.6. Impulso del campo electromagnético
- 4.7. Momento angular del campo electromagnético

##### Tema 5. Leyes de conservación

- 5.1. Energía electromagnética
- 5.2. Ecuación de continuidad
- 5.3. Teorema de Poynting
- 5.4. Tercera ley de Newton en electrodinámica

##### Tema 6. Ondas electromagnéticas: introducción

- 6.1. Movimiento ondulatorio
- 6.2. Ecuación de ondas
- 6.3. Espectro electromagnético
- 6.4. Ondas planas
- 6.5. Ondas sinusoidales
- 6.6. Condiciones de contorno: Reflexión y Refracción
- 6.7. Polarización

##### Tema 7. Ondas electromagnéticas en el vacío

- 7.1. Ecuación de ondas para los campos eléctrico e inducción magnética
- 7.2. Ondas monocromáticas
- 7.3. Energía de las ondas electromagnéticas
- 7.4. Momento de las ondas electromagnéticas

##### Tema 8. Ondas electromagnéticas en medios materiales

- 8.1. Ondas planas en un dieléctrico
- 8.2. Ondas planas en un conductor
- 8.3. Propagación de las ondas en medios lineales
- 8.4. Medio dispersivo
- 8.5. Reflexión y Refracción

##### Tema 9. Ondas en medios confinados I

- 9.1. Ecuaciones de Maxwell en una guía
- 9.2. Guías dieléctricas
- 9.3. Modos en una guía
- 9.4. Velocidad de propagación
- 9.5. Guía rectangular

##### Tema 10. Ondas en medios confinados II

- 10.1. Cavidades resonantes
- 10.2. Líneas de transmisión
- 10.3. Régimen transitorio
- 10.4. Régimen permanente

### Asignatura 22

#### Física nuclear y de partículas

##### Tema 1. Introducción a la Física Nuclear

- 1.1. Tabla periódica de los elementos
- 1.2. Descubrimientos importantes
- 1.3. Modelos atómicos
- 1.4. Definiciones importantes. Escalas y unidades en física nuclear
- 1.5. Diagrama de Segré

##### Tema 2. Propiedades Nucleares

- 2.1. Energía de enlace
- 2.2. Fórmula semiempírica de la masa
- 2.3. Modelo del gas de Fermi
- 2.4. Estabilidad nuclear
- 2.5. Desexcitación nuclear
- 2.6. Desintegración doble beta

##### Tema 3. Dispersión Nuclear

- 3.1. Estructura interna: estudio por dispersión
- 3.2. Sección eficaz
- 3.3. Experimento de Rutherford: sección eficaz
- 3.4. Sección eficaz de Mott
- 3.5. Transferencia del impulso y factores de forma
- 3.6. Distribución de la carga nuclear
- 3.7. Dispersión de neutrones

##### Tema 4. Estructura Nuclear e Interacción Fuerte I

- 4.1. Dispersión de nucleones
- 4.2. Estados ligados. Deuterio
- 4.3. Interacción nuclear fuerte
- 4.4. Números mágicos
- 4.5. El modelo de capas del núcleo
- 4.6. Espín nuclear y paridad
- 4.7. Momentos electromagnéticos del núcleo
- 4.8. Excitaciones nucleares colectivas: oscilaciones dipolares, estados vibracionales y estados rotacionales

##### Tema 5. Estructura Nuclear e Interacción Fuerte II

- 5.1. Clasificación de las reacciones nucleares
- 5.2. Cinemática de las reacciones
- 5.3. Leyes de conservación
- 5.4. Espectroscopia nuclear
- 5.5. El modelo de núcleo compuesto
- 5.6. Reacciones directas
- 5.7. Dispersión elástica

##### Tema 6. Introducción a la Física de Partículas

- 6.1. Partículas y antipartículas
- 6.2. Fermiones y bariones
- 6.3. El Modelo Estándar de partículas elementales
- 6.4. El Modelo de Quarks
- 6.5. Bosones vectoriales intermedios

##### Tema 7. Dinámica de Partículas Elementales

- 7.1. Las cuatro interacciones fundamentales
- 7.2. Electrodinámica cuántica
- 7.3. Cromodinámica cuántica
- 7.4. Interacción débil
- 7.5. Desintegraciones y leyes de conservación

##### Tema 8. Cinemática Relativista

- 8.1. Transformaciones de Lorentz
- 8.2. Cuatrivectores
- 8.3. Energía y momento lineal
- 8.4. Colisiones
- 8.5. Introducción a los diagramas de Feynman

##### Tema 9. Simetrías

- 9.1. Grupos, simetrías y leyes de conservación
- 9.2. Espín y momento angular
- 9.3. Adición del momento angular
- 9.4. Simetrías de sabor
- 9.5. Paridad
- 9.6. Conjugación de carga
- 9.7. Violación de la simetría de paridad de carga (o CP)
- 9.8. Inversión del tiempo
- 9.9. Conservación Carga-Paridad-Tiempo o CPT

**Tema 10. Estados Ligados**

- 10.1. Ecuación de Schrödinger para potenciales centrales
- 10.2. Átomo de hidrógeno
- 10.3. Estructura fina
- 10.4. Estructura Hiperfina
- 10.5. Positronio
- 10.6. Quarkonio
- 10.7. Mesones ligeros
- 10.8. Bariones

**Asignatura 23****Física de materiales****Tema 1. Ciencia de los materiales y estado sólido**

- 1.1. Campo de estudio de la Ciencia de Materiales
- 1.2. Clasificación de los materiales en función del tipo de enlace
- 1.3. Clasificación de los materiales en función de sus aplicaciones tecnológicas
- 1.4. Relación entre estructura, propiedades y procesado

**Tema 2. Estructuras cristalinas**

- 2.1. Orden y desorden: conceptos básicos
- 2.2. Cristalografía: conceptos fundamentales
- 2.3. Revisión de estructuras cristalinas básicas: metálicas e iónicas sencillas
- 2.4. Estructuras cristalinas más complejas (iónicas y covalentes)
- 2.5. Estructura de los polímeros

**Tema 3. Defectos en estructuras cristalinas**

- 3.1. Clasificación de las imperfecciones
- 3.2. Imperfecciones estructurales
- 3.3. Defectos puntuales
- 3.4. Otras imperfecciones
- 3.5. Dislocaciones
- 3.6. Defectos interfaciales
- 3.7. Defectos extendidos
- 3.8. Imperfecciones químicas
- 3.9. Disoluciones sólidas sustitucionales
- 3.10. Disoluciones sólidas intersticiales

**Tema 4. Diagramas de fase**

- 4.1. Conceptos fundamentales
- 4.2. Diagrama de fases de 1 componente
- 4.3. Diagrama de fases de 2 componentes
- 4.4. Diagrama de fases de 3 componentes

**Tema 5. Propiedades mecánicas**

- 5.1. Deformación elástica
- 5.2. Deformación plástica
- 5.3. Ensayos mecánicos
- 5.4. Fractura
- 5.5. Fatiga
- 5.6. Fluencia

**Tema 6. Propiedades eléctricas**

- 6.1. Introducción
- 6.2. Conductividad. Conductores
- 6.3. Semiconductores
- 6.4. Polímeros
- 6.5. Caracterización eléctrica
- 6.6. Aislantes
- 6.7. Transición conductor-aislante
- 6.8. Dieléctricos
- 6.9. Fenómenos dieléctricos
- 6.10. Caracterización dieléctrica
- 6.11. Materiales de interés tecnológico

**Tema 7. Propiedades magnéticas I**

- 7.1. Origen del magnetismo
- 7.2. Materiales con momento dipolar magnético
- 7.3. Tipos de magnetismo
- 7.4. Campo local
- 7.5. Diamagnetismo
- 7.6. Paramagnetismo
- 7.7. Ferromagnetismo
- 7.8. Antiferromagnetismo
- 7.9. Ferrimagnetismo

**Tema 8. Propiedades magnéticas II**

- 8.1. Dominios
- 8.2. Histéresis
- 8.3. Magnetostricción
- 8.4. Materiales de interés tecnológico: Magnéticamente blandos y duros
- 8.5. Caracterización de materiales magnéticos

**Tema 9. Propiedades térmicas**

- 9.1. Introducción
- 9.2. Capacidad calorífica
- 9.3. Conducción térmica
- 9.4. Expansión y contracción
- 9.5. Fenómenos termoeléctricos
- 9.6. Efecto magnetocalórico
- 9.7. Caracterización de las propiedades térmicas

**Tema 10. Propiedades ópticas: luz y materia**

- 10.1. Absorción y reemisión
- 10.2. Fuentes de luz
- 10.3. Conversión energética
- 10.4. Caracterización óptica
- 10.5. Técnicas de microscopía
- 10.6. Nanoestructuras

**Asignatura 24****Geofísica****Tema 1. Introducción**

- 1.1. La Física de la Tierra
- 1.2. Concepto y desarrollo de la Geofísica
- 1.3. Características de la Geofísica
- 1.4. Disciplinas y campos de estudio
- 1.5. Sistemas de coordenadas

**Tema 2. Gravedad y figura de la tierra**

- 2.1. Tamaño y forma de la Tierra
- 2.2. Rotación de la Tierra
- 2.3. Ecuación de Laplace
- 2.4. Figura de la Tierra
- 2.5. El geoide y el elipsoide Gravedad normal

**Tema 3. Medidas y anomalías de la gravedad**

- 3.1. Anomalía de aire-libre
- 3.2. Anomalía de Bouguer
- 3.3. Isostasia
- 3.4. Interpretación de anomalías locales y regionales

**Tema 4. Geomagnetismo**

- 4.1. Fuentes del campo magnético terrestre
- 4.2. Campos producidos por dipolos
- 4.3. Componentes del campo magnético terrestre
- 4.4. Análisis armónico: separación de los campos de origen interno y externo

**Tema 5. Campo magnético interno de la Tierra**

- 5.1. Campo dipolar
- 5.2. Polos geomagnéticos y coordenadas geomagnéticas
- 5.3. Campo no dipolar
- 5.4. Campo geomagnético internacional de referencia
- 5.5. Variación temporal del campo interno
- 5.6. Origen del campo interno

**Tema 6. Paleomagnetismo**

- 6.1. Propiedades magnéticas de las rocas
- 6.2. Magnetización remanente
- 6.3. Polos virtuales geomagnéticos
- 6.4. Polos paleomagnéticos
- 6.5. Curvas de deriva polar aparente
- 6.6. Paleomagnetismo y deriva continental
- 6.7. Inversiones del campo geomagnético
- 6.8. Anomalías magnéticas marinas

**Tema 7. Campo magnético externo**

- 7.1. Origen del campo magnético externo
- 7.2. Estructura de la magnetosfera
- 7.3. Ionosfera
- 7.4. Variaciones del campo externo: Variación diurna, tormentas magnéticas
- 7.5. Auroras polares

**Tema 8. Generación y propagación de ondas sísmicas**

- 8.1. Mecánica de un medio elástico: parámetros elásticos de la Tierra
- 8.2. Ondas sísmicas: internas y superficiales
- 8.3. Reflexión y refracción de ondas internas
- 8.4. Trayectorias y tiempos de recorrido: dromocronas

## 24 | Plan de estudios

### Tema 9. Estructura interna de la Tierra

- 9.1. Variación radial de la velocidad de las ondas sísmicas
- 9.2. Modelos de Tierra de referencia
- 9.3. Estratificación física y composicional de la Tierra
- 9.4. Densidad, gravedad y presión dentro de la Tierra
- 9.5. Tomografía sísmica

### Tema 10. Terremotos

- 10.1. Localización y hora origen
- 10.2. Sismicidad global en relación con la tectónica de placas
- 10.3. Tamaño de un terremoto: intensidad, magnitud, energía
- 10.4. Ley de Gutenberg-Richter

## Asignatura 25

### Electrónica analógica y digital

#### Tema 1. Análisis de circuitos

- 1.1. Restricciones de los elementos
- 1.2. Restricciones de las conexiones
- 1.3. Restricciones combinadas
- 1.4. Circuitos equivalentes
- 1.5. Voltaje y división de corriente
- 1.6. Reducción de circuitos

#### Tema 2. Sistemas analógicos

- 2.1. Leyes de Kirchoff
- 2.2. Teorema de Thévenin
- 2.3. Teorema de Norton
- 2.4. Introducción a la física de semiconductores

#### Tema 3. Dispositivos y ecuaciones características

- 3.1. Diodo
- 3.2. Transistores bipolares de corriente o BJT y dispositivo controlado por tensión o MOSFET
- 3.3. Modelo de programa PSpice
- 3.4. Curvas características
- 3.5. Regiones de operación

### Tema 4. Amplificadores

- 4.1. Funcionamiento de los amplificadores
- 4.2. Circuitos equivalentes de los amplificadores
- 4.3. Realimentación
- 4.4. Análisis en el dominio de la frecuencia

### Tema 5. Etapas de amplificación

- 5.1. Función amplificadora del BJT y el MOSFET
- 5.2. Polarización
- 5.3. Modelo equivalente de pequeña señal
- 5.4. Amplificadores de una etapa
- 5.5. Respuesta en frecuencia
- 5.6. Conexión de etapas amplificadoras en cascada
- 5.7. Par diferencial
- 5.8. Espejos de corriente y aplicación como cargas activas

### Tema 6. Amplificador operacional y aplicaciones

- 6.1. Amplificador operacional ideal
- 6.2. Desviaciones de la idealidad
- 6.3. Osciladores sinusoidales
- 6.4. Comparadores y osciladores de relajación

### Tema 7. Funciones lógicas y circuitos combinacionales

- 7.1. Representación de la información en electrónica digital
- 7.2. Álgebra Booleana
- 7.3. Simplificación de funciones lógicas
- 7.4. Estructuras combinacionales de dos niveles
- 7.5. Módulos funcionales combinacionales

### Tema 8. Sistemas secuenciales

- 8.1. Concepto de sistema secuencial
- 8.2. Dispositivo de almacenamiento temporal o Latches, dispositivo biestable o flip-flops y registros
- 8.3. Tablas y diagramas de estados: modelos de Moore y Mealy
- 8.4. Implementación de sistemas secuenciales síncronos
- 8.5. Estructura general de un computador

### Tema 9. Circuitos digitales MOS

- 9.1. Inversores
- 9.2. Parámetros estáticos y dinámicos
- 9.3. Circuitos combinacionales MOS
- 9.4. Lógica de transistores de paso
- 9.5. Implementación de latches y flip-flops

### Tema 10. Circuitos digitales bipolares y de tecnología avanzada

- 10.1. Interruptor BJT. Circuitos digitales BTJ
- 10.2. Circuitos lógicos de transistor-transistor o TTL
- 10.3. Curvas características de un TTL estándar
- 10.4. Circuitos lógicos acoplados por emisor o ECL
- 10.5. Circuitos digitales con Semiconductor complementario de óxido metálico o BiCMOS

## Asignatura 26

### Mecánica de fluidos

#### Tema 1. Introducción a la física de fluidos

- 1.1. Condición de no deslizamiento
- 1.2. Clasificación de los flujos
- 1.3. Sistema y volumen de control
- 1.4. Propiedades de los fluidos

#### Tema 2. Estática y cinemática de fluidos

- 2.1. Presión
- 2.2. Dispositivos de medición de presión
- 2.3. Fuerzas hidrostáticas en superficies sumergidas
- 2.4. Flotación, estabilidad y movimiento de sólido rígido
- 2.5. Descripción Lagrangiana y Euleriana
- 2.6. Patrones de flujo
- 2.7. Tensores cinemáticos
- 2.8. Vorticidad
- 2.9. Rotacionalidad
- 2.10. Teorema del Transporte de Reynolds

### Tema 3. Ecuaciones de Bernoulli y de la energía

- 3.1. Conservación de la masa
- 3.2. Energía mecánica y eficiencia
- 3.3. Ecuación de Bernoulli
- 3.4. Ecuación general de la energía
- 3.5. Análisis energético del flujo estacionario

### Tema 4. Análisis de fluidos

- 4.1. Ecuaciones de conservación del momento lineal
- 4.2. Ecuaciones de conservación del momento angular
- 4.3. Homogeneidad dimensional
- 4.4. Método de repetición de variables
- 4.5. Teorema de Pi de Buckingham

### Tema 5. Flujo en tuberías

- 5.1. Flujo laminar y turbulento
- 5.2. Región de entrada
- 5.3. Pérdidas menores
- 5.4. Redes

### Tema 6. Análisis diferencial y ecuaciones de Navier-Stokes

- 6.1. Conservación de la masa
- 6.2. Función corriente
- 6.3. Ecuación de Cauchy
- 6.4. Ecuación de Navier-Stokes
- 6.5. Ecuaciones de Navier-Stokes adimensionalizadas de movimiento
- 6.6. Flujo de Stokes
- 6.7. Flujo invíscido
- 6.8. Flujo irrotacional
- 6.9. Teoría de la Capa Límite. Ecuación de Blasius

### Tema 7. Flujo externo

- 7.1. Arrastre y sustentación
- 7.2. Fricción y presión
- 7.3. Coeficientes
- 7.4. Cilindros y esferas
- 7.5. Perfiles aerodinámicos

**Tema 8. Flujo compresible**

- 8.1. Propiedades de estancamiento
- 8.2. Flujo isentrópico unidimensional
- 8.3. Toberas
- 8.4. Ondas de choque
- 8.5. Ondas de expansión
- 8.6. Flujo de Rayleigh
- 8.7. Flujo de Fanno

**Tema 9. Flujo en canal abierto**

- 9.1. Clasificación
- 9.2. Número de Froude
- 9.3. Velocidad de onda
- 9.4. Flujo uniforme
- 9.5. Flujo de variación gradual
- 9.6. Flujo de variación rápida
- 9.7. Salto hidráulico

**Tema 10. Fluidos no newtonianos**

- 10.1. Flujos estándar
- 10.2. Funciones materiales
- 10.3. Experimentos
- 10.4. Modelo de Fluido Newtoniano Generalizado
- 10.5. Modelo de Fluido Viscoelástico Lineal Generalizado
- 10.6. Ecuaciones constitutivas avanzadas y reometría

**Asignatura 27****Física de altas energías****Tema 1. Métodos matemáticos: grupos y representaciones**

- 1.1. Teoría de grupos
- 1.2. Grupos: de rotación o  $SO(3)$ , unitarios especiales o  $SU(2)$ ,  $SU(3)$  y  $SU(N)$
- 1.3. Álgebra de Lie
- 1.4. Representaciones
- 1.5. Multiplicación de representaciones

**Tema 2. Simetrías**

- 2.1. Simetrías y leyes de conservación
- 2.2. Simetrías de Carga, Paridad y Tiempo o CPT

- 2.3. Violación de simetrías y conservación de CPT
- 2.4. Momento angular
- 2.5. Adición de momento angular

**Tema 3. Cálculo de Feynman: Introducción**

- 3.1. Tiempo de vida media
- 3.2. Sección transversal
- 3.3. Norma Dorada de Fermi para decaimientos
- 3.4. Norma Dorada de Fermi para dispersiones
- 3.5. Dispersión de dos cuerpos en el sistema de referencia centro de masas

**Tema 4. Aplicación del cálculo de Feynman: Modelo Juguete**

- 4.1. Modelo de Juguete: introducción
- 4.2. Normas de Feynman
- 4.3. Tiempo de vida media
- 4.4. Dispersión
- 4.5. Diagramas de orden superior

**Tema 5. Electrodinámica cuántica**

- 5.1. Ecuación de Dirac
- 5.2. Soluciones para la ecuación de Dirac
- 5.3. Covariantes bilineales
- 5.4. El fotón
- 5.5. Normas de Feynman para la Electrodinámica cuántica
- 5.6. Truco de Casimir
- 5.7. Renormalización

**Tema 6. Electrodinámica y cromodinámica de los Quarks**

- 6.1. Normas de Feynman
- 6.2. Producción de hadrones en colisiones electrón - positrón
- 6.3. Normas de Feynman para la Cromodinámica
- 6.4. Factores de color
- 6.5. Interacción Quark-Antiquark
- 6.6. Interacción Quark-Quark
- 6.7. Aniquilación de parejas en cromodinámica cuántica

**Tema 7. Interacción débil**

- 7.1. Interacción débil cargada
- 7.2. Normas de Feynman
- 7.3. Decaimiento del muon
- 7.4. Decaimiento de neutrón
- 7.5. Decaimiento del pion
- 7.6. Interacción débil entre quarks
- 7.7. Interacción débil neutral
- 7.8. Unificación electrodébil

**Tema 8. Teorías Gauge**

- 8.1. Invariancia del Gauge local
- 8.2. Teoría de Yang-Millis
- 8.3. Cromodinámica cuántica
- 8.4. Normas de Feynman
- 8.5. Término de masas
- 8.6. Rotura espontánea de la simetría
- 8.7. Mecanismo de Higgs

**Tema 9. Oscilación de neutrinos**

- 9.1. El problema de los neutrinos solares
- 9.2. Oscilaciones de neutrinos
- 9.3. Masas de los neutrinos
- 9.4. Matriz de mezcla

**Tema 10. Temas avanzados. breve introducción**

- 10.1. Bosón de Higgs
- 10.2. Grand Unificación
- 10.3. Asimetría materia antimateria
- 10.4. Supersimetría, cuerdas y dimensiones extras
- 10.5. Materia y energía oscuras

**Asignatura 28****Física estadística****Tema 1. Procesos estocásticos**

- 1.1. Introducción
- 1.2. Movimiento Browniano
- 1.3. Camino aleatorio
- 1.4. Ecuación de Langevin
- 1.5. Ecuación de Fokker-Planck
- 1.6. Motores Brownianos

**Tema 2. Repaso de mecánica estadística**

- 2.1. Colectividades y Postulados
- 2.2. Colectividad microcanónica
- 2.3. Colectividad canónica
- 2.4. Espectros de energía discretos y continuos
- 2.5. Límites clásico y cuántico. Longitud de onda térmica
- 2.6. Estadística de Maxwell-Boltzmann
- 2.7. Teorema de Equipartición de la energía

**Tema 3. Gas ideal de moléculas diatómicas**

- 3.1. El problema de los calores específicos en gases
- 3.2. Grados de libertad internos
- 3.3. Contribución de cada grado de libertad a la capacidad calorífica
- 3.4. Moléculas poliatómicas

**Tema 4. Sistemas magnéticos**

- 4.1. Sistemas de espín  $\frac{1}{2}$
- 4.2. Paramagnetismo cuántico
- 4.3. Paramagnetismo clásico
- 4.4. Superparamagnetismo

**Tema 5. Sistemas biológicos**

- 5.1. Biofísica
- 5.2. Desnaturalización del ADN
- 5.3. Membranas biológicas
- 5.4. Curva de saturación de la mioglobina. Isoterma de Langmuir

**Tema 6. Sistemas con interacción**

- 6.1. Sólidos, líquidos, gases
- 6.2. Sistemas magnéticos. Transición ferro-paramagnética
- 6.3. Modelo de Weiss
- 6.4. Modelo de Landau
- 6.5. Modelo de Ising
- 6.6. Puntos críticos y Universalidad
- 6.7. Método de Montecarlo. Algoritmo de Metrópolis

**Tema 7. Gas ideal cuántico**

- 7.1. Partículas distinguibles e indistinguibles
- 7.2. Microestados en mecánica Estadística Cuántica



## 26 | Plan de estudios

- 7.3. Cálculo de la función de partición macrocanónica en un gas ideal
- 7.4. Estadísticas cuánticas: estadísticas de Bose-Einstein y de Fermi-Dirac
- 7.5. Gases ideales de bosones y de fermiones

### Tema 8. Gas ideal de bosones

- 8.1. Fotones. Radiación del cuerpo negro
- 8.2. Fonones. Capacidad calorífica de la red cristalina
- 8.3. Condensación de Bose-Einstein
- 8.4. Propiedades termodinámicas del gas de Bose-Einstein
- 8.5. Temperatura y densidad críticas

### Tema 9. Gas ideal de fermiones

- 9.1. Estadística de Fermi-Dirac
- 9.2. Capacidad calorífica de los electrones
- 9.3. Presión de degeneración de los fermiones
- 9.4. Función y temperatura de Fermi

### Tema 10. Teoría cinética elemental de gases

- 10.1. Gas diluido en equilibrio
- 10.2. Coeficientes de transporte
- 10.3. Conductividad térmica de la red cristalina y de los electrones
- 10.4. Sistemas gaseosos compuestos por moléculas en movimiento

## Asignatura 29

### Física cuántica I

#### Tema 1. Orígenes de la física cuántica

- 1.1. Radiación de cuerpo negro
- 1.2. Efecto fotoeléctrico
- 1.3. Efecto Compton
- 1.4. Espectro y modelos atómicos
- 1.5. Principio de exclusión de Pauli
- 1.6. Longitud de onda de De Broglie y el experimento de la doble rendija

#### Tema 2. Formulismo matemático

- 2.1. Espacio de Hilbert
- 2.2. Nomenclatura de Dirac: Bra – ket de estados cuánticos

- 2.3. Producto interno y producto externo
- 2.4. Operadores lineales
- 2.5. Operadores hermíticos y diagonalización
- 2.6. Suma y producto tensorial
- 2.7. Matriz densidad

### Tema 3. Postulados de la mecánica cuántica

- 3.1. Postulado 1º: Definición de estado
- 3.2. Postulado 2º: Definición de Observables
- 3.3. Postulado 3º: Definición de medidas
- 3.4. Postulado 4º: Probabilidad de las medidas
- 3.5. Postulado 5º: Dinámica

### Tema 4. Aplicación de los postulados de la mecánica cuántica

- 4.1. Probabilidad de los resultados. Estadística
- 4.2. Indeterminación
- 4.3. Evolución temporal de los valores esperados
- 4.4. Compatibilidad y conmutación de observables
- 4.5. Matrices de Pauli

### Tema 5. Dinámica de la mecánica cuántica

- 5.1. Representación de posiciones
- 5.2. Representación de momentos
- 5.3. Ecuación de Schrödinger
- 5.4. Teorema de Ehrenfest
- 5.5. Teorema del Virial

### Tema 6. Barreras de potencial

- 6.1. Pozo cuadrado infinito
- 6.2. Pozo cuadrado finito
- 6.3. Escalón de potencial
- 6.4. Potencial Delta
- 6.5. Efecto túnel
- 6.6. Partícula libre

### Tema 7. Oscilador armónico simple cuántico unidimensional

- 7.1. Analogía con la mecánica clásica
- 7.2. Hamiltoniano y valores propios de energía
- 7.3. Método analítico
- 7.4. Estados “desdibujados”
- 7.5. Estados coherentes

### Tema 8. Operadores y observables tridimensionales

- 8.1. Repaso de las nociones de cálculo con varias variables
- 8.2. Operador de posición
- 8.3. Operador momento lineal
- 8.4. Momento angular orbital
- 8.5. Operadores de escala
- 8.6. Hamiltoniano

### Tema 9. Valores y funciones propios tridimensionales

- 9.1. Operador de posición
- 9.2. Operador de momento lineal
- 9.3. Operador momento angular orbital y Harmónicos Esféricos
- 9.4. Ecuación angular

### Tema 10. Barreras de potencial tridimensional

- 10.1. Partícula libre
- 10.2. Partícula en una caja
- 10.3. Potenciales centrales y ecuación radial
- 10.4. Pozo esférico infinito
- 10.5. Átomo de Hidrogeno
- 10.6. Oscilador armónico tridimensional

## Asignatura 30

### Física cuántica II

#### Tema 1. Descripciones de la mecánica cuántica: imágenes o representaciones

- 1.1. Imagen de Schrödinger
- 1.2. Imagen de Heisenberg
- 1.3. Imagen de Dirac o de interacción
- 1.4. Cambio de imágenes

#### Tema 2. Oscilador Armónico

- 2.1. Operadores de creación y aniquilación
- 2.2. Funciones de onda de los estados de Fock
- 2.3. Estados coherentes
- 2.4. Estados de mínima indeterminación
- 2.5. Estados “exprimidos”

### Tema 3. Momento Angular

- 3.1. Rotaciones
- 3.2. Conmutadores del momento angular
- 3.3. Base del momento angular
- 3.4. Operadores de escala
- 3.5. Representación matricial
- 3.6. Momento angular intrínseco: el Espín
- 3.7. Casos de Espín: 1/2, 1, 3/2

### Tema 4. Funciones de onda de varias componentes: Espinoriales

- 4.1. Funciones de onda de una componente: espín 0
- 4.2. Funciones de onda de dos componentes: espín 1/2
- 4.3. Valores esperados del observable espín
- 4.4. Estados atómicos
- 4.5. Adición de momento angular
- 4.6. Coeficientes de Clebsch-Gordan

### Tema 5. Estudio de los sistemas compuestos

- 5.1. Partículas distinguibles
- 5.2. Partículas indistinguibles
- 5.3. Caso de los fotones: Experimento del espejo semitransparente
- 5.4. Enlazamiento cuántico

### Tema 6. Introducción a métodos aproximados: Método Variacional

- 6.1. Introducción al método variacional
- 6.2. Variaciones lineales
- 6.3. Método variacional de Rayleigh-Ritz
- 6.4. Oscilador armónico: estudio por métodos variacionales

### Tema 7. Estudio de modelos atómicos con el Método Variacional

- 7.1. Átomo de hidrógeno
- 7.2. Átomo de Helio
- 7.3. Molécula de hidrógeno ionizada
- 7.4. Simetrías discretas

### Tema 8. Introducción a la teoría de perturbaciones

- 8.1. Perturbaciones Independientes del tiempo
- 8.2. Caso no degenerado
- 8.3. Caso degenerado
- 8.4. Estructura fina del átomo de hidrógeno
- 8.5. Efecto Zeeman
- 8.6. Constante de acoplamiento entre espines. Estructura hiperfina
- 8.7. Teoría de perturbaciones dependientes del tiempo

### Tema 9. Aproximación adiabática

- 9.1. Introducción a la aproximación adiabática
- 9.2. El teorema adiabático
- 9.3. Fase de Berry
- 9.4. Efecto Aharonov-Bohm

### Tema 10. Aproximación Wentzel – Kramers - Brillouin

- 10.1. Introducción al método WKB
- 10.2. Región clásica
- 10.3. Efecto túnel
- 10.4. Fórmulas de conexión

## Asignatura 31

### Relatividad general y cosmología

#### Tema 1. Relatividad especial

- 1.1. Postulados
- 1.2. Transformaciones de Lorentz en configuración estándar
- 1.3. Impulsos
- 1.4. Tensores
- 1.5. Cinemática relativista
- 1.6. Momento lineal y energía relativistas
- 1.7. Covariancia Lorentz
- 1.8. Tensor energía momento

#### Tema 2. Principio de equivalencia

- 2.1. Principio de equivalencia débil
- 2.2. Experimentos sobre el Principio de equivalencia débil
- 2.3. Sistemas de referencia localmente inerciales

- 2.4. Principio de equivalencia
- 2.5. Consecuencias del principio de equivalencia

### Tema 3. Movimiento de partículas en campos gravitatorios

- 3.1. Trayectoria de partículas bajo gravedad
- 3.2. Límite Newtoniano
- 3.3. Desplazamiento al rojo o "Redshift gravitatorio" y pruebas
- 3.4. Dilatación temporal
- 3.5. Ecuación de la geodésica

### Tema 4. Geometría: conceptos necesarios

- 4.1. Espacios bidimensionales
- 4.2. Campos Escalares, vectoriales y tensoriales
- 4.3. Tensor métrico: concepto y teoría
- 4.4. Derivada parcial
- 4.5. Derivada covariante
- 4.6. Símbolos de Christoffel
- 4.7. Derivadas covariantes se tensores
- 4.8. Derivadas covariantes direccionales
- 4.9. Divergencia y laplaciano

### Tema 5. Espacio-tiempo curvo

- 5.1. Derivada covariante y transporte paralelo: definición
- 5.2. Geodésicas a partir del transporte paralelo
- 5.3. Tensor de curvatura de Riemann
- 5.4. Tensor de Riemann: definición y propiedades
- 5.5. Tensor de Ricci: definición y propiedades

### Tema 6. Ecuaciones de Einstein: derivación

- 6.1. Reformulación del principio de equivalencia
- 6.2. Aplicaciones del principio de equivalencia
- 6.3. Conservación y simetrías
- 6.4. Deducción de las ecuaciones de Einstein a partir del principio de equivalencia

### Tema 7. Solución de Schwarzschild

- 7.1. Métrica de Schwarzschild
- 7.2. Elementos de Longitud y Tiempo
- 7.3. Cantidades conservadas
- 7.4. Ecuación de movimiento
- 7.5. Deflexión de la luz. Estudio en la métrica de Schwarzschild

- 7.6. Radio de Schwarzschild
- 7.7. Coordenadas de Eddington – Finkelstein
- 7.8. Agujeros negros

### Tema 8. Límite de gravedad lineal. Consecuencias

- 8.1. Gravedad lineal: introducción
- 8.2. Transformación de coordenadas
- 8.3. Ecuaciones de Einstein linealizadas
- 8.4. Solución general de las Ecuaciones de Einstein linealizadas
- 8.5. Ondas gravitacionales
- 8.6. Efectos de las ondas gravitacionales sobre la materia
- 8.7. Generación de ondas gravitacionales

### Tema 9. Cosmología: Introducción

- 9.1. Observación del Universo: Introducción
- 9.2. Principio cosmológico
- 9.3. Sistema de coordenadas
- 9.4. Distancias cosmológicas
- 9.5. Ley de Hubble
- 9.6. Inflación

### Tema 10. Cosmología: Estudio matemático

- 10.1. Primera ecuación de Friedmann
- 10.2. Segunda ecuación de Friedmann
- 10.3. Densidades y factor de escala
- 10.4. Consecuencias de las ecuaciones de Friedmann. Curvatura del Universo
- 10.5. Termodinámica del Universo primitivo

## Asignatura 32

### Astrofísica

#### Tema 1. Introducción

- 1.1. Breve historia de la astrofísica
- 1.2. Instrumentación
- 1.3. Escala de magnitudes observacionales
- 1.4. Cálculo de distancias astronómicas
- 1.5. Índice de color

### Tema 2. Líneas espectrales

- 2.1. Introducción histórica
- 2.2. Leyes de Kirchhoff
- 2.3. Relación del espectro con la temperatura
- 2.4. Efecto Doppler
- 2.5. Espectrógrafo

### Tema 3. Estudio del campo de radiación

- 3.1. Definiciones previas
- 3.2. Opacidad
- 3.3. Profundidad óptica
- 3.4. Fuentes microscópicas de opacidad
- 3.5. Opacidad total
- 3.6. Extinción
- 3.7. Estructura de las líneas espectrales

### Tema 4. Estrellas

- 4.1. Clasificación de las estrellas
- 4.2. Métodos de determinación de masas de una estrella
- 4.3. Estrellas binarias
- 4.4. Clasificación de estrellas binarias
- 4.5. Determinación de masas de un sistema binario

### Tema 5. Vida de las estrellas

- 5.1. Características de una estrella
- 5.2. Nacimiento de una estrella
- 5.3. Vida de una estrella. Diagramas de Hertzsprung-Russell
- 5.4. Muerte de una estrella

### Tema 6. Muerte de las estrellas

- 6.1. Enanas blancas
- 6.2. Supernovas
- 6.3. Estrellas de neutrones
- 6.4. Agujeros negros

### Tema 7. Estudio de la Vía Láctea

- 7.1. Forma y dimensiones de la Vía Láctea
- 7.2. Materia oscura
- 7.3. Fenómeno de lentes gravitacionales
- 7.4. Partículas masivas de interacción débil
- 7.5. Disco y halo de la Vía Láctea
- 7.6. Estructura espiral de la Vía Láctea

### Tema 8. Agrupaciones de galaxias

- 8.1. Introducción
- 8.2. Clasificación de las galaxias
- 8.3. Fotometría galáctica
- 8.4. El Grupo Local: introducción

### Tema 9. Distribución de las galaxias a gran escala

- 9.1. Forma y edad del Universo
- 9.2. Modelo cosmológico estándar
- 9.3. Formación de estructuras cosmológicas
- 9.4. Métodos observacionales en cosmología

### Tema 10. Materia y energías oscuras

- 10.1. Descubrimiento y características
- 10.2. Consecuencias en la distribución de la materia ordinaria
- 10.3. Problemas de la materia oscura
- 10.4. Partículas candidatas a materia oscura
- 10.5. Energía oscura, consecuencias

## Asignatura 33

### Teoría cuántica de campos

#### Tema 1. Teoría Clásica de Campos

- 1.1. Notación y convenios
- 1.2. Formulación lagrangiana
- 1.3. Ecuaciones de Euler Lagrange
- 1.4. Simetrías y leyes de conservación

#### Tema 2. Campo de Klein-Gordon

- 2.1. Ecuación de Klein-Gordon
- 2.2. Cuantización del campo de Klein-Gordon
- 2.3. Invariancia de Lorentz del campo de Klein-Gordon
- 2.4. Vacío. Estados del vacío y estados de Fock
- 2.5. Energía del vacío
- 2.6. Ordenación Normal: convenio
- 2.7. Energía y momento de los estados
- 2.8. Estudio de la causalidad
- 2.9. Propagador de Klein-Gordon

### Tema 3. Campo de Dirac

- 3.1. Ecuación de Dirac
- 3.2. Matrices de Dirac y sus propiedades
- 3.3. Representaciones de las matrices de Dirac
- 3.4. Lagrangiano de Dirac
- 3.5. Solución a la ecuación de Dirac: ondas planas
- 3.6. Conmutadores y anticonmutadores
- 3.7. Cuantización del campo de Dirac
- 3.8. Espacio de Fock
- 3.9. Propagador de Dirac

### Tema 4. Campo Electromagnético

- 4.1. Teoría clásica del campo electromagnético
- 4.2. Cuantización del campo electromagnético y sus problemas
- 4.3. Espacio de Fock
- 4.4. Formalismo de Gupta-Bleuler
- 4.5. Propagador del fotón

### Tema 5. Formalismo de la Matriz S

- 5.1. Lagrangiano y Hamiltoniano de interacción
- 5.2. Matriz S: definición y propiedades
- 5.3. Expansión de Dyson
- 5.4. Teorema de Wick
- 5.5. Imagen de Dirac

### Tema 6. Diagramas de Feynman en el espacio de posiciones

- 6.1. Como dibujar los diagramas de Feynman. Normas. Utilidades
- 6.2. Primer orden
- 6.3. Segundo orden
- 6.4. Procesos de dispersión con dos partículas

### Tema 7. Normas de Feynman

- 7.1. Normalización de los estados en el espacio de Fock
- 7.2. Amplitud de Feynman
- 7.3. Normas de Feynman para la QED
- 7.4. Invariancia Gauge en las amplitudes
- 7.5. Ejemplos

### Tema 8. Sección transversal y tasas de decaimiento

- 8.1. Definición de sección transversal
- 8.2. Definición de tasa de decaimiento
- 8.3. Ejemplos con dos cuerpos en el estado final
- 8.4. Sección transversal no polarizada
- 8.5. Suma sobre la polarización de los fermiones
- 8.6. Suma sobre la polarización de los fotones
- 8.7. Ejemplos

### Tema 9. Estudio de los muones y otras partículas cargadas

- 9.1. Muones
- 9.2. Partículas cargadas
- 9.3. Partículas escalares con carga
- 9.4. Normas de Feynman para la teoría electrodinámica cuántica escalar

### Tema 10. Simetrías

- 10.1. Paridad
- 10.2. Conjugación de carga
- 10.3. Inversión del tiempo
- 10.4. Violación de algunas simetrías
- 10.5. Simetría Carga Paridad Tiempo CPT

## Asignatura 34

### Termodinámica avanzada

#### Tema 1. Formalismo de la Termodinámica

- 1.1. Leyes de la termodinámica
- 1.2. La ecuación fundamental
- 1.3. Energía interna: forma de Euler
- 1.4. Ecuación de Gibbs-Duhem
- 1.5. Transformaciones de Legendre
- 1.6. Potenciales Termodinámicos
- 1.7. Relaciones de Maxwell para un fluido
- 1.8. Condiciones de estabilidad

#### Tema 2. Descripción Microscópica de Sistemas Macroscópicos I

- 2.1. Microestados y macroestados: introducción
- 2.2. Espacio de fases
- 2.3. Colectividades
- 2.4. Colectividad microcanónica
- 2.5. Equilibrio térmico

### Tema 3. Descripción Microscópica de Sistemas Macroscópicos II

- 3.1. Sistemas discretos
- 3.2. Entropía estadística
- 3.3. Distribución de Maxwell-Boltzmann
- 3.4. Presión
- 3.5. Efusión

### Tema 4. Colectividad Canónica

- 4.1. Función de partición
- 4.2. Sistemas ideales
- 4.3. Degeneración de la energía
- 4.4. Comportamiento del gas ideal monoatómico en un potencial
- 4.5. Teorema de equipartición de la energía
- 4.6. Sistemas discretos

### Tema 5. Sistemas Magnéticos

- 5.1. Termodinámica de sistemas magnéticos
- 5.2. Paramagnetismo clásico
- 5.3. Paramagnetismo de Espin  $\frac{1}{2}$
- 5.4. Desimananación adiabática

### Tema 6. Transiciones de Fase

- 6.1. Clasificación de transiciones de fases
- 6.2. Diagramas de fases
- 6.3. Ecuación de Clapeyron
- 6.4. Equilibrio vapor-fase condensada
- 6.5. El punto crítico
- 6.6. Clasificación de Ehrenfest de las transiciones de fase
- 6.7. Teoría de Landau

### Tema 7. Moledo de ISING

- 7.1. Introducción
- 7.2. Cadena unidimensional
- 7.3. Cadena unidimensional abierta
- 7.4. Aproximación de campo medio

### Tema 8. Gases reales

- 8.1. Factor de comprensibilidad. Desarrollo del virial
- 8.2. Potencial de interacción y función de partición configuracional
- 8.3. Segundo coeficiente del virial
- 8.4. Ecuación de Van der Waals



- 8.5. Gas reticular
- 8.6. Ley de estados correspondientes
- 8.7. Expansiones de Joule y Joule-Kelvin

### Tema 9. Gas de fotones

- 9.1. Estadística de bosones vs estadística de fermiones
- 9.2. Densidad de energía y degeneración de estados
- 9.3. Distribución de Planck
- 9.4. Ecuaciones de estado de un gas de fotones

### Tema 10. Colectividad macro canónica

- 10.1. Función de partición
- 10.2. Sistemas discretos
- 10.3. Fluctuaciones
- 10.4. Sistemas ideales
- 10.5. El gas monoatómico
- 10.6. Equilibrio sólido-vapor

## Asignatura 35

### Información y computación cuántica

#### Tema 1. Introducción: Matemáticas y Cuántica

- 1.1. Espacios vectoriales complejos
- 1.2. Operadores lineales
- 1.3. Producto escalar y espacios de Hilbert
- 1.4. Diagonalización
- 1.5. Producto tensorial
- 1.6. Funciones de operadores
- 1.7. Teoremas importantes sobre operadores
- 1.8. Postulados de la mecánica cuántica revisados

#### Tema 2. Estados y muestras estadísticas

- 2.1. El qubit
- 2.2. La matriz densidad
- 2.3. Sistemas bipartitos
- 2.4. La descomposición de Schmidt
- 2.5. Interpretación estadística de los estados mezcla

### Tema 3. Medidas y evolución temporal

- 3.1. Medidas de von Neumann
- 3.2. Medidas generalizadas
- 3.3. Teorema de Neumark
- 3.4. Canales cuánticos

### Tema 4. Entrelazamiento y sus aplicaciones

- 4.1. Estados Einstein-Podolsky-Rosen o EPR
- 4.2. Codificación densa
- 4.3. Teleportación de estados
- 4.4. Matriz densidad y sus representaciones

### Tema 5. Información clásica y cuántica

- 5.1. Introducción a la probabilidad
- 5.2. Información
- 5.3. Entropía de Shannon e información mutua
- 5.4. Comunicación
- 5.5. Teoremas de Shannon
- 5.6. Diferencia entre información clásica y cuántica
- 5.7. Entropía de von Neumann
- 5.8. Teorema de Schumacher
- 5.9. Información de Holevo
- 5.10. Información accesible y límite de Holevo

### Tema 6. Computación cuántica

- 6.1. Máquinas de Turing
- 6.2. Circuitos y clasificación de la complejidad
- 6.3. El ordenador cuántico
- 6.4. Puertas lógicas cuánticas
- 6.5. Algoritmos de Deutsch-Josza y Simon
- 6.6. Búsqueda no estructurada: algoritmo de Grover
- 6.7. Método de encriptación RSA
- 6.8. Factorización: algoritmo de Shor

### Tema 7. Teoría semiclásica de la interacción luz-materia

- 7.1. El átomo de dos niveles
- 7.2. El desdoblamiento AC-Stark
- 7.3. Las oscilaciones de Rabi
- 7.4. La fuerza dipolar de la luz

### Tema 8. Teoría cuántica de la interacción luz-materia

- 8.1. Estados del campo electromagnético cuántico
- 8.2. El modelo de Jaynes-Cummings
- 8.3. El problema de la decoherencia
- 8.4. Tratamiento de Weisskopf-Wigner de la emisión espontánea

### Tema 9. Comunicación Cuántica

- 9.1. Criptografía cuántica: protocolos BB84 y Ekert91
- 9.2. Desigualdades de Bell
- 9.3. Generación de fotones individuales
- 9.4. Propagación de fotones individuales
- 9.5. Detección de fotones individuales

### Tema 10. Computación y simulación cuánticas

- 10.1. Átomos neutros en trampas dipolares
- 10.2. Electrodinámica Cuántica de Cavidades
- 10.3. Iones en trampas de Paul
- 10.4. Cubits superconductores

## Asignatura 36

### Termodinámica de la atmósfera

#### Tema 1. Introducción

- 1.1. Termodinámica del gas ideal
- 1.2. Leyes de conservación de la energía
- 1.3. Leyes de la termodinámica
- 1.4. Presión, temperatura y altitud
- 1.5. Distribución de Maxwell-Boltzmann de las velocidades

#### Tema 2. La Atmósfera

- 2.1. La física de la atmósfera
- 2.2. Composición del aire
- 2.3. Origen de la atmósfera terrestre
- 2.4. Distribución de masa atmosférica y temperatura

### Tema 3. Fundamentos de la Termodinámica de la Atmósfera

- 3.1. Ecuación de estado del aire
- 3.2. Índices de humedad
- 3.3. Ecuación hidrostática: aplicaciones meteorológicas
- 3.4. Procesos adiabáticos y diabáticos
- 3.5. La entropía en Meteorología

### Tema 4. Diagramas Termodinámicos

- 4.1. Diagramas termodinámicos relevantes
- 4.2. Propiedades de los diagramas termodinámicos
- 4.3. Diagrama oblicuo: aplicaciones

### Tema 5. Estudio del Agua I: Sus Transformaciones

- 5.1. Propiedades termodinámicas del agua
- 5.2. Transformación de fase en equilibrio
- 5.3. Ecuación de Clausius-Clapeyron
- 5.4. Aproximaciones y consecuencias de la ecuación Clausius-Clapeyron

### Tema 6. Condensación del vapor de agua en la atmósfera

- 6.1. Transiciones de fase del agua
- 6.2. Ecuaciones termodinámicas del aire saturado
- 6.3. Equilibrio del vapor de agua con gotitas de agua: curvas de Kelvin y Köhler
- 6.4. Procesos atmosféricos que dan lugar a condensación de vapor de agua

### Tema 7. Condensación atmosférica por procesos isobáricos

- 7.1. Formación de rocío y escarcha
- 7.2. Formación de nieblas de radiación y de advección
- 7.3. Proceso isoentálpico
- 7.4. Temperatura equivalente y temperatura del termómetro húmedo
- 7.5. Mezclas isoentálpicas de masas de aire
- 7.6. Nieblas de mezcla

## Tema 8. Condensación atmosférica por ascenso adiabático

- 8.1. Saturación del aire por ascenso adiabático
- 8.2. Procesos de saturación adiabáticos reversibles
- 8.3. Procesos pseudo-adiabáticos
- 8.4. Temperatura pseudo-potenciales equivalente y del termómetro húmedo
- 8.5. Efecto Föhn

## Tema 9. Estabilidad atmosférica

- 9.1. Criterios de estabilidad en aire no saturado
- 9.2. Criterios de estabilidad en aire saturado
- 9.3. Inestabilidad condicional
- 9.4. Inestabilidad convectiva
- 9.5. Análisis de estabilidades mediante el diagrama oblicuo

## Tema 10. Diagramas termodinámicos

- 10.1. Condiciones para transformaciones de área equivalentes
- 10.2. Ejemplos de diagramas termodinámicos
- 10.3. Representación gráfica de variables termodinámicos en un diagrama T
- 10.4. Uso de diagramas termodinámicos en meteorología

## Asignatura 37

### Meteorología y Climatología

#### Tema 1. Estructura General de la Atmósfera

- 1.1. Tiempo y clima
- 1.2. Características generales de la atmósfera terrestre
- 1.3. Composición atmosférica
- 1.4. Estructura horizontal y vertical de la atmósfera
- 1.5. Variables atmosféricas
- 1.6. Sistemas de observación
- 1.7. Escalas meteorológicas
- 1.8. Ecuación de estado
- 1.9. Ecuación hidrostática

#### Tema 2. Movimiento Atmosférico

- 2.1. Masas de aire
- 2.2. Ciclones extratropicales y frentes
- 2.3. Fenómenos de mesoescala y microescala
- 2.4. Fundamentos de dinámica atmosférica
- 2.5. Movimiento del aire: fuerzas aparentes y fuerzas reales
- 2.6. Ecuaciones del movimiento horizontal
- 2.7. Viento geostrófico, fuerza de fricción y viento del gradiente
- 2.8. La circulación general atmosférica

#### Tema 3. Intercambios Radiativos de Energía en la Atmósfera

- 3.1. Radiación solar y terrestre
- 3.2. Absorción, emisión y reflexión de radiación
- 3.3. Intercambios radiativos Tierra-atmósfera
- 3.4. Efecto de invernadero
- 3.5. Balance radiativo en la cima de la atmósfera
- 3.6. Forzamiento radiativo del clima
- 3.7. Forzamientos naturales y antropogénicos del clima
- 3.8. Sensibilidad climática

#### Tema 4. Termodinámica de la Atmósfera

- 4.1. Procesos adiabáticos: temperatura potencial
- 4.2. Estabilidad e inestabilidad del aire seco
- 4.3. Saturación y condensación del vapor de agua en la atmósfera
- 4.4. Ascenso del aire húmedo: evolución adiabática saturada y pseudoadiabática
- 4.5. Niveles de condensación
- 4.6. Estabilidad e inestabilidad del aire húmedo

#### Tema 5. Física de nubes y precipitación

- 5.1. Procesos generales de formación de nubes
- 5.2. Morfología y clasificación de nubes
- 5.3. Microfísica de nubes: núcleos de condensación y núcleos de hielo
- 5.4. Procesos de precipitación: formación de la lluvia, nieve y granizo
- 5.5. Modificación artificial de nubes y precipitaciones

#### Tema 6. Dinámica Atmosférica

- 6.1. Fuerzas inerciales y no inerciales
- 6.2. Fuerza de Coriolis
- 6.3. Ecuación del movimiento
- 6.4. Campo horizontal de presiones
- 6.5. Reducción de presión a nivel del mar
- 6.6. Gradiente horizontal de presiones
- 6.7. Presión-densidad
- 6.8. Isohipsas
- 6.9. Ecuación del movimiento en el sistema de coordenadas intrínsecas
- 6.10. Flujo horizontal sin rozamiento. Viento geostrófico. Viento del gradiente
- 6.11. Efecto del rozamiento
- 6.12. Viento en altura
- 6.13. Regímenes de vientos locales y de pequeña escala
- 6.14. Medidas de presión y viento

#### Tema 7. Meteorología Sinóptica

- 7.1. Sistemas béricos
- 7.2. Anticiclones
- 7.3. Masas de aire
- 7.4. Superficies frontales
- 7.5. Frente cálido
- 7.6. Frente frío
- 7.7. Depresiones frontales. Oclusión. Frente ocluido

#### Tema 8. Circulación General

- 8.1. Características generales de la circulación general
- 8.2. Observaciones en superficie y en altura
- 8.3. Modelo unicelular
- 8.4. Modelo tricelular
- 8.5. Corrientes en chorro
- 8.6. Corrientes oceánicas
- 8.7. Transporte de Ekman
- 8.8. Distribución global de la precipitación
- 8.9. Teleconexiones. El Niño-Oscilación del Sur. La oscilación del Atlántico Norte

#### Tema 9. Sistema Climático

- 9.1. Clasificaciones climáticas
- 9.2. Clasificación de Köppen
- 9.3. Componentes del sistema climático
- 9.4. Mecanismos de acoplamiento
- 9.5. Ciclo hidrológico
- 9.6. Ciclo del carbono
- 9.7. Tiempos de respuesta
- 9.8. Realimentaciones
- 9.9. Modelos climáticos

#### Tema 10. Cambio Climático

- 10.1. Concepto de cambio climático
- 10.2. Obtención de datos. Técnicas paleoclimáticas
- 10.3. Evidencias de cambio climático. Paleoclima
- 10.4. Calentamiento global actual
- 10.5. Modelo de balance de energía
- 10.6. Forzamiento radiativo
- 10.7. Mecanismos causales de cambio climático
- 10.8. Modelos de circulación general y proyecciones

## Asignatura 38

### Biofísica

#### Tema 1. Introducción a la Biofísica

- 1.1. Introducción a la Biofísica
- 1.2. Características de los sistemas biológicos
- 1.3. Biofísica molecular
- 1.4. Biofísica celular
- 1.5. Biofísica de los sistemas complejos

#### Tema 2. Introducción a la Termodinámica de los procesos irreversibles

- 2.1. Generalización del Segundo Principio de la Termodinámica para sistemas abiertos
- 2.2. Función de disipación
- 2.3. Relaciones lineales entre flujos y fuerzas termodinámicos conjugados
- 2.4. Intervalo de validez de la Termodinámica Lineal

- 2.5. Propiedades de los coeficientes fenomenológicos
- 2.6. Relaciones de Onsager
- 2.7. Teorema de mínima producción de entropía
- 2.8. Estabilidad de los estados estacionarios en las proximidades del equilibrio. Criterio de estabilidad
- 2.9. Procesos muy alejados del equilibrio
- 2.10. Criterio de evolución

### Tema 3. Ordenación en el tiempo: procesos irreversibles alejados del equilibrio

- 3.1. Procesos cinéticos considerados como ecuaciones diferenciales
- 3.2. Soluciones estacionarias
- 3.3. Modelo de Lotka-Volterra
- 3.4. Estabilidad de las soluciones estacionarias: Método de las perturbaciones
- 3.5. Trayectorias: soluciones de los sistemas de ecuaciones diferenciales
- 3.6. Tipos de estabilidad
- 3.7. Análisis de la estabilidad en el modelo de Lotka-Volterra
- 3.8. Ordenación en el tiempo: relojes biológicos
- 3.9. Estabilidad estructural y bifurcaciones. Modelo de Brusselator
- 3.10. Clasificación de los diferentes tipos de comportamiento dinámico

### Tema 4. Ordenación en el espacio: sistemas con difusión

- 4.1. Autoorganización espacio-temporal
- 4.2. Ecuaciones de reacción-difusión
- 4.3. Soluciones de estas ecuaciones
- 4.4. Ejemplos

### Tema 5. Caos en sistemas biológicos

- 5.1. Introducción
- 5.2. Atractores. Atractores extraños o caóticos
- 5.3. Definición y propiedades del caos
- 5.4. Ubicuidad: caos en sistemas biológicos
- 5.5. Universalidad: Rutas hacia el caos

- 5.6. Estructura fractal. Fractales
- 5.7. Propiedades de los fractales
- 5.8. Reflexiones sobre el caos en sistemas biológicos

### Tema 6. Biofísica del potencial de membrana

- 6.1. Introducción
- 6.2. Primera aproximación al potencial de membrana: potencial de Nernst
- 6.3. Potenciales de Gibbs-Donnan
- 6.4. Potenciales superficiales

### Tema 7. Transporte a través de membranas: transporte pasivo

- 7.1. Ecuación de Nernst-Planck
- 7.2. Teoría del campo constante
- 7.3. Ecuación GHK en sistemas complejos
- 7.4. Teoría de la carga fija
- 7.5. Transmisión del potencial de acción
- 7.6. Análisis del transporte mediante TPI
- 7.7. Fenómenos electrocinéticos

### Tema 8. Transporte facilitado. Canales iónicos. Transportadores

- 8.1. Introducción
- 8.2. Características del transporte facilitado mediante transportadores y canales iónicos
- 8.3. Modelo de transporte de oxígeno mediante hemoglobina. Termodinámica de los procesos irreversibles
- 8.4. Ejemplos

### Tema 9. Transporte activo: efecto de reacciones químicas sobre los procesos de transporte

- 9.1. Reacciones químicas y gradientes de concentración en estado estacionario
- 9.2. Descripción fenomenológica del transporte activo
- 9.3. La bomba sodio-potasio
- 9.4. Fosforilación oxidativa

### Tema 10. Impulsos nerviosos

- 10.1. Fenomenología del potencial de acción
- 10.2. Mecanismo del potencial de acción
- 10.3. Mecanismo de Hodgkin-Huxley
- 10.4. Nervios, músculos y sinapsis

## Asignatura 39

### Gestión de proyectos

#### Tema 1. Conceptos fundamentales de la dirección de proyectos y el ciclo de vida de la gestión de proyectos

- 1.1. ¿Qué es un proyecto?
- 1.2. Metodología común
- 1.3. ¿Qué es la dirección/gestión de proyectos?
- 1.4. ¿Qué es un plan de proyecto?
- 1.5. Beneficios
- 1.6. Ciclo de vida del proyecto
- 1.7. Grupos de procesos o ciclo de vida de la gestión de los proyectos
- 1.8. La relación entre los grupos de procesos y las áreas de conocimiento
- 1.9. Relaciones entre el ciclo de vida del producto y del proyecto

#### Tema 2. El inicio y la planificación

- 2.1. De la idea al proyecto
- 2.2. Desarrollo del acta de proyecto
- 2.3. Reunión de arranque del proyecto
- 2.4. Tareas, conocimientos y habilidades en el proceso de inicio
- 2.5. El plan de proyecto
- 2.6. Desarrollo del plan básico. Pasos
- 2.7. Tareas, conocimientos y habilidades en el proceso de planificación

#### Tema 3. La gestión de los interesados y del alcance

- 3.1. Identificar a los interesados
- 3.2. Desarrollar el plan para la gestión de los interesados
- 3.3. Gestionar el compromiso de los interesados
- 3.4. Controlar el compromiso de los interesados
- 3.5. El objetivo del proyecto
- 3.6. La gestión del alcance y su plan
- 3.7. Recopilar los requisitos
- 3.8. Definir el enunciado del alcance
- 3.9. Crear la Estructura de descomposición del trabajo WBS (EDT)
- 3.10. Verificar y controlar el alcance

#### Tema 4. El desarrollo del cronograma

- 4.1. La gestión del tiempo y su plan
- 4.2. Definir las actividades
- 4.3. Establecimiento de la secuencia de las actividades
- 4.4. Estimación de recursos de las actividades
- 4.5. Estimación de la duración de las actividades
- 4.6. Desarrollo del cronograma y cálculo del camino crítico
- 4.7. Control del cronograma

#### Tema 5. El desarrollo del presupuesto y la respuesta a los riesgos

- 5.1. Estimar los costes
- 5.2. Desarrollar el presupuesto y la curva S
- 5.3. Control de costes y método del valor ganado
- 5.4. Los conceptos de riesgo
- 5.5. Cómo hacer un análisis de riesgos
- 5.6. El desarrollo del plan de respuesta

#### Tema 6. La gestión de la calidad

- 6.1. Planificación de la calidad
- 6.2. Aseguramiento de la calidad
- 6.3. Control de la calidad
- 6.4. Conceptos estadísticos básicos
- 6.5. Herramientas de la gestión de la calidad

#### Tema 7. La comunicación y los recursos humanos

- 7.1. Planificar la gestión de las comunicaciones
- 7.2. Análisis de requisitos de comunicaciones
- 7.3. Tecnología de las comunicaciones
- 7.4. Modelos de comunicación
- 7.5. Métodos de comunicación
- 7.6. Plan de gestión de las comunicaciones
- 7.7. Gestionar las comunicaciones
- 7.8. La gestión de los recursos humanos
- 7.9. Principales actores y sus roles en los proyectos
- 7.10. Tipos de organizaciones
- 7.11. Organización del proyecto
- 7.12. El equipo de trabajo



### Tema 8. El aprovisionamiento

- 8.1. El proceso de adquisiciones
- 8.2. Planificación
- 8.3. Búsqueda de suministradores y solicitud de ofertas
- 8.4. Adjudicación del contrato
- 8.5. Administración del contrato
- 8.6. Los contratos
- 8.7. Tipos de contratos
- 8.8. Negociación del contrato

### Tema 9. Ejecución, monitorización y control y cierre

- 9.1. Los grupos de procesos
- 9.2. La ejecución del proyecto
- 9.3. La monitorización y control del proyecto
- 9.4. El cierre del proyecto

### Tema 10. Responsabilidad profesional

- 10.1. Responsabilidad profesional
- 10.2. Características de la responsabilidad social y profesional
- 10.3. Código deontológico del líder de proyectos
- 10.4. Responsabilidad vs. PMP®
- 10.5. Ejemplos de responsabilidad
- 10.6. Beneficios de la profesionalización

## Asignatura 40

### Metodología de la investigación

#### Tema 1. Nociones básicas sobre investigación: la ciencia y el método científico

- 1.1. Definición del método científico
- 1.2. Método analítico
- 1.3. Método sintético
- 1.4. Método inductivo
- 1.5. El pensamiento cartesiano
- 1.6. Las reglas del método cartesiano
- 1.7. La duda metódica
- 1.8. El primer principio cartesiano
- 1.9. Los procedimientos de inducción según J. Mill Stuart

#### Tema 2. Paradigmas de investigación y métodos derivados de ellos

- 2.1. ¿Cómo surgen las ideas de investigación?
- 2.2. ¿Qué investigar en educación?
- 2.3. Planteamiento del problema de investigación
- 2.4. Antecedentes, justificación y objetivos de la investigación
- 2.5. Fundamentación teórica
- 2.6. Hipótesis, variables y definición de conceptos operativos
- 2.7. Selección del diseño de investigación
- 2.8. El muestreo en estudios cuantitativos y cualitativos

#### Tema 3. El proceso general de la investigación: enfoque cuantitativo y cualitativo

- 3.1. Presupuestos epistemológicos
- 3.2. Aproximación a la realidad y al objeto de estudio
- 3.3. Relación sujeto-objeto
- 3.4. Objetividad
- 3.5. Procesos metodológicos
- 3.6. La integración de métodos

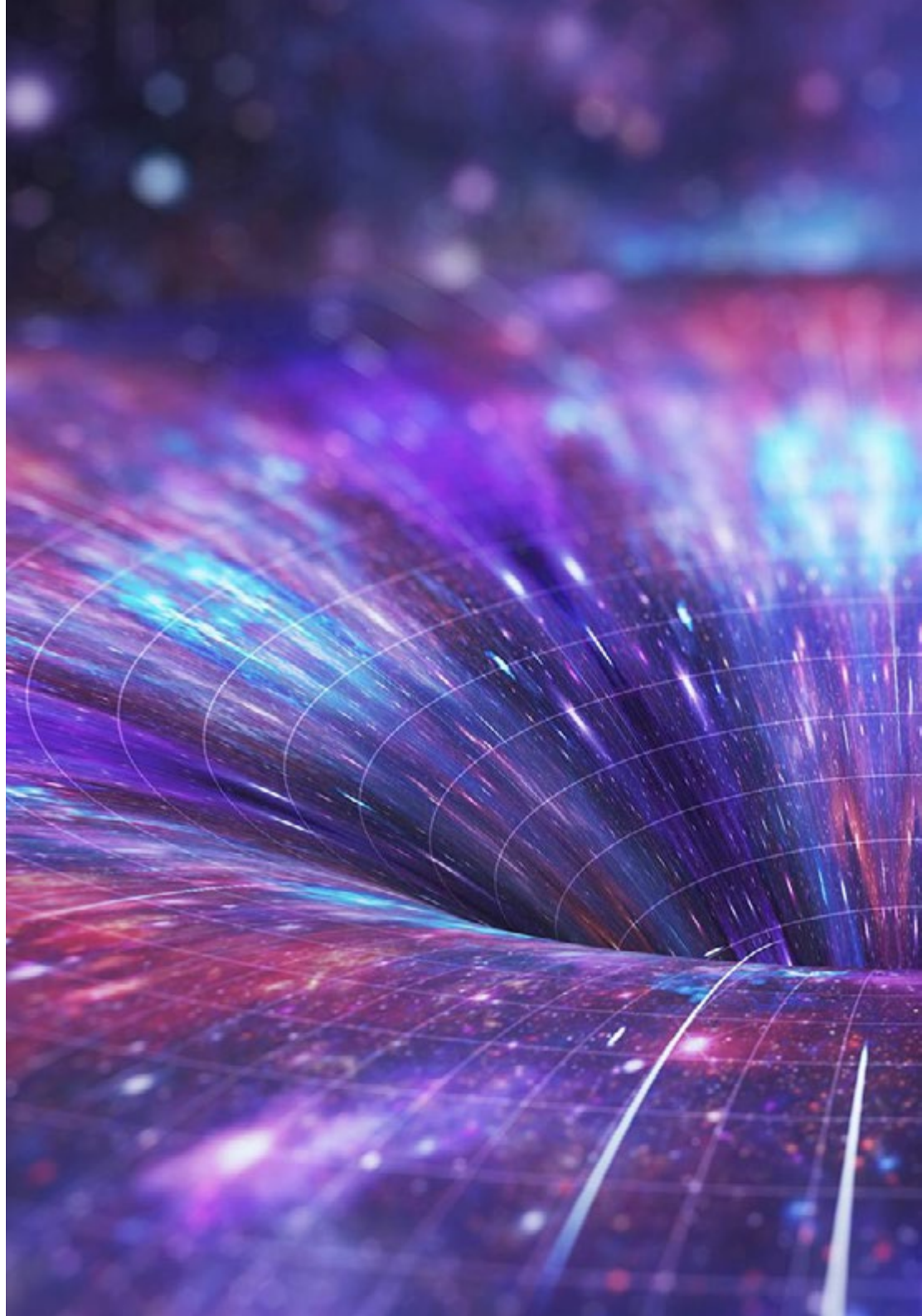
#### Tema 4. Proceso y etapas de la investigación cuantitativa

- 4.1. Fase 1: Fase conceptual
- 4.2. Fase 2: Fase de planificación y diseño
- 4.3. Fase 3: Fase empírica
- 4.4. Fase 4: Fase analítica
- 4.5. Fase 5: Fase de difusión

#### Tema 5. Tipos de investigación cuantitativa

- 5.1. Investigación histórica
- 5.2. Investigación correlacional
- 5.3. Estudio de caso
- 5.4. Investigación "ex post facto" sobre hechos cumplidos
- 5.5. Investigación cuasi-experimental
- 5.6. Investigación experimental

#### Tema 6. Proceso y etapas de



**la investigación cualitativa**

- 6.1. Fase 1: Fase preparatoria
- 6.2. Fase 2: Fase de campo
- 6.3. Fase 3: Fase analítica
- 6.4. Fase 4: Fase informativa

**Tema 7. Tipos de investigación cualitativa**

- 7.1. La etnografía
- 7.2. La teoría fundamentada
- 7.3. La fenomenología
- 7.4. El método biográfico y la historia de vida
- 7.5. El estudio de casos
- 7.6. El análisis de contenido
- 7.7. El examen del discurso
- 7.8. La investigación acción participativa

**Tema 8. Técnicas e instrumentos para la recogida de datos cuantitativos**

- 8.1. La entrevista estructurada
- 8.2. El cuestionario estructurado
- 8.3. Observación sistemática
- 8.4. Escalas de actitud
- 8.5. Estadísticas
- 8.6. Fuentes secundarias de información

**Tema 9. Técnicas e instrumentos****para la recogida de datos cualitativos**

- 9.1. Entrevista no estructurada
- 9.2. Entrevista en profundidad
- 9.3. Grupos focales
- 9.4. Observación simple, no regulada y participativa
- 9.5. Historias de vida
- 9.6. Diarios
- 9.7. Análisis de contenidos
- 9.8. El método etnográfico

**Tema 10. Control de calidad de los datos**

- 10.1. Requisitos de un instrumento de medición
- 10.2. Procesamiento y análisis de datos cuantitativos
  - 10.2.1. Validación de datos cuantitativos
  - 10.2.2. Estadística para el análisis de datos
  - 10.2.3. Estadística descriptiva
  - 10.2.4. Estadística inferencial
- 10.3. Procesamiento y análisis de datos cualitativos
  - 10.3.1. Reducción y categorización
  - 10.3.2. Clarificar, sinterizar y comparar
- 10.4. Programas para el análisis cualitativo de datos textuales



*Accede, cuando y donde desees a los vídeo resúmenes de cada tema y adquieres un aprendizaje de gran efectividad gracias a TECH*



# 03

## Objetivos y competencias

La Licenciatura en Física permitirá, a quienes la cursen, realizar un recorrido por las diferentes áreas específicas que intervienen en la física teórica y experimental, junto con habilidades analíticas y de resolución de problemas. Esto le llevará al estudiante a conocer y dominar las leyes fundamentales de la naturaleza y acceder profesionalmente a diversas industrias y áreas científicas que reclaman este tipo de perfil laboral.

*Living  
SUCCESS*



“

*Alcanza tus metas profesionales  
con una titulación universitaria  
creada por un excelente equipo  
docente especializado en Física”*





### Objetivos generales

- Describir y asimilar las normas de Feynman para la electrodinámica cuántica, cromodinámica cuántica y la interacción débil que den solución a los problemas más frecuentes propios de esta área
- Desarrollar una comprensión sólida de los principios fundamentales de la física y su aplicación en diversos fenómenos naturales y sistemas físicos
- Adquirir habilidades matemáticas avanzadas y técnicas numéricas para abordar problemas complejos y modelar fenómenos físicos
- Fomentar la capacidad de análisis y razonamiento crítico para resolver problemas teóricos y experimentales en física
- Promover la habilidad para comunicar de manera efectiva conceptos físicos tanto de forma oral como escrita, a audiencias especializadas y no especializadas
- Fomentar la curiosidad intelectual y el pensamiento creativo para abordar cuestiones no resueltas en la física y proponer nuevas ideas y soluciones
- Desarrollar habilidades de trabajo en equipo para colaborar en proyectos científicos y experimentos
- Promover la ética y responsabilidad científica, aplicando principios éticos en la investigación y en el uso de los conocimientos científicos
- Impulsar la capacidad para adaptarse a nuevas tecnologías y métodos experimentales en el campo de la física
- Potenciar habilidades de liderazgo y gestión para dirigir proyectos de investigación y desarrollo en física



### Objetivos por asignatura

#### Álgebra lineal

- Conocerá distintos métodos de prueba o demostración matemática, así como el uso de variables y cuantificadores
- Identificar las operaciones sobre matrices, ya que éstas formarán parte sustancial dentro de las estructuras de datos usadas en todo tipo de programas informáticos
- Asimilar las bases de la programación lineal, la optimización y algunos de sus algoritmos principales

#### Cálculo I

- Conocer las bases del cálculo y del análisis numérico, partiendo de los conceptos esenciales de los mismos como las funciones, límites y sus cálculos
- Profundizar en el estudio de la teoría de derivación de funciones y sus aplicaciones esenciales, las principales interpretaciones y teoremas de funciones derivables con el fin de comprender el análisis numérico y de los errores
- Ahondar en los principales sistemas de numeración existentes y la propagación del error

#### Fundamentos de óptica

- Aprender los conceptos y conocimientos de mecánica clásica, ondas, óptica, y estructura de la materia mediante el estudio de los diferentes contextos y entornos del ámbito de la física conforme a una sólida base matemática
- Considerar los métodos numéricos de uso habitual en física, así como los principios elementales de la física de fluidos
- Asimilar y determinar los procesos de análisis, síntesis y razonamiento crítico enfocados a la resolución de problemas de manera efectiva en el ámbito de la mecánica clásica, ondas y óptica

### Fundamentos de electromagnetismo

- Identificar los conocimientos básicos sobre los campos eléctricos y magnéticos por medio del estudio del comportamiento de las cargas en un campo eléctrico y magnético
- Profundizar en los conocimientos necesarios para el cálculo básico en el estudio del electromagnetismo con el propósito de obtener conocimientos básicos sobre ondas electromagnéticas

### Cálculo II

- Comprender la naturaleza de las integrales de línea e integrales múltiples de campos escalares y vectoriales, así como de los límites de funciones de varias variables
- Estudiar los extremos, condicionados o no, de un campo escalar con el propósito de asimilar las herramientas matemáticas desarrolladas en esta materia para el estudio cuantitativo de problemas avanzados de cualquier rama del conocimiento

### Estadística I

- Reconocer los conceptos básicos de la estadística y la probabilidad; a través del empleo de las medidas de resumen de los datos, de las variables aleatorias y funciones de probabilidad
- Ahondar en los modelos de probabilidad para variables aleatorias y las técnicas e instrumentos de registro de información
- Asimilar los distintos métodos de selección, agrupamiento y presentación de datos, que permita seleccionar muestras identificando los medios más adecuados

### Historia de la física

- Revisar los cambios más significativos en la estructura, los métodos y los conceptos fundamentales de la Física a través del estudio de las aportaciones más importantes de diversas figuras que han practicado la física y la ha promovido en distintas épocas
- Profundizar en la perspectiva histórica; con el propósito de comprender la evolución de esta ciencia hasta nuestros días

### Cálculo numérico

- Dominar los conceptos básicos de probabilidad y estadística y usarlos en el análisis de datos a partir del estudio de los conceptos propios de los métodos numéricos como precisión, discretización, error numérico, acondicionamiento y normalización
- Ahondar en los elementos asociados a la modelización de sistemas físicos
- Profundizar en las bases teóricas de la estimación y asignación de errores en las simulaciones numéricas para plantear soluciones a problemas físicos complejos mediante técnicas numéricas

### Introducción a la física moderna

- Identificar y valorará la presencia de procesos físicos en la vida diaria y en escenarios tanto específicos como comunes mediante el estudio de las herramientas informáticas para resolver y modelar problemas físicos
- Ahondar los nuevos avances y hallazgos en el campo de la Física, tanto teórica como experimental
- Asimilar las herramientas necesarias destinadas a dar solución a los problemas de las distintas áreas de aplicación de los principios, teorías y preceptos de la física

### Métodos matemáticos

- Conocer los aspectos esenciales de los espacios métricos y de Hilbert las características de los operadores lineales y la teoría de Surm-Liouville
- Ahondar en la topología de los espacios métricos; con la finalidad de asimilar las teorías de grupos y de representación de grupos, para el cálculo tensorial y sus aplicaciones a la física

### Métodos numéricos y transformadas

- Describir las principales estrategias de diseño de algoritmos, así como los distintos métodos y medidas para el cálculo de los mismos
- Ahondar en su funcionamiento con árboles y grafos, a fin de aprender las principales estrategias de búsqueda de caminos mínimos; con el propósito de hacer planteamiento de problemas esenciales del ámbito y algoritmos para su resolución

### Óptica

- Obtener los conocimientos básicos de óptica geométrica; fundamentando los principios físicos en los cuales se basan los instrumentos ópticos más comunes
- Ahondar en la descripción de los fenómenos ópticos presentes en la vida diaria
- Enfocar los conceptos de óptica a la resolución de problemas físicos relacionados con este tópico y comprender la relación entre la óptica y otras disciplinas de la física

### Estadística II

- Exponer los diversos modelos de distribución de probabilidad y estadística; a través de la revisión de las inversiones futuras y manejo de los resultados
- Ahondar en las políticas de la empresa y la economía del país con el propósito de dominar una correcta toma de decisiones en relación a la situación de la empresa

### Ecuaciones diferenciales

- Describir las principales herramientas empleadas en la resolución de los tipos más comunes de ecuaciones mediante el estudio de los principales métodos enfocados en ecuaciones diferenciales, ordinarias y en derivadas parciales
- Modelizar diferentes fenómenos físicos

### Campos y ondas

- Definir de manera cualitativa y cuantitativamente los mecanismos básicos del fenómeno de propagación de ondas electromagnéticas y su interacción con obstáculos, tanto en el espacio libre como en sistemas de guiado
- Identificar los parámetros fundamentales de los medios de transmisión de un sistema de comunicaciones con el fin de dominar las técnicas de adaptación de impedancias y de resolver problemas de líneas de transmisión

### Mecánica clásica I

- Distinguir los conocimientos que conforman la mecánica de Newton; a partir de la valoración y estudio de las rotaciones del sólido rígido, el tensor de inercia y las ecuaciones de Euler
- Ahondar en el tratamiento de los sistemas de partículas y sólido rígido; con el fin de resolver problemas de fuerzas centrales mediante la simetría rotacional

### Mecánica clásica II

- Revisar los sistemas de partículas y osciladores simples y acoplados, así como los elementos que conforman la Dinámica Relativista mediante la descripción de las herramientas matemáticas asociadas a los cuadvectores
- Ahondar en los formalismos Lagrangiano y Hamiltoniano con el fin de fundamentarlos y dar solución a problemas de mecánica clásica usando, tanto el formulismo de Newton, como los de Lagrange y Hamilton

### Cálculo con variable compleja

- Conocer las propiedades de los números complejos y las operaciones que se pueden llevar a cabo mediante el reconocimiento de las funciones multivaluadas sus propiedades; derivando funciones de variable compleja
- Integrar funciones de variable compleja y conocer los teoremas más importantes en derivación, integración y continuidad de funciones con variable compleja

### Termodinámica

- Revisar diferentes métodos matemáticos y numéricos de uso habitual en Termodinámica mediante la comprensión de los cuatro principios de la termodinámica enfocados al estudio de sistemas termodinámicos
- Ahondar en las nociones básicas de mecánica estadística; con el propósito de optimizar los procesos de análisis, síntesis y razonamiento crítico para resolver problemas en el ámbito de la termodinámica y diferentes contextos de la Física

### Electromagnetismo I

- Describir los aspectos básicos del campo eléctrico y sus propiedades mediante la comprensión del funcionamiento de la electrostática tanto en el vacío como en medios materiales
- Ahondar en los métodos de análisis vectorial enfocado al campo eléctrico con el fin de obtener una comprensión básica del campo inducción magnética, en el cual se profundizará

### Electromagnetismo II

- Manejar los principales elementos asociados al campo magnético y sus propiedades; fundamentando las ecuaciones de Maxwell y comprendiendo el funcionamiento de las ondas electromagnéticas y su propagación
- Ahondar en la magnetostática tanto en medios materiales como en el vacío; con el fin de fortalecerá los conceptos relacionados con las leyes de conservación en electromagnetismo, a favor de la resolución de problemas propios del área



### Física nuclear y de partículas

- Dominar los conceptos básicos asociados a la física nuclear y de partículas a través de la comprensión de los diagramas de Feynman, su uso y métodos para dibujarlos
- Ahondar en las propiedades nucleares, la estructura nuclear e interacción fuerte; con el fin de distinguir los procesos de desintegración nuclear que permita hacer cálculos de colisiones relativistas

### Física de materiales

- Reflexionar acerca de la relación que existe entre la ciencia de los Materiales y la Física, así como de la aplicabilidad de esta ciencia en la tecnología actual
- Señalar la conexión entre la estructura microscópica (atómica, nanométrica o micrométrica) y las propiedades macroscópicas de los materiales
- Ahondar en el papel de algunos programas informáticos que simulan sistemas físicos en el ámbito de la Ciencia de Materiales a fin de asimilar las técnicas experimentales más relevantes que permitan discernir el uso de éstas en la resolución de problemas en Ciencia de Materiales

### Geofísica

- Ser capaz de comprender la relación que existe entre los principios de la Física y el estudio de la Tierra a través de la descripción y comprensión de los procesos físicos fundamentales de nuestro planeta
- Ahondar en los métodos matemáticos para su análisis con el fin de asimilar las técnicas básicas para estudiar las propiedades físicas, estructura y dinámica de la Tierra para la mitigación de riesgos naturales

### Electrónica analógica y digital

- Explicar el funcionamiento de los circuitos electrónicos lineales, no lineales y digitales mediante la comprensión de los diferentes dispositivos electrónicos y su funcionamiento
- Describir las características de los sistemas analógicos, las funciones lógicas y circuitos combinatoriales y los sistemas secuenciales, entre otros
- Señalar las distintas formas de especificación e implementación de sistemas digitales

### Mecánica de fluidos

- Valorar los conceptos generales de Física de fluidos reconociendo las características básicas de los fluidos en diversas condiciones y la utilidad de las ecuaciones básicas de la dinámica de fluidos
- Manejar las ecuaciones de Navier-Stokes para explicar sus comportamientos; con el propósito de dar solución a los problemas relacionados con este tópico en distintos contextos de acción

### Física de altas energías

- Dominar los conocimientos más importantes asociados a la teoría cuántica de campos y las matemáticas de teoría de grupos desde la perspectiva de la física de partículas elementales
- Explicar los mecanismos de rotura espontánea de simetría y el mecanismo de Higgs observando con consideración de la física de neutrinos, sus masas y oscilaciones

### Física estadística

- Definir los elementos que componen la teoría de Colectividades, enfocándola en el estudio de sistemas ideales e interactivos
- Ahondar en las transiciones de fase y fenómenos críticos a través de la explicación de la Teoría de Procesos estocásticos, y de la teoría Cinética elemental de procesos de transporte

### Física cuántica I

- Señalar y asimilar los conceptos fundamentales de la física cuántica, y su articulación en leyes y teorías mediante el estudio de los procesos físicos más habituales en física cuántica que dan lugar a los postulados en esta área del conocimiento
- Explicar las herramientas matemáticas que más le caracterizan con la finalidad de asimilar las leyes físicas a nivel subatómico para la resolución de problemas de Mecánica Cuántica

### Física cuántica II

- Dominar las características de las diferentes imágenes de la Física Cuántica, del momento angular, y de las funciones de onda espinoriales; a través del estudio de los sistemas compuestos, y de los modelos atómicos
- Adquirir las herramientas que lo lleven a comprender las leyes físicas a nivel subatómico

### Relatividad general y cosmología

- Reflexionar acerca de los elementos fundamentales que integran la relatividad general, la cosmología y el universo primitivo mediante el estudio de las ecuaciones de Einstein en formato tensorial y familiarizarse con la solución de Schwarzschild
- Enfocar los conocimientos de cálculo y álgebra al estudio y comprensión de la gravedad, desde la perspectiva de la teoría de la relatividad general, y hacer frente a los nuevos retos en esta materia

### Astrofísica

- Comprender y dominar los métodos matemáticos y numéricos de uso habitual en Astrofísica mediante el aprendizaje de los nuevos desarrollos y avances en ese campo, tanto teórica como experimental
- Ahondar en los procesos físicos más habituales en Cosmología, en física Planetaria y Solar
- Reflexionar y conocer el funcionamiento del universo tanto a escala cosmológica como a escala estelar

### Teoría cuántica de campos

- Adquirir los fundamentos de la teoría cuántica de campos, incluyendo las básicas sobre los campos de Klein-Gordon, Dirac y el campo electromagnético
- Reconocer la importancia de las simetrías Carga Paridad Tiempo (CPT), las violaciones de simetrías más comunes y el teorema de conservación de la simetría CPT
- Indagar acerca de los problemas principales de la cuantización de los campos y cómo se soluciona

### Termodinámica avanzada

- Analizar los principios de la termodinámica y los elementos asociados al concepto de colectividad a través del estudio de los componentes relacionados con la estadística de bosones y la de bariones para explicar sus diferencias
- Ahondar en las nociones básicas del modelo de Ising con el propósito de distinguir qué colectividad será más útil al estudio de un determinado sistema en función del tipo de sistema termodinámico

### Información y computación cuántica

- Manejar las nociones básicas sobre la teorías semiacuántica y cuántica de la interacción luz materia a través del aprendizaje de adquirir elementos de información clásica y cuántica
- Ahondar en los algoritmos más comunes de encriptación cuántica de la información; para finalmente valorar y optimizar las implementaciones más comunes de la información cuántica

### Termodinámica de la atmósfera

- Analizar la importancia de los fenómenos termodinámicos, así como el papel y efecto determinante del vapor del agua en la atmósfera
- Realizar el estudio reflexivo de los fundamentos de la termodinámica de la atmósfera, las características y transformación del al agua

### Meteorología y climatología

- Examinar las propiedades generales del sistema climático, y los factores que influyen en sus cambios, así como los fundamentos y alcance general de las ciencias atmosféricas
- Analizar las propiedades radiactivas del sistema Tierra-atmósfera y las propiedades
- termodinámicas de la atmósfera
- Asimilar las características y propiedades generales de la atmósfera desde el punto de vista meteorológico

### Biofísica

- Analizar las características más importantes que componen a los sistemas vivos desde la perspectiva de la física; a partir del estudio de los procesos básicos sobre la física de los impulsos nerviosos
- Considerar las relaciones matemáticas que modelan los procesos biológicos; con la intención de dominar los aspectos relevantes sobre los diferentes tipos de transporte de las membranas celulares y su funcionamiento

### Gestión de proyectos

- Examinar los conceptos fundamentales de la dirección de proyectos, así como las distintas etapas de la gestión de proyectos como son el inicio, la planificación, la gestión de los interesados (stakeholders) y el alcance
- Distinguir el funcionamiento de los procesos de aprovisionamiento, ejecución, monitorización, control y cierre de un proyecto

### Metodología de la investigación

- Analizar a la investigación como una forma de ampliar y actualizar los conocimientos en esta área, así como una forma de involucra con su contexto y despertar su interés en determinados problemas
- Estudiar los elementos que le permitan al alumnado tener bases conceptuales y metodológicas sólidas y variadas con el propósito de orientar y resolver dudas que puedan presentar en este campo



## Competencias

- Explicar y enfocar los procesos que dan lugar a la formación de nubes, a la precipitación y a las fuerzas fundamentales que intervienen en el movimiento del aire
- Aplicar matrices y vectores en el análisis de sistemas físicos
- Utilizar técnicas de cálculo para analizar el comportamiento de variables físicas
- Aplicar las leyes fundamentales del electromagnetismo para resolver problemas físicos
- Interpretar resultados de incertidumbre y errores en mediciones físicas
- Aplicar métodos matemáticos para resolver problemas en diversas áreas de la física
- Reflexionar sobre las implicaciones éticas y sociales de la investigación y la aplicación de los conocimientos en física



# 04

## ¿Por qué nuestro programa?

La Licenciatura en Física presenta un plan de estudios completo y actualizado creado a través de una metodología pedagógica que se adapta a las necesidades reales de los estudiantes. Es decir, aporta la flexibilidad necesaria para poder compatibilizar las responsabilidades diarias con una enseñanza de calidad. De esta forma, sin requerir de la asistencia presencial a centros, ni clases con horarios establecidos, el alumnado dispone de una mayor libertad de autogestión de estudio.

*Te damos +*



*Estudia Física sin desplazamientos  
ni complicaciones y con el mejor  
material didáctico del panorama  
académico actual”*

## 46 | ¿Por qué nuestro programa?

Esta Licenciatura ofrece múltiples ventajas y características únicas que permitirán al estudiante avanzar en su carrera. Estos son los 10 motivos por los que vale la pena estudiar la Licenciatura en Física en Tech Universidad:

01

### La mejor institución

---

Tech Universidad hizo una apuesta decidida por la enseñanza digital, incluyendo en diversas facultades entre las que se desarrolla esta licenciatura. Además, incluye posgrados, diferentes líneas de investigación y publicaciones, que ha llevado a esta institución académica a atraer a numerosos estudiantes de diferentes puntos geográficos.

02

### El mejor plan de estudios

---

Esta institución académica ha diseñado y creado un completo plan de estudios que aborda todos y cada uno de los elementos indispensables para poder convertirse en un físico excepcional. Por esta razón, presenta una estructura que le llevará al estudiante a conseguir conocimientos sólidos a lo largo de este itinerario académico.

03

### Titulación directa

---

No hará falta que hagas una tesina ni examen final de carrera, ni tendrás que cursar un diplomado o algún otro curso para obtener tu título. En TECH tendrás una vía directa de titulación tras completar el periodo de Servicio Social a través de esta institución universitaria\*.

04

### Los mejores recursos pedagógicos 100% en línea

---

Tech Universidad pone al alcance de los estudiantes de esta licenciatura la última metodología educativa online, basada en tecnología internacional de vanguardia, que permite estudiar sin tener que asistir a clase, y sin renunciar a adquirir ninguna competencia indispensable en la disciplina de la Física.

05

### Máxima orientación laboral

---

Esta licenciatura está orientada a no solo ofrecer una enseñanza académica teórica-práctica, sino que también está enfocada al desarrollo personal y laboral del estudiante en un área que desea estudiar con máxima pasión. Una visión que da la oportunidad actual de obtener un aprendizaje que repercutirá notablemente en su futuro profesional.

\*De acuerdo al Reglamento 03-30-81 para la prestación del servicio social de los estudiantes de las instituciones de educación superior se entiende por servicio social, aquellas actividades de carácter temporal y obligatorio que realizan los estudiantes y pasantes de las carreras profesionales y técnicas tendientes a la aplicación de los conocimientos y habilidades adquiridos en beneficio de la sociedad y del Estado y que redundan en el ejercicio de la práctica profesional... que en ningún caso será menor de 480 horas cubiertas en un lapso que no podrá ser menor de seis meses, ni mayor de dos años y podrá iniciarse una vez que se haya cubierto al menos el 70% de las asignaturas del programa.

06

### Acceso directo al mundo académico

Esta Licenciatura abre múltiples posibilidades laborales, entre ellas, la académica. Un campo donde la Física lleva un recorrido extenso que ha permitido desarrollar teorías desafiantes y otras aún por contrastar y explorar. Un amplio universo científico que se abre con esta Licenciatura.

07

### Idiomas gratuitos

Solo por elegir la Licenciatura, TECH regalará el estudio de idiomas de forma gratuita. El estudiante tendrá la oportunidad de cursar los diferentes programas de idiomas, de cualquier nivel de dificultad mientras dure la Licenciatura, dentro de la oferta de 48 programas diferentes de la Escuela de Idiomas.

08

### Posgrado gratuito

TECH apuesta por ofrecerle siempre al alumno las mejores opciones para su futuro. Por eso, cuando finalice la Licenciatura, podrá elegir y realizar de forma totalmente gratuita uno de los muchos másteres de alta calidad y prestigio que ofrece esta institución. Así, el estudiante egresado no solo podrá comenzar a especializarse, sino que mejorará de forma inmediata sus perspectivas profesionales a corto plazo.

09

### Accede de forma prioritaria a posgrados

La apuesta de Tech Universidad es máxima con la enseñanza académica al más alto nivel. Por esta razón, el estudiante encontrará en el amplio catálogo de programas, los mejores posgrados a los que tendrá acceso prioritario por ser egresado de la licenciatura.

10

### Investigación en Física

TECH ofrece a todos sus egresados programas de desarrollo de ideas y profundización en el área científica a través de sus líneas de investigación, y la oportunidad de participar en el desarrollo de proyectos de I+D+i, para seguir vinculados a la universidad implementando procesos de transferencia de resultados al tejido empresarial.

*Aplica tus conocimientos de Física a áreas como la Medicina, la Ingeniería o la investigación científica.*



# 05

## Idiomas gratuitos

Convencidos de que la formación en idiomas es fundamental en cualquier profesional para lograr una comunicación potente y eficaz, TECH ofrece un itinerario de aprendizaje de idiomas complementario al plan de estudios curricular, en el que el estudiante, además de adquirir las competencias de la licenciatura, podrá aprender idiomas de un modo sencillo y práctico.

*Acredita tu  
competencia  
lingüística*



“

*TECH te incluye el estudio de idiomas en la Licenciatura de forma ilimitada y gratuita”*

### IDIOMAS

En el mundo competitivo de hoy, hablar otros idiomas forma parte clave de nuestra cultura moderna. Hoy en día, resulta imprescindible disponer de la capacidad de hablar y comprender otros idiomas, además de lograr un título oficial que acredite y reconozca la competencia en aquellos que se dominen. De hecho, ya son muchos los colegios, las universidades y las empresas que sólo aceptan a candidatos que certifican su nivel mediante un título oficial en base al Marco Común Europeo de Referencia para las Lenguas (MCER).

El Marco Común Europeo de Referencia para las Lenguas, es el máximo sistema oficial de reconocimiento y acreditación del nivel de idiomas del alumno. Aunque existen otros sistemas de validación, estos proceden de instituciones privadas y, por tanto, no tienen validez oficial. El MCER establece un criterio único para determinar los distintos niveles de dificultad de los cursos y otorga los títulos reconocidos sobre el nivel de idioma que poseemos.

En TECH ofrecemos los únicos cursos intensivos de preparación para la obtención de certificaciones oficiales de nivel de idiomas, basados 100% en el MCER. Los 48 Cursos de Preparación de Nivel idiomático que tiene la Escuela de Idiomas de TECH están desarrollados en base a las últimas tendencias metodológicas de aprendizaje online, el enfoque orientado a la acción y el enfoque de adquisición de competencia lingüística, con la finalidad de prepararte para los exámenes oficiales de certificación de nivel.

El alumno aprenderá mediante actividades, historias y contextos reales, la resolución de situaciones cotidianas y básicas de comunicación en entornos simulados de aprendizaje y se enfrentará a simulacros reales de examen, para la preparación intensiva de la prueba de certificación de nivel. Estos simulacros están desarrollados a partir de software de última generación, que permite facilitar el aprendizaje inmersivo.

“48 Cursos de Preparación de Nivel para la certificación oficial de 8 idiomas en los niveles MCER A1, A2, B1, B2, C1 y C2”





TECH incorpora, como contenido extracurricular al plan de estudios oficial, la posibilidad de que el alumno estudie idiomas, seleccionando aquellos que más le interesen de entre la gran oferta disponible:

- Podrá elegir los Cursos de Preparación de Nivel de los idiomas, y nivel que desee, de entre los disponibles en la Escuela de Idiomas de TECH, mientras estudie la licenciatura, para poder prepararse el examen de certificación de nivel
- En cada programa de idiomas tendrá acceso a todos los niveles MCER, desde el nivel A1 hasta el nivel C2
- Cada año podrá presentarse a un examen telepresencial de certificación de nivel, con un profesor nativo experto. Al terminar el examen, TECH le expedirá un certificado de nivel de idioma
- Estudiar idiomas NO aumentará el coste del programa. El estudio ilimitado y la certificación anual de cualquier idioma, están incluidas en la Licenciatura



“ Solo el coste de los cursos de preparación de idiomas y los exámenes de certificación, que puedes llegar a hacer gratis, valen más de 3 veces el precio de la Licenciatura completa”



# 06

## Maestría gratuita

Para TECH lo más importante es que sus estudiantes rentabilicen su carrera, y egresen con todas las posibilidades de desarrollo personal y futuro profesional. Por esta razón se incluye en la inscripción de la Licenciatura el estudio sin coste de una Maestría.



“

*TECH te ofrece un Máster Propio gratuito  
incluido en la matrícula de la Licenciatura”*



## Estudiar en TECH Universidad tiene sus ventajas

Los Másteres Propios de Tech Universidad, son programas de perfeccionamiento de posgrado con reconocimiento propio de la universidad a nivel internacional, de un año de duración y 1500 horas de reconocimiento. Su nivel de calidad es igual o mayor al de Maestría Oficial y permiten alcanzar un grado de conocimiento superior.

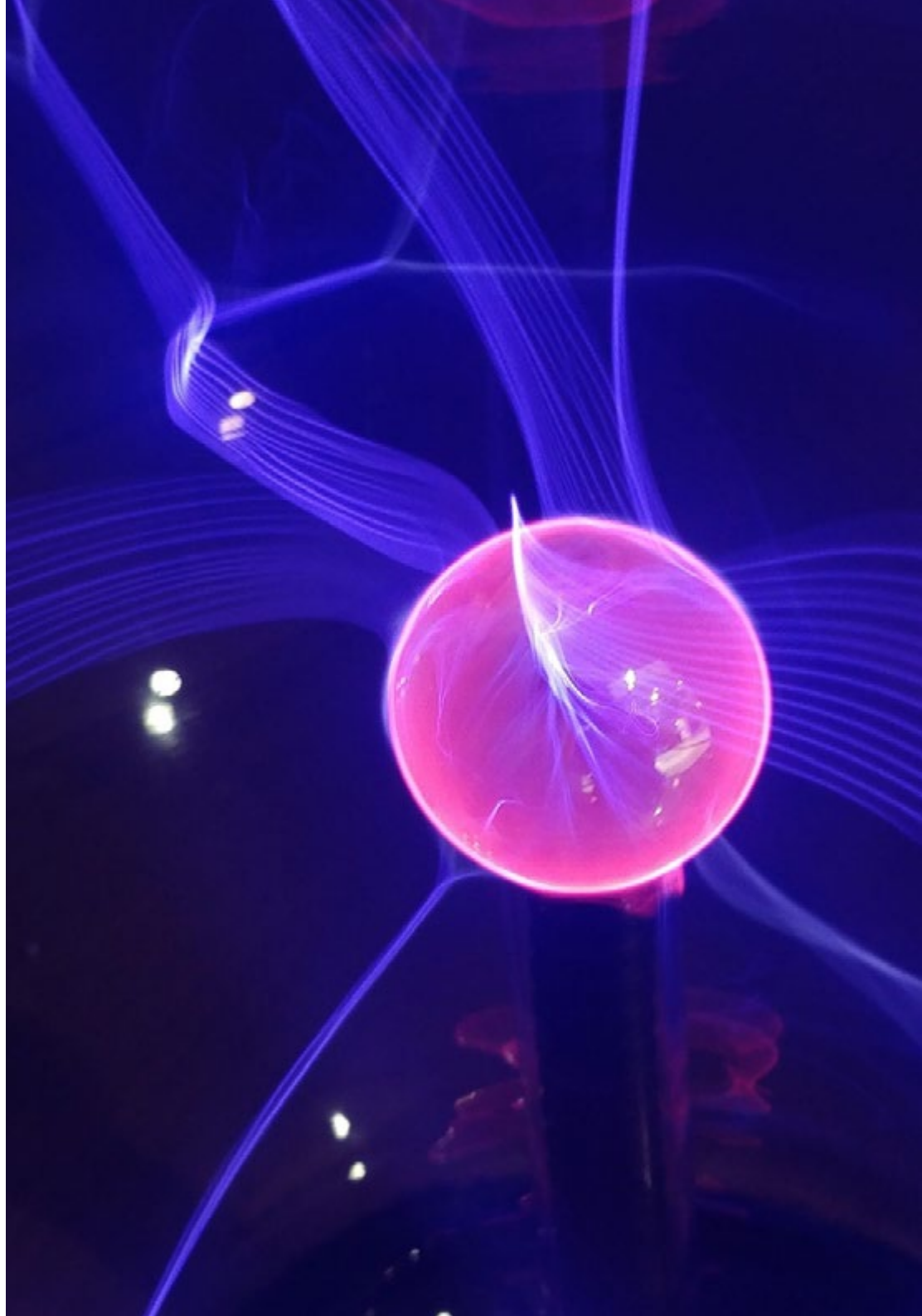
La orientación del Máster Propio al mercado laboral y la exigencia para recoger los últimos avances y tendencias en cada área, hacen de ellos programas de alto valor para las personas que deciden estudiar en la universidad con el fin de mejorar sus perspectivas de futuro profesional.

En la actualidad, TECH ofrece la mayor oferta de posgrado y formación continuada del mundo en español, por lo que el estudiante tiene la oportunidad de elegir el itinerario que más se ajuste a sus intereses y lograr dar un paso adelante en su carrera profesional. Además, podrá terminar la Licenciatura con una certificación de grado superior, ya que al poder cursar el Máster Propio en el último año de carrera, podrá egresar de su estudio con el Título de Licenciatura más el certificado de Máster Propio.

El coste del Máster Propio incluido en la Licenciatura es de alto valor. Estudiando ambos TECH permite un ahorro de hasta el 60% del total invertido en el estudio. Ninguna otra universidad ofrece una propuesta tan potente y dirigida a la empleabilidad como esta.



*Ahorrarás hasta un 60% estudiando la Licenciatura en TECH*



Estudia un Máster Propio de TECH desde el último año de la Licenciatura en Traducción e Interpretación:

- Solo por inscribirse en la licenciatura, TECH incluye sin costo cualquiera de los posgrados de Máster Propio del área de conocimiento que elija
- TECH tiene la mayor oferta de posgrado del mundo en español sobre la que el estudiante podrá elegir el suyo para orientarse laboralmente antes de terminar la Licenciatura
- Podrá estudiar simultáneamente las asignaturas del último año de la licenciatura y los contenidos del Máster Propio para egresar con el título y la certificación de máster
- Estudiar el posgrado NO aumentará el coste de la colegiatura. El estudio y certificación del Máster Propio, está incluido en el precio de la Licenciatura

“

*Desarrolla habilidades analíticas y de resolución de problemas en el mundo de la Física gracias a esta titulación”*



## Salidas profesionales

El perfil de egreso de la Licenciatura en Física de TECH es el de un licenciado con gran capacidad de adaptación y con claridad de pensamiento. Posee una gran capacidad de análisis, interés por explorar nuevas líneas de investigación y encontrar respuestas a algunos de los problemas sin resolver de esta disciplina. Además, tendrá dotes de liderazgo para la gestión de proyectos en cualquier industria que requiera de un físico.

*Upgrading..*

The background of the page features a complex abstract graphic. It consists of several overlapping, semi-transparent blue and orange shapes that resemble particle tracks or wave patterns. These shapes are set against a dark, gradient background that transitions from black at the top to a deep blue at the bottom. The overall effect is one of dynamic energy and scientific precision.



“

*Elige tu campo de acción y  
haz de tu trabajo tu pasión”*



### Perfil profesional

El licenciado en Física es el de un profesional competente y con habilidades para desempeñarse, de manera responsable, en los sectores donde su perfil es altamente demandado. Para ello contará con las competencias laborales requeridas para poder desarrollarse con éxito en esta faceta y contribuir notablemente al crecimiento de las empresas que lo contraten.

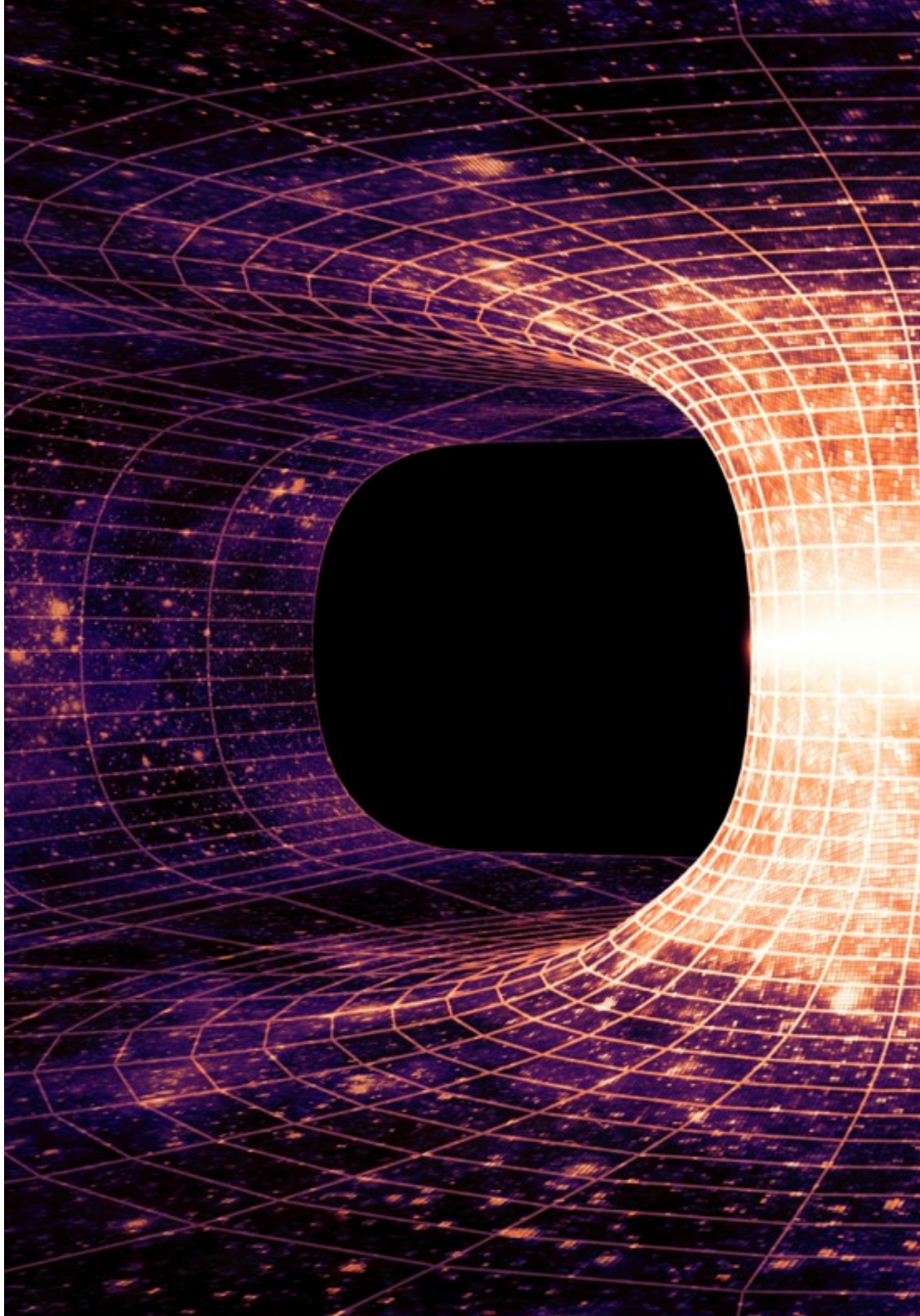
El alumnado cuenta con una capacidad de mejora constante, adaptación, investigación y crecimiento derivadas de una manera de pensar y analizar que será una de las competencias básicas que desarrollará en el programa de Licenciatura.

La preparación alcanzada con TECH le permite comprender y analizar el entorno que le rodea y su sentido crítico le hace competente para interpretar la veracidad de la información que recibe y tomar decisiones en el diseño de alternativas de solución a las problemáticas propias de su disciplina.

El egresado es un licenciado técnicamente solvente y preparado para desempeñarse profesionalmente en el campo laboral.

### Perfil investigativo

El egresado en la Licenciatura en Física tendrá conocimientos sólidos sobre metodología científica que le permitirá desenvolverse con éxito en esta faceta científica. Un espacio donde podrá sumergirse en numerosas líneas de estudio, aportar su pensamiento crítico, ejecutar experimentos e interpretar los datos experimentales. Todo ello, además, en un trabajo colaborativo con otros científicos y exponiendo ante dicha comunidad los hallazgos alcanzados.





## Perfil ocupacional y campo de acción

Tras el logro de los objetivos de formación planteados en este programa, el egresado en la Licenciatura en Física tendrá la capacidad de planificar, dirigir, gestionar y mejorar los procesos de pensamiento crítico, análisis de situaciones y elaboración de respuestas eficientes innovadoras, ajustadas y precisas.

El egresado de TECH en Física tras finalizar sus estudios, estará preparado para desempeñar los siguientes puestos de trabajo:

- Ingeniero de desarrollo de productos tecnológicos
- Científico de datos
- Meteorólogo
- Analista financiero cuantitativo
- Especialista en energía renovable
- Investigador científico



*Desarrolla habilidades analíticas y de resolución de problemas en el mundo de la Física gracias a esta titulación”*



# 08

## Metodología

Este programa de capacitación ofrece una forma diferente de aprender. Nuestra metodología se desarrolla a través de un modo de aprendizaje de forma cíclica: **el Relearning**.

Este sistema de enseñanza es utilizado, por ejemplo, en las facultades de medicina más prestigiosas del mundo y se ha considerado uno de los más eficaces por publicaciones de gran relevancia como el **New England Journal of Medicine**.

*Excelencia  
Flexibilidad  
Vanguardia*





“

*Descubre el Relearning, un sistema que abandona el aprendizaje lineal convencional para llevarte a través de sistemas cíclicos de enseñanza: una forma de aprender que ha demostrado su enorme eficacia, especialmente en las materias que requieren memorización”*

### Estudio de Caso para contextualizar todo el contenido

Nuestro programa ofrece un método revolucionario de desarrollo de habilidades y conocimientos. Nuestro objetivo es afianzar competencias en un contexto cambiante, competitivo y de alta exigencia.

“

*Con TECH podrás experimentar una forma de aprender que está moviendo los cimientos de las universidades tradicionales de todo el mundo”*



*Accederás a un sistema de aprendizaje basado en la reiteración, con una enseñanza natural y progresiva a lo largo de todo el temario.*



*El alumno aprenderá, mediante actividades colaborativas y casos reales, la resolución de situaciones complejas en entornos empresariales reales.*

### Un método de aprendizaje innovador y diferente

El presente programa de TECH es una enseñanza intensiva, creada desde 0, que propone los retos y decisiones más exigentes en este campo, ya sea en el ámbito nacional o internacional. Gracias a esta metodología se impulsa el crecimiento personal y profesional, dando un paso decisivo para conseguir el éxito. El método del caso, técnica que sienta las bases de este contenido, garantiza que se sigue la realidad económica, social y profesional más vigente.

“ *Nuestro programa te prepara para afrontar nuevos retos en entornos inciertos y lograr el éxito en tu carrera*”

El método del caso ha sido el sistema de aprendizaje más utilizado por las mejores facultades del mundo. Desarrollado en 1912 para que los estudiantes de Derecho no solo aprendiesen las leyes a base de contenidos teóricos, el método del caso consistió en presentarles situaciones complejas reales para que tomaran decisiones y emitieran juicios de valor fundamentados sobre cómo resolverlas. En 1924 se estableció como método estándar de enseñanza en Harvard.

Ante una determinada situación, ¿qué debería hacer un profesional? Esta es la pregunta a la que te enfrentamos en el método del caso, un método de aprendizaje orientado a la acción. A lo largo del programa, los estudiantes se enfrentarán a múltiples casos reales. Deberán integrar todos sus conocimientos, investigar, argumentar y defender sus ideas y decisiones.



## Relearning Methodology

TECH aún de forma eficaz la metodología del Estudio de Caso con un sistema de aprendizaje 100% online basado en la reiteración, que combina 8 elementos didácticos diferentes en cada lección.

Potenciamos el Estudio de Caso con el mejor método de enseñanza 100% online: el Relearning.

*En 2019 obtuvimos los mejores resultados de aprendizaje de todas las universidades online en español en el mundo.*

En TECH se aprende con una metodología vanguardista concebida para capacitar a los directivos del futuro. Este método, a la vanguardia pedagógica mundial, se denomina Relearning.

Nuestra universidad es la única en habla hispana licenciada para emplear este exitoso método. En 2019, conseguimos mejorar los niveles de satisfacción global de nuestros alumnos (calidad docente, calidad de los materiales, estructura del curso, objetivos...) con respecto a los indicadores de la mejor universidad online en español.



En nuestro programa, el aprendizaje no es un proceso lineal, sino que sucede en espiral (aprender, desaprender, olvidar y reaprender). Por eso, se combinan cada uno de estos elementos de forma concéntrica. Con esta metodología se han capacitado más de 650.000 graduados universitarios con un éxito sin precedentes en ámbitos tan distintos como la bioquímica, la genética, la cirugía, el derecho internacional, las habilidades directivas, las ciencias del deporte, la filosofía, el derecho, la ingeniería, el periodismo, la historia o los mercados e instrumentos financieros. Todo ello en un entorno de alta exigencia, con un alumnado universitario de un perfil socioeconómico alto y una media de edad de 43,5 años.

*El Relearning te permitirá aprender con menos esfuerzo y más rendimiento, implicándote más en tu capacitación, desarrollando el espíritu crítico, la defensa de argumentos y el contraste de opiniones: una ecuación directa al éxito.*

A partir de la última evidencia científica en el ámbito de la neurociencia, no solo sabemos organizar la información, las ideas, las imágenes y los recuerdos, sino que sabemos que el lugar y el contexto donde hemos aprendido algo es fundamental para que seamos capaces de recordarlo y almacenarlo en el hipocampo, para retenerlo en nuestra memoria a largo plazo.

De esta manera, y en lo que se denomina Neurocognitive context-dependent e-learning, los diferentes elementos de nuestro programa están conectados con el contexto donde el participante desarrolla su práctica profesional.



Este programa ofrece los mejores materiales educativos, preparados a conciencia para los profesionales:



#### Material de estudio

Todos los contenidos didácticos son creados por los especialistas que van a impartir el curso, específicamente para él, de manera que el desarrollo didáctico sea realmente específico y concreto.

Estos contenidos son aplicados después al formato audiovisual, para crear el método de trabajo online de TECH. Todo ello, con las técnicas más novedosas que ofrecen piezas de gran calidad en todos y cada uno los materiales que se ponen a disposición del alumno.



#### Clases magistrales

Existe evidencia científica sobre la utilidad de la observación de terceros expertos.

El denominado Learning from an Expert afianza el conocimiento y el recuerdo, y genera seguridad en las futuras decisiones difíciles.



#### Prácticas de habilidades y competencias

Realizarán actividades de desarrollo de competencias y habilidades específicas en cada área temática. Prácticas y dinámicas para adquirir y desarrollar las destrezas y habilidades que un especialista precisa desarrollar en el marco de la globalización que vivimos.



#### Lecturas complementarias

Artículos recientes, documentos de consenso y guías internacionales, entre otros. En la biblioteca virtual de TECH el estudiante tendrá acceso a todo lo que necesita para completar su capacitación.





**Case studies**

Completarán una selección de los mejores casos de estudio elegidos expresamente para esta titulación. Casos presentados, analizados y tutorizados por los mejores especialistas del panorama internacional.



**Resúmenes interactivos**

El equipo de TECH presenta los contenidos de manera atractiva y dinámica en píldoras multimedia que incluyen audios, vídeos, imágenes, esquemas y mapas conceptuales con el fin de afianzar el conocimiento.

Este exclusivo sistema educativo para la presentación de contenidos multimedia fue premiado por Microsoft como "Caso de éxito en Europa".



**Testing & Retesting**

Se evalúan y reevalúan periódicamente los conocimientos del alumno a lo largo del programa, mediante actividades y ejercicios evaluativos y autoevaluativos para que, de esta manera, el estudiante compruebe cómo va consiguiendo sus metas.





# 09

## Requisitos de acceso y proceso de admisión

El proceso de admisión de TECH es el más sencillo de las universidades en línea en todo el país. Podrás comenzar la licenciatura sin trámites ni demoras: empieza a preparar la documentación y entrégala más adelante, sin premuras. Lo más importante para TECH es que los procesos administrativos, para ti, sean sencillos y no te ocasionen retrasos, ni incomodidades.





“

*Ayudándote desde el inicio, TECH ofrece el procedimiento de admisión más sencillo y rápido de todas las universidades en línea del país”*



## 70 | Requisitos de acceso y proceso de admisión

### Requisitos de acceso

Los estudios de Licenciatura con reconocimiento oficial requieren de un perfil académico mínimo de ingreso para poder realizar la inscripción.

Los estudiantes interesados en acceder al programa de Licenciatura deberán contar con la documentación que acredite haber concluido previamente sus estudios de Bachillerato o equivalente.

Ante cualquier duda, TECH ofrecerá un servicio de consultoría gratuito en la dirección de correo electrónico: [informacion@techtitute.com](mailto:informacion@techtitute.com)

### Proceso de admisión

Para TECH es del todo fundamental que, en el inicio de la relación académica, el alumno esté centrado en el proceso de enseñanza, sin demoras ni preocupaciones relacionadas con el trámite administrativo. Por ello, hemos creado un protocolo más sencillo en el que podrás concentrarte, desde el primer momento en tu formación, contando con un plazo mucho mayor de tiempo para la entrega de la documentación pertinente.

De esta manera, podrás incorporarte al curso tranquilamente. Algún tiempo más tarde, te informaremos del momento en el que podrás ir enviando los documentos, a través del campus virtual, de manera muy sencilla, cómoda y rápida. Sólo deberás cargarlos y enviarlos, sin traslados ni pérdidas de tiempo.

Llegado el momento podrás contar con nuestro soporte, si te hace falta. Todos los documentos que nos facilites deberán ser rigurosamente ciertos y estar en vigor en el momento en que los envías.



*Juntos creamos una universidad  
innovadora y llena de talento”*





En cada caso, los documentos que debes tener listos para cargar en el campus virtual son:

### Estudiantes con estudios universitarios realizados en México

Deberán subir al Campus Virtual, escaneados con calidad suficiente para su lectura, los siguientes documentos:

- ♦ Copia digitalizada del documento que ampare la identidad legal del alumno: acta de nacimiento, carta de naturalización, acta de reconocimiento, acta de adopción, Cédula de Identificación Personal o Documento Nacional de Identidad, Pasaporte, Certificado Consular o, en su caso, Documento que demuestre el estado de refugiado
- ♦ Copia digitalizada de la Clave Única de Registro de Población (CURP)
- ♦ Copia digitalizada de Certificado de Estudios Totales legalizado
- ♦ Copia digitalizada del título legalizado

En caso de haber estudiado fuera de México, consulta con tu asesor académico. Se requerirá documentación adicional en casos especiales, como inscripciones a la licenciatura como opción de titulación o que no cuenten con el perfil académico que el plan de estudios requiera. Tendrás un máximo de 2 meses para cargar todos estos documentos en el campus virtual.

### Estudiantes con estudios universitarios realizados fuera de México

Deberán subir al Campus Virtual, escaneados con calidad suficiente para su lectura, los siguientes documentos:

- ♦ Copia digitalizada del documento que ampare la identidad legal del alumno: acta de nacimiento, carta de naturalización, acta de reconocimiento, acta de adopción, Cédula de Identificación Personal o Documento Nacional de Identidad, Pasaporte, Certificado Consular o, en su caso, Documento que demuestre el estado de refugiado
- ♦ Copia digitalizada del Título, Diploma o Grado Académico oficiales que ampare los estudios realizados en el extranjero
- ♦ Copia digitalizada del Certificado de Estudios. En el que aparezcan las asignaturas con las calificaciones de los estudios cursados, que describan las unidades de aprendizaje, periodos en que se cursaron y calificaciones obtenidas

Se requerirá documentación adicional en casos especiales como inscripciones a la licenciatura como opción de titulación o que no cuenten con el perfil académico que el plan de estudios requiera. Tendrás un máximo de 2 meses para cargar todos estos documentos en el campus virtual.

*Es del todo necesario que atestigües que todos los documentos que nos facilitas son verdaderos y mantienen su vigencia en el momento en que los envías*

# 10

## Titulación

Esta carrera universitaria permite alcanzar la titulación de Física, obteniendo el título universitario con el que el alumno podrá desarrollarse como profesional allá donde vaya, acreditando su educación y creciendo en su carrera académica. Este es un logro al que accederá de forma sencilla, gracias a las herramientas de aprendizaje que encontrará en este programa, que están diseñadas y desarrolladas con el estándar de calidad más elevado del panorama educativo superior.



The image features two black graduation caps (mortarboards) against a bright blue sky with scattered white clouds. One cap is in the foreground on the left, and another is slightly behind it on the right. The caps are tilted upwards. The background is split diagonally by a white and a dark red area.

“

*Obtén un título oficial de Licenciatura con validez internacional y da un paso adelante en tu carrera profesional”*



## 74 | Titulación

Este programa te permite alcanzar la titulación de **Licenciatura en Física**, obteniendo un título universitario válido por la Secretaría de Educación Pública (SEP).

El plan de estudios de este programa se encuentra incorporado al Sistema Educativo Nacional, con fecha de **28/07/2023** y número de acuerdo de Registro de Validez Oficial de Estudios (RVOE): **20232182**

Puedes acceder al [documento oficial del RVOE](#) expedido por la Dirección General de Acreditación, Incorporación y Revalidación (DGAIR) de la SEP.

**Para más información sobre qué es el RVOE puedes consultar [aquí](#):**

Título: **Licenciatura en Física**

Idioma: **Español**

Modalidad: **100% en línea**

Nº de RVOE: **20232182**

Fecha acuerdo RVOE: **28/07/2023**

Duración: **aprox. 4 años**



*Si tiene cualquier duda puede dirigirse a su asesor académico o directamente a la Oficina de Control Escolar y Titulaciones a través de este correo electrónico: [informacion@techtitute.com](mailto:informacion@techtitute.com)*

Para recibir el presente título no será necesario realizar ningún trámite. TECH Universidad realizará todas las gestiones oportunas ante las diferentes administraciones públicas en su nombre, para hacerle llegar a su domicilio\*:

- ♦ Grado de la Licenciatura
- ♦ Certificado total de estudios
- ♦ Cédula Profesional

Si requiere que cualquiera de estos documentos le lleguen apostillados a su domicilio, póngase en contacto con su asesor académico. TECH Universidad se hará cargo de todos los trámites.



\*Apostilla de La Haya. En caso de que el alumno solicite que su título en papel recabe la Apostilla de La Haya, Tech Universidad realizará las gestiones oportunas para su obtención, con un coste adicional.



Nº de RVOE: 20232182

Licenciatura  
**Física**

Idioma: **Español**

Modalidad: **100% en línea**

Duración: **aprox. 4 años**

Fecha acuerdo RVOE: **28/07/2023**

# Licenciatura **Física**

Nº de RVOE: 20232182

**RVOE**

EDUCACIÓN SUPERIOR

**tech**  
universidad