

## FÍSICA MODERNA PARA LA ENSEÑANZA DE LAS CIENCIAS

SIGLAS: FS0419

NATURALEZA DE LA ASIGNATURA: Teórico-Práctico

CRÉDITOS: 5

HORAS PRESENCIALES / SEMANA: 6:00

HORAS DE ESTUDIO INDEPENDIENTE POR SEMANA: 14:00

MODALIDAD: Aprendizaje Interactivo

REQUISITOS: FS319 Tópicos de Física Moderna I

NOMBRE Y GRADO DEL PROFESOR: Germán Vidaurre, Ph.D.

CORREO ELECTRÓNICO DEL PROFESOR: german.vidaurre@ucr.ac.cr

HORA DE ATENCIÓN A APRENDIENTES: jueves de 8:00 am a 11:00 am

### 1. DESCRIPCIÓN DEL CURSO

La física, fundamental entre las ciencias básicas, se ocupa de los principios esenciales del Universo. Es la base sobre la que se erigen las otras ciencias, al igual que un gran número de aplicaciones tecnológicas e ingenieriles. Se caracteriza por la simplicidad de sus principios fundamentales y en la forma en que con sólo un pequeño número de conceptos y modelos modifica y expande nuestra visión del mundo.

*"... Einstein presentó su teoría especial de la relatividad, donde propuso revisiones drásticas a los conceptos newtonianos del espacio y el tiempo. La teoría especial de la relatividad ha traído consigo cambios de gran alcance en nuestra comprensión de la naturaleza; no obstante, Einstein la fundamentó tan solo en dos sencillos postulados. Uno de ellos establece que las leyes de la física son las mismas en todos los marcos de referencia inerciales; el otro, que la rapidez de la luz en el vacío es la misma en todos los marcos inerciales. Estas propuestas aparentemente inocentes tienen implicaciones de enorme trascendencia. Veamos tres ellas: 1. Los sucesos que son simultáneos para un observador quizá no lo sean para otro. 2. Cuando dos observadores que se desplazan uno con respecto al otro miden un intervalo de tiempo o una longitud, tal vez no obtengan los mismos resultados. 3. Para que los principios de conservación del momento lineal y de la energía sean válidos en todos los sistemas inerciales, es necesario revisar la segunda ley de Newton, así como las ecuaciones de momento lineal y energía cinética.*

*La relatividad tiene consecuencias importantes en todos los campos de la física, entre ellos el electromagnetismo, la física atómica y nuclear, y la física de alta energía. Aunque muchos de los resultados que se deducen... tal vez contradigan nuestra intuición, la teoría concuerda sólidamente con las observaciones experimentales." (Sears, 2013)*

La relatividad nos indica que los conceptos de cinemática y dinámica no son lo que hemos aprendido hasta la fecha cuando consideramos velocidades cercanas a la de la luz. ¡Uno de los resultados más asombrosos de la teoría cuántica nos dice que entidades como los electrones (partículas) y la luz (ondas) tienen propiedades similares a partículas y ondas! La física moderna cubre los conceptos básicos de la mecánica cuántica y su aplicación a la física atómica y molecular, la física de la materia condensada, la física nuclear, la física de partículas y la cosmología. *"...A pesar de la gran multitud de logros tecnológicos, la historia aún está incompleta"* (Serway, 2018).

Si bien son muchas las áreas de la ciencia y de la tecnología en que la física impacta, en la segunda unidad de la asignatura nos enfocaremos en el estudio de la atmósfera y de algunos eventos naturales relacionados. El mundo es una imagen siempre cambiante de acontecimientos naturales. De la sequía y el hambre a las inundaciones devastadoras, algunos de los mayores desafíos que enfrentamos vienen en forma de desastres naturales relacionados con la atmósfera. Por lo tanto, lidiar con el estado del tiempo y el clima es una parte inevitable de nuestras vidas. A veces es tan simple como decidir qué ponerse para el día o cómo planear unas vacaciones. Pero también puede tener consecuencias devastadoras para la vida, especialmente para aquellos que son víctimas de un huracán o de un tornado.

En los últimos años, el estado del tiempo y el clima se han convertido en noticias de primera plana, con fenómenos que van desde el calentamiento global, el efecto invernadero y el hoyo en la capa de ozono en la estratosfera, hasta las influencias meteorológicas globales de El Niño y de La Niña. La naturaleza dinámica de la atmósfera parece exigir nuestra atención y comprensión ahora más que nunca. Casi a diario, hay artículos periodísticos que describen algún acontecimiento meteorológico o cambio climático inminente. El interés en el estudio de la atmósfera ha ido creciendo debido a su influencia en nuestras vidas en tantas maneras diferentes. La atmósfera siempre nos proporcionará desafíos, pero a cómo la ciencia y la tecnología avanzan, nuestra capacidad de entenderla mejora también. Las actividades de aprendizaje por desarrollar nos ayudarán a construir nuestra propia comprensión y aprecio de la atmósfera dinámica de nuestra tierra.

Consistente con el modelo pedagógico adoptado, la construcción de conocimiento en esta área disciplinar ha sido diseñada a partir de 5 competencias generales:

- capacidad analítica
- resolución de problemas
- lógica matemática y producción verbal, y
- trabajo en equipo
- dominio de las competencias de los alumnos en proceso de construcción,

que han sido integradas en las 2 unidades estructurales de la asignatura FS0419 Física moderna para la enseñanza de las ciencias, dotándonos de un conocimiento y comprensión coherente y contemporáneo que nos permitirá explicar el comportamiento físico del fenómeno natural relacionado con esta área.

Estas unidades son:

**Unidad 1: Física moderna**, para justificar los procesos tecnológicos que se dan hoy en día. Inicia con el estudio de los experimentos, principios y consecuencias de la teoría de la relatividad. Luego nos introduce en el estudio de la física cuántica y física atómica. Finaliza con un estudio de la física del estado sólido.

**Unidad 2: Educación científica en el contexto del desarrollo sostenible**, en este caso particular hacia la mitigación de los efectos alcanzados en los umbrales críticos de las fronteras planetarias vinculadas al cambio climático que atentan contra las diferentes formas de vida y los climas regionales. Una introducción al estado del tiempo, clima y el ambiente.

Se nos insta a hacer uso de recursos tecnológicos (disponibles en el Entorno Virtual de Aprendizaje, EVA) para estudiar previamente los contenidos a desarrollarse en cada clase presencial, para lo cual la UCR cuenta con una base de libros digitales y en papel de acceso gratuito, entre los cuales se cuentan los libros de texto de la asignatura. Además, se nos invita a conformar equipos de aprendizaje, hacer uso de los espacios para aclaración de dudas y a asistir a las horas de consulta.

## 2. PROPÓSITO

Adquirir la capacidad de aplicar los modelos teóricos de la asignatura en contextos reales, la capacidad de valorar críticamente los resultados de la aplicación, la capacidad de integrar la lógica matemática y el trabajo en equipo como herramientas en el estudio del fenómeno físico y la capacidad de elaborar actividades que promuevan un aprendizaje significativo y caracterizado por el desarrollo de habilidades para enfrentar situaciones problemáticas de la vida diaria, que conllevan responsabilidades planetarias con acciones locales y proyectos de vida sostenibles.

## 3. COMPETENCIAS A DESARROLLAR

### GENERALES

- Demuestra capacidad de análisis y síntesis
  - Piensa en forma creativa y analítica, produciendo programas y productos eficientes
  - Plantea y sustenta argumentos, evalúa alternativas y desarrolla conclusiones significativas
- Integra los conocimientos adquiridos y los aplica a la resolución de problemas reales
  - Reconoce y analiza nuevos problemas y planea estrategias para solucionarlos
  - Se adapta a nuevas situaciones
  - Emplea el razonamiento y el análisis crítico en la síntesis de la información
- Integra la lógica matemática y la producción verbal
  - Plantea, utiliza e interpreta modelos matemáticos en el análisis del fenómeno físico
  - Utiliza correctamente la calculadora científica, programas de cómputo y TICs en las actividades anteriores
  - Se expresa efectivamente en forma verbal (lectura y escritura) y oral utilizando el léxico propio de la disciplina
- Trabaja en equipo
  - Se comunica, de forma oral, escrita y no-verbal con sus compañeros, profesor y público general, en una variedad de contextos
  - Colabora e interactúa en el desarrollo de programas y productos
  - Conecta los conceptos, modelos, teorías y principios fundamentales de la disciplina con aspectos específicos de su futura práctica profesional.
- Aprende en forma autónoma
  - Utiliza las TICs para investigar, organizar, evaluar y comunicar información
  - Utiliza conceptos de materias básicas y tecnológicas que le capacite para el aprendizaje autónomo de nuevos métodos y teorías y para abordar nuevas situaciones
  - Reconoce la importancia de la física en diversos contextos y la relaciona con otras disciplinas
  - Continúa sus estudios en áreas especializadas de física o en áreas multidisciplinarias

## ESPECÍFICAS

- Describir los alcances de la Teoría de la Relatividad Especial de Einstein en el contexto teórico y tecnológico de la sociedad actual.
- Utilizar la Teoría de la Relatividad Especial de Einstein para la solución de problemas.
- Identificar implicaciones tecnológicas que la Teoría de la Relatividad de Einstein presenta en la sociedad actual
- Contribuye desde sus propias capacidades con estrategias para la solución, prevención y corrección, a problemáticas relacionadas con la salud, la biodiversidad, la sustentabilidad del ambiente y el desarrollo sostenible local y global
- Evalúa los factores y elementos de riesgo físico presentes en la naturaleza que alteran la calidad de la vida de una población para proponer medidas preventivas, que respeten la diversidad en todas sus formas
- Planifica sus actividades, prioriza responsabilidades, ejecuta alternativas de solución considerando: el ambiente, el equilibrio ecológico, la renovación de las materias primas, el calentamiento global, la desertificación, la diversidad cultural y los límites para la existencia de la vida en la tierra, el bien común.

## 4. BIBLIOGRAFÍA

### Textos del curso:

Serway, R. A. y Jewett, J. W. (2018). *Física para ciencias e ingenierías*. México: Cengage Learning.

Ahrens, C. D. (2003). *Meteorology Today*. USA: Brooks/Cole—Thomson Learning.

### Textos de consulta:

Young H. Freedman, A., Ford, L., Sears, F., Semansky, M. (2013). *Física Universitaria*. Pearson Education.

Bauer, W. y Westfall, G. (2011). *Física para Ingenierías y Ciencias*. McGraw Hill.

## 5. POLÍTICAS DE HONESTIDAD ACADÉMICA

La Universidad de Costa Rica, al igual que las otras universidades, impulsa los altos ideales y estándares rigurosos de la vida académica. Para efectos de esta asignatura, se espera que, como estudiantes, evitemos conductas deshonestas tales como el fraude o el plagio. Hacer fraude incluye inventar datos, falsificar bibliografía, utilizar proyectos elaborados por otras personas, obtener ayuda no autorizada en tareas calificadas o que otra persona le haga el trabajo que le corresponde a usted. Plagiar incluye copiar textualmente frases, oraciones, párrafos y trozos enteros de material impreso, Internet y otras fuentes, sin realizar la correspondiente cita; o bien parafrasear sin citar las fuentes. Los casos de fraude o plagio serán sancionados de acuerdo con lo establecido en la normativa de la Universidad.

## 6. EVALUACIÓN

La calificación de la asignatura se distribuye en las siguientes actividades evaluativas:

Actividad evaluativa	%
Actividades de preparación	10
Trabajo en equipo	20
Trabajo individual	20
Tareas	10
Diseño de un laboratorio	15
Diseño instruccional de una clase	15
Prácticas de laboratorio	10
<b>Total</b>	<b>100</b>

---

Actividades de preparación. **10%**

La lectura de los contenidos y la preparación independiente nos permitirá hacer una primera revisión y análisis de la teoría y de los conceptos.

---

Trabajo en equipo o individual. **40%**

Las actividades de clase o en línea, de carácter individual o de carácter grupal, planeadas y mediadas por el profesor, nos permitirán apropiarnos de los conceptos, construir conocimiento y desarrollar las competencias propuestas en la asignatura. Estas actividades crearán espacios de discusión activa, de reflexión y de construcción de conocimiento.

---

Tareas. **10%**

Las tareas nos permitirán hacer una revisión y análisis de la teoría y conceptos que se estudian en el aula. Por medio de ellas continuaremos construyendo nuestro conocimiento y desarrollando las competencias esperadas en la asignatura.

---

Diseño de un laboratorio y de una clase. **30%**

El diseño e implementación de un laboratorio y de una clase nos servirá para adquirir y desarrollar habilidades para planear, diseñar, desarrollar, conducir y evaluar un experimento docente o una clase, dentro de un modelo de diseño instruccional.

---

Prácticas de laboratorio. **10%**

Las demostraciones y prácticas de laboratorio, relacionadas con la temática, pero de naturaleza interdisciplinaria, nos permitirán poner en práctica los conceptos y competencias adquiridos y llevarlos fuera del salón de clase.

## 7. CONTENIDOS PROGRAMÁTICOS

Sesión	Contenidos	Actividades
Física Moderna	1, 2, 3 Óptica Ondulatoria <ul style="list-style-type: none"> <li>Experimento de doble rendija de Young</li> <li>Análisis de modelo: Ondas en interferencia</li> </ul>	Preparación 1 (2 pts) Trab. en Eq. 1 (4 pts) Trab. Ind. 1 (4 pts) Tarea 1 (2 pts)
	4, 5 Patrones de difracción y polarización <ul style="list-style-type: none"> <li>Patrones de difracción</li> <li>Rejilla de difracción</li> <li>Polarización de las ondas luminosas</li> </ul>	Preparación 2 (1 pt) Trab. en Eq. 2 (2 pts) Trab. Ind. 2 (2 pts) Tarea 2 (1 pt)
	6, 7 Teoría General de la Relatividad <ul style="list-style-type: none"> <li>Principio galileano de la relatividad</li> <li>Principio de la relatividad de Einstein</li> <li>Consecuencias de la teoría especial de la relatividad</li> </ul> Ecuaciones de transformación de Lorentz	Preparación 3 (1 pt) Trab. en Eq. 3 (2 pts) Trab. Ind. 3 (2 pts) Tarea 3 (1 pt)
	8, 9 Introducción a la física cuántica <ul style="list-style-type: none"> <li>Radiación de cuerpo negro e hipótesis de Planck</li> <li>El efecto fotoeléctrico y el efecto de Compton</li> <li>La naturaleza de las ondas electromagnéticas</li> <li>Propiedades ondulatorias de las partículas</li> <li>Análisis de modelo: la partícula cuántica</li> </ul>	Preparación 4 (1pt) Trab. en Eq. 4 (2 pts) Trab. Ind. 4 (2 pts) Tarea 4 (1 pt)
	10, 11 Mecánica Cuántica <ul style="list-style-type: none"> <li>La función de onda</li> <li>Análisis de modelo: la partícula cuántica bajo condiciones de frontera</li> <li>La ecuación de Schrödinger y aplicaciones del efecto túnel</li> </ul>	Preparación 5 (1pt) Trab. en Eq. 5 (2 pts) Trab. Ind. 5 (2 pts) Tarea 5 (1 pt)
Física y el desarrollo sostenible	12, 13 La Tierra y su atmósfera <ul style="list-style-type: none"> <li>La atmósfera terrestre</li> <li>Estructura vertical de la atmósfera</li> <li>Clima y estado del tiempo</li> </ul>	Preparación 6 (2pts) Trab. en Eq. 6 (4pts) Trab. Ind. 6 (4 pts) Tarea 6 (2 pts)
	14, 15, 16 Energía: calentamiento de la Tierra y su atmósfera <ul style="list-style-type: none"> <li>Energía, temperatura y calor</li> <li>Transferencia de calor en la atmósfera</li> <li>Radiación</li> <li>Absorción, emisión y equilibrio térmico</li> <li>Energía solar incidente</li> </ul>	Preparación 7 (2pts) Trab. en Eq. 7 (4pts) Trab. Ind. 7 (4 pts) Tarea 7 (2 pts)

Examen de Ampliación: Vienes 7 de diciembre

## 8. METODOLOGÍA

### MEDIACIÓN BASADA EN LA INDAGACIÓN

Se establece un papel activo del aprendiente, el cual piensa en un problema o desafío personal o comunitario, comparte sus ideas, e indica sus conocimientos previos y se hace preguntas, lo que permite la **focalización** en relación con el propósito de estudio. Realiza observaciones, experimentos, trabajo de campo y registra sus resultados, como parte de la **exploración** del propósito de estudio. En el proceso de la exploración se plantean y prueban predicciones, donde surgen evidencias como una producción de conocimiento que intenta una primera explicación en relación con el propósito de estudio. El aprendiente analiza y **reflexiona** la relación entre sus ideas iniciales, predicciones o hipótesis y las **contrasta** con los resultados obtenidos y con la información considerada como válida en el ámbito científico, para su posterior **aplicación** en situaciones de interés personal o comunitario. Lo anterior, fomenta el desarrollo de habilidades del pensamiento sistémico, la resolución de problemas, el uso de tecnologías digitales, así como la responsabilidad personal y social del estudiantado.

### CLASE INVERTIDA

En esta modalidad, el aprendiente estudia y revisa los conceptos en la casa, a través de los diferentes recursos a su disposición. En la clase, con la ayuda del profesor y en forma grupal, resuelve ejercicios y prácticas asignadas, haciendo contribuciones significativas y obteniendo retroalimentación casi inmediata.

Las clases proponen la creación de un espacio para fomentar la creatividad al participar en el proceso de adquisición de conceptos y solución de ejercicios. Las clases deben entenderse como espacios de discusión activa, en los cuales todas las personas deben involucrarse. Las discusiones no están diseñadas para sustituir el aprendizaje autónomo e independiente sino para complementarlo y expandirlo. La clase no sustituye la preparación responsable del estudiante quien debe mantener la materia al día y hacer las preguntas necesarias para evacuar sus dudas durante cada clase.

### EDUCACIÓN EN LÍNEA

Este curso se apoya en el uso de mediación virtual. Para esto se ha activado un Entorno Virtual de Aprendizaje (EVA). **Las comunicaciones oficiales del curso se harán a través del EVA.** Además, se tendrán a disposición recursos que apoyarán el proceso de aprendizaje, por ejemplo, copia electrónica de los materiales usados en clase y de práctica, enlaces a videos tutoriales, administración y entrega de tareas, actividades de aprendizaje y foros para hacer consultas y evacuar dudas de manera oportuna sobre los contenidos y aspectos administrativos de la asignatura.

Para acceder el EVA siga las instrucciones que se brindan en el enlace [¿Cómo ingresar a un curso en Mediación Virtual?](#) Podrá realizar la matrícula solamente si posee dirección electrónica de correo institucional ("usuario"@ucr.ac.cr).

### CLASE EXPOSITIVA

La clase se caracteriza por ser dirigida oralmente por el profesor quien da indicaciones sobre las tareas y metas de aprendizaje de acuerdo con el programa de la asignatura. En la fase de orientación y recepción, dominan especialmente las actividades de aprendizaje mediante respuestas cortas orales o preguntas del profesor. Estas exigen la reproducción del conocimiento previo o nuevo.

### LABORATORIOS

A través del diseño y desarrollo de demostraciones y experimentos de laboratorio el aprendiente desarrollará habilidades experimentales, pedagógicas y consolidará su construcción del conocimiento.