



UNIVERSIDAD DE PANAMÁ  
VICERRECTORÍA DE INVESTIGACIÓN Y POSTGRADO  
FACULTAD DE CIENCIAS NATURALES,  
EXACTAS Y TECNOLOGÍA  
DEPARTAMENTO DE FÍSICA  
TESIS DE MAESTRÍA PARA OPTAR AL GRADO  
DE MAGÍSTER EN FÍSICA

PROPUESTA CURRICULAR PARA LA LICENCIATURA EN DIDÁCTICA  
DE LA FÍSICA DE LA ESCUELA DE FÍSICA DE LA UNIVERSIDAD DE  
PANAMÁ.

Julio Armando Aris Batista

Asesora de Tesis

Dra. Omayra Pérez

Panamá, República de Panamá

2022

## Trabajo de Maestría

Este trabajo ha sido aprobado por la Vicerrectoría de Investigación y Posgrado de la Universidad de Panamá, en el cumplimiento de los requisitos exigidos para otorgar por el Título de Magíster en Física.

Dra. Omayra Pérez .

Asesora

Dr. Bernardo Fernández .

Miembro del Jurado

Dr. Orlando Concepción .

Miembro del Jurado

15 de diciembre de 2022 .

Fecha

## DEDICATORIA

A la memoria de todos aquellos que creen en mejores tiempos y luchan por hacerlo realidad, como Víctor y Juliana... que creyeron en la educación como la mejor herencia para sus hijos.

A Roosvelia, con quien “...somos mucho más que dos”, por su paciencia, acompañamiento y apoyo.

A mi próxima generación, Gaddiel, Matías, Ian y Sahidili.

## AGRADECIMIENTO

A papá Dios por tantas bendiciones.

A todos los colegas y compañeros de la Universidad de Panamá por su apoyo y recomendaciones.

Al Dr. Orlando Concepción y al Dr. Bernardo Fernández por su apoyo en la revisión de la tesis de maestría, y por sus comentarios y sugerencias.

A la Dra. Omayra Pérez, no solo por su paciencia, seguimiento y dirección, sino también, por contar con su firmeza y por contagiar su visión hacia el futuro.

## INDICE

Dedicatoria	iv
Agradecimiento	v
Índice	vi
Resumen	1
Summary	2
Capítulo 1. Introducción.	3
Capítulo 2. Marco Teórico	12
1. El Currículum para una Nueva Carrera	12
2. Perfil de la Nueva Carrera	15
3. Perfil del Licenciado en Didáctica de la Física	25
Capítulo 3. Marco Metodológico	34
1. Primer Eje	35
2. Segundo Eje	36
3. Tercer Eje	37
Capítulo 4. Resultados: Organización del Plan de Estudio de la Licenciatura En Didáctica de la Física y los Programas Sintéticos Tercer Eje	42
1. Plan de estudio de la licenciatura en Didáctica de la Física	43
2. Programas Sintéticos de los Cursos del Tronco Común con la Licenciatura en Física	48
<b><i>Primer cuatrimestre – Primer año</i></b>	
Física general (Fenomenología de las ciencias Físicas) – Fis 100 A	49
Física Experimental I (Introducción a la experimentación en Física) – Fis 101 A	60
<b><i>Segundo cuatrimestre – Primer año</i></b>	
Fundamentos de Mecánica I – Fis 100 B	71

Física Experimental II (Fundamentos Experimentales de Mecánica I) – Fis 101 B	83
Electricidad y Magnetismo – Fis 102 B	94
Física Experimental III (Fundamentos Experimentales de Electricidad y Magnetismo)	106
<b><i>Tercer cuatrimestre – Primer año</i></b>	
Fundamentos de Mecánica II – Fis 100 C	119
Campos y Ondas – Fis 102 C	130
Física Experimental IV (Campos y ondas) – Fis 101 D	140
Electromagnetismo y Relatividad Especial – Fis 103	149
<b><i>Cuarto cuatrimestre – Segundo año</i></b>	
Termodinámica e Introducción a la Física Estadística – Fis 200	158
Física Experimental V (Termodinámica y Transiciones de Fase) – Fis 201 A	169
Introducción a la Gravitación – Fis 202	179
Observación de Fenómenos Astronómicos y Astrofísicos	188
<b><i>Quinto cuatrimestre – Segundo año</i></b>	
Física Moderna e Introducción a la Física Cuántica – Fis 204	198
Física Experimental VI (Física Moderna) – Fis 201 B	207
Los Modelos en Física – Fis 205	215
Instrumentación y Circuitos – Fis 206	224
Programación para Físicos – I – Inf 207 A	233
<b><i>Sexto cuatrimestre – Segundo año</i></b>	
Epistemología e Historia de la Física – Fis 208	241
Probabilidad y Estadística en Física – Fis 209	251
Física Ambiental y Sociedad – Fis 210	259
Introducción a la Física de las Radiaciones y sus Aplicaciones – Fis 211	271
Programación para Físicos – II – Inf 207 B	282
3. Programas Sintéticos de los Cursos de la Especialidad en Enseñanza	
De la Física.	290

***Séptimo cuatrimestre – Tercer año***

Organización y Planificación de la Actividad Experimental I – Fis 212 A (Mecánica, Óptica Geométrica y Ondas).	291
Evaluación para el aprendizaje de la Física – Fis 213	303
Didáctica de la Física I [Introducción] – Fis 214 A	316
Recursos virtuales para la enseñanza de la Física – Fis 215	328

***Octavo cuatrimestre – Tercer año***

Técnicas para la Investigación en didáctica de la física I – Fis 300 A	339
Organización y Planificación de la actividad, Experimental II – Fis 312 B (Electromagnetismo y Física Moderna)	348
Didáctica de la Física II – Fis 314 B (Mecánica, Óptica Geométrica y Ondas).	359

***Noveno cuatrimestre – Tercer año***

Técnicas para la Investigación en Didáctica de la Física II – Fis 300 B	369
Organización y Planificación de la actividad, Experimental III – Fis 312 C (Termodinámica y Física Estadística).	378
Didáctica de la Física III – Fis 314 C (Electromagnetismo y Física Moderna).	389
Diseño y Construcción de equipo I – Fis 315 A (Construcción de Equipo de Bajo Costo con Material Reciclado)	400

***Decimo cuatrimestre – Tercer año***

Didáctica de la Física IV – Fis 314 D (Termodinámica y Física Estadística).	410
Diseño y Construcción de equipo I – Fis 315 B (STEAM y Recurso Programables y Microprocesadores)	421
Capítulo 5. Conclusiones y Recomendaciones	428
Bibliografía	431

## RESUMEN

En este documento se presenta la propuesta curricular de licenciatura en Didáctica de la Física, que reemplaza a la *Licenciatura en Docencia en Física*. Además, proponemos aumentar el número de cursos del área de Física y que, aquellos referentes al área de enseñanza tengan una orientación desde la Didáctica de la Física y no desde una pedagogía genérica. De esta forma, pasaríamos de un esquema formativo de un “*docente genérico*” a un “*docente de la disciplina*” (Física); eso significa ofrecer, al docente en formación, las posibilidades: de adquirir las herramientas conceptuales e instrumentales, tanto de la Física como de la ciencia didáctica y; la adquisición de las capacidades de *aprender a aprender*, de *aprender a enseñar* y de *autorregulación*, tal como lo exigen los paradigmas socio constructivistas actuales. Nuestra *propuesta/investigación* se esfuerza en tomar en cuenta el hecho real de que el docente de hoy día debe responder a las exigencias de un mundo globalizado y en permanentes cambios, donde la ciencia, la innovación y la tecnología juegan papeles relevantes. También toma en cuenta la historia, la cual revela los éxitos y los desaciertos de los diferentes programas desarrollados en la Escuela de Física, en materia de formación de profesores de Física en la Universidad de Panamá, así como los programas de algunas universidades extranjeras que tienen carreras de formación de docentes de Física. Además, se consultaron artículos de investigación a) en materia de currículo de carreras de formación de docentes en Física a nivel hispanoamericano, b) en enseñanza y en Didáctica de la Física dirigidas a conocer el desempeño y los perfiles tanto de los estudiantes en formación, como el de los docentes en ejercicio.

**Palabras clave:** Docencia en Física, Didáctica de la Física, Enseñanza de la Física, Currículos de carreras en Física. Competencias Científicas.

## SUMMARY

This document presents the curricular proposal for the Bachelor's Degree in Physics Didactics, which replaces the Bachelor's Degree in Physics Teaching. In addition, we propose to increase the number of courses in the Physics area and that those referring to the teaching area have an orientation from the Didactics of Physics and not from a generic pedagogy. In this way, we would go from a training scheme of a "generic teacher" to a "teacher of the discipline" (Physics); that means offering, to the teacher in training, the possibilities: to acquire the conceptual and instrumental tools, both of Physics and of didactic science and; the acquisition of learning to learn, learning to teach and self-regulation capacities, as required by current socio-constructivist paradigms. Our proposal/research strives to take into account the real fact that today's teachers must respond to the demands of a globalized and constantly changing world, where science, innovation and technology play relevant roles. It also takes into account history, which reveals the successes and failures of the different programs developed in the School of Physics, in terms of Physics teacher training at the University of Panama, as well as the programs of some foreign universities that have Physics teacher training careers. In addition, research articles were consulted a) on the curriculum of teacher training courses in Physics at the Hispanic American level, b) on teaching and Didactics of Physics aimed at knowing the performance and profiles of both students in training, as that of practicing teachers.

**Keywords:** Physics Teaching, Physics Didactics, Physics Education, Physics Career Curricula. Scientific competences.

## CAPITULO 1

### INTRODUCCIÓN

El objetivo de este capítulo es servir de introducción al Trabajo de Maestría en Física: **Propuesta curricular para la Licenciatura en Didáctica de la Física de la Escuela de Física de la Universidad de Panamá.** Se expone el contexto, el problema, el alcance y los objetivos de la *propuesta/investigación*. Se describe la necesidad de este tipo de propuesta como uno de los tantos temas de interés en la Física, específicamente formación de docentes en enseñanza de la Física. Se dan las razones de por qué se plantea este tema como oportunidad no solo en aspectos de conocimientos de la Física, sino que también aborda de forma directa uno de los tantos subtemas de un área de desarrollo pendiente como lo es la Enseñanza de la Física, ya que, la formación de docentes en Física es de interés crucial para el desarrollo de la ciencia y de la sociedad. Finalmente, se describe la estructura y contenido del trabajo.

En la presente *propuesta/investigación* se elabora un programa para una nueva carrera de “Docencia en Didáctica de la Física” en la Escuela de Física de la Universidad de Panamá. No se parte de cero. Se respalda con observaciones activas realizadas sobre el desempeño y los resultados de los programas históricos previos como el a) de profesor de Matemática y Física, b) del Profesorado en Física, como carrera intermedia en la formación de licenciados en Física y c) del programa actual vigente (Docencia en Física) y su aplicación durante los últimos años.

También se consultaron programas análogos de otras universidades hispanoamericanas, se revisaron investigaciones recientes realizadas sobre la formación de docentes en Física y se analizaron propuestas internacionales sobre el perfil que deberían tener (teóricamente) los actuales docentes, en especial los de Física.

No se evaluó el desempeño de los actuales docentes en servicio y el efecto de su praxis, primero, porque no hay estudios minuciosos enfocados en clasificar la población estudiantil local (República de Panamá) de acuerdo con variables socioeconómicas y sicogenéticas que juegan un papel importante en la praxis y sus resultados y, además, la formación básica de los docentes (sector público y privado), no es homogénea y en múltiples casos, no ha sido en la Universidad de Panamá. En este sentido el espectro de formación de los actuales profesores en servicio (en los sectores privados y públicos) es demasiado amplio y diverso, estos son:

- Graduados del Profesorado en Física (plan de 1974); graduados de la Licenciatura en Docencia en Física (plan actual) con o sin el título de profesor que da la Facultad de Ciencias de la Educación; graduados de la Licenciatura en Física, con o sin los dos semestres de materia pedagógicas genéricas para obtener el título de profesor que da la Facultad de Ciencias de la Educación; estudiantes de los últimos años de la Licenciatura en Docencia en Física (plan actual) y de la licenciatura en Física, y licenciados: de Matemática, Química o Biología con algunos cursos en Física, entre otros. Todos formados en la Universidad de Panamá.

- Licenciados en Física graduados o no, con o sin los dos semestres de materia pedagógicas genéricas para obtener el título de profesor que da la Facultad de Ciencias de la Educación, formados en la Universidad Autónoma de Chiriquí.
- Licenciados en ingeniería, formados por la Universidad Tecnológica de Panamá y en servicio en el Meduca, que completaron los cursos de la Docencia en Física en un programa especial abreviado con opción a trabajos monográficos y no con trabajo de fin de grado.
- Licenciados y estudiantes de licenciatura en ingeniería con algunos cursos en Física formados en la Universidad Tecnológica de Panamá.
- Profesores de otras nacionalidades con estudios en Física titulados en universidades extranjeras.
- Licenciados en Didáctica de la Física formados en formato virtual en una universidad privada.

La *propuesta/investigación* para una nueva carrera en la Escuela de Física es motivada, en primer lugar, porque se observa una evidente inclinación hacia la formación pedagógica genérica (caso de todos los programas actuales) la cual tiene un peso casi nulo hacia materias orientadas a la Didáctica de Física y hacia una necesaria adecuación con las exigencias del mundo actual.

La Escuela de Física de la Universidad de Panamá, dado que tiene explícitamente una carrera para la docencia, asume de esa forma la responsabilidad de la formación de los profesores de Física, en su parte disciplinaria. De manera

que cualquier resultado en materia de formas y contenidos de la Física se le atribuye a la Universidad de Panamá.

Cuando se dice “*docentes*” significa preparar profesionales que no solo manejen los *contenidos* de la disciplina específica, sino que también dominen un *saber didáctico* de la disciplina específica, todo esto, para garantizar que su formación sea realmente la de un “*docente de la disciplina*” (por ejemplo, docente de Física). Tradicional y mayoritariamente se ha entendido en la Universidad de Panamá, de manera errónea, que la formación del docente debe estar fundamentada exclusivamente en saberes genéricos, es decir que lo correcto es la formación de un “*docente genérico*” que se obtiene exclusivamente en la Facultad de Ciencias de la Educación de la Universidad de Panamá. Insistimos, esta concepción de *docente genérico* no solo es tradicional, también es anticuada y ha demostrado ser errónea. Además, sustenta equivocadamente, que el “*conocimiento profesional*” obtenido en la formación inicial del docente es equivalente y exclusivo de un *enfoque estándar* de “*conocimientos pedagógicos*” excluyendo totalmente el concepto de “*docente de la disciplina*” (Imbernón, 2001:5). Los docentes actuales de Física, formados en la Universidad de Panamá, son el producto de ese enfoque erróneo en la docencia y reproducen el problema: se tiene un docente inclinado a la enseñanza tradicional (en estilo) y genérica (por la orientación pedagógica de los cursos); que tiene un conocimiento especializado impreciso, superficial (tanto en la disciplina como en la didáctica de la disciplina), incompleto y limitado en lo referente al uso de mejores herramientas y estrategias (tecnologías adecuadas, como el enfoque STEAM, entre

otras); además, no está preparado ni entrenado para responder a las exigencias de un mundo globalizado, ya que carece de herramientas de autorregulación y de reflexión genuina de su desempeño frente a situaciones novedosas, extraordinarias y de cambios permanentes.

La perspectiva tradicional de las administraciones y de los profesores universitarios (desde el inicio de la fundación de la Universidad de Panamá) ha sido reglamentar y practicar una formación en *docencia genérica*, la cual recae sobre profesores especialistas en materia educativa de tipo genérico y han dejado a un lado lo que se conoce como la *Didáctica de la especialidad*. Desde su fundación, la Universidad de Panamá ha formado docentes con perfiles cuyas concepciones están basadas en teorías clásicas que quizás, dentro del contexto en que surgieron, fueron válidas y respondían a esos momentos, pero que la ciencia ha hecho evolucionar, por lo que se hace urgente cambiar las perspectivas a unas más modernas y futuras. Se requiere modificar la formación de docentes para que sea cónsona con la realidad que ya estamos viviendo.

En ese sentido, por ejemplo, el conductismo (caracterizadas por la prevalencia de las *formas y normas* sobre la naturaleza de lo que se pretende enseñar), en sus diversas variantes, tuvo su momento. Aspectos como la elaboración de objetivos en base a verbos encasillados (empleados como moldes rígidos) y, sobre todo, el modelo de que los docentes son la fuente y los transmisores del conocimiento aún prevalece en los diferentes planes de estudio.

Este trabajo, como propuesta de cambio tiene, entre otras motivaciones, cambiar el hecho de que el actual docente en servicio tiende a:

- reducir las estrategias de enseñanza-aprendizaje a un enfoque único, el de resolución de ejercicios cuantitativos,
- la tener una casi ausencia de actividad experimental en el aula, como estrategia de aprendizaje, con la justificación de la falta de locales (laboratorio), materiales y equipo apropiados,
- excluir las nuevas tecnologías (en cualquiera de sus formas) como herramientas de apoyo de los procesos educativos limitándose a modelos y estrategias tradicionales descontextualizadas y desenfocadas,
- restringir su capacidad creativa para rediseño e innovación de los procesos de enseñanza-aprendizaje,
- tener una falta de “reflexión científica sobre el propio ejercicio de la profesión” que le permita evidenciar la necesidad de la innovación constante tanto de la práctica como de las bases epistemológicas de la enseñanza de la Física.

En la nueva formación de los docentes se espera apoyarlo con más y mejores respuestas a través de un conocimiento sólido no solo de la disciplina (Física), sino desde la didáctica de la disciplina. Todo eso para que sea capaz de reflexionar y evaluar su desempeño y los resultados de su injerencia en el aula de clases; que también tenga la habilidad de realizar las adecuaciones y mejoras a sus procedimientos; y que practique una permanente indagación en la literatura actualizada sobre la *Enseñanza de la Física* y enmarque la característica de su desempeño dentro del paradigma “*aprender a aprender*”.

En este contexto, surge la siguiente pregunta: ¿qué necesidades de formación se deben tomar en cuenta para actualizar, corregir y mejorar la formación del egresado de la Universidad de Panamá, de una carrera de Licenciatura para la docencia (enseñanza) en Física, acorde con los paradigmas centrados en la didáctica de la Física; con el perfil del docente metacognitivo y capaz de autorregularse; que comprende el papel de la evaluación para el aprendizaje (donde evaluar y aprender son un único proceso); y con la capacidad de *aprender a aprender* para el dominio de los saberes conceptuales, actitudinales y procedimentales (instrumentales y metodológicos) de la Física, como ciencia experimental?

La *propuesta/investigación* que constituye este trabajo responde al objetivo de diseñar un plan de estudio, para la nueva carrera de Licenciatura en Didáctica de la Física de la Universidad de Panamá, que coadyuve (apoye) al futuro docente egresado de esta carrera, a) en la integración de los saberes (conceptuales, procedimentales y actitudinales) que dan sentido y forma a la Física como ciencia experimental y de los modelos didácticos (propios de las ciencias experimentales), sociales, científicos, tecnológicos, históricos, epistemológicos y de competencias necesarios en la formación de un profesional de la enseñanza de física, b) el desarrollo de la capacidad de *aprender a aprender*, de autorregularse, de aplicar una evaluación para el aprendizaje (modelo evaluar y aprender, como un único proceso.) y de dar respuesta a las necesidades y prioridades de la educación nacional, en contextos presenciales y virtuales, dentro de un mundo cambiante y globalizado.

Entre algunos de los objetivos específicos se tienen:

- *Revisar los planes anteriores de estudio* de las carreras de formación de docentes en Física para establecer si hay relación con los *perfiles de los egresados*, desde las perspectivas y tendencias de formación *teóricas, instrumentales y didácticas*, y sus pertinencias dentro de los diferentes paradigmas educativos (de los momentos históricos) para tomar en cuenta sus bondades y defectos, y referenciar la nueva propuesta de plan de la carrera.
- *Integrar* de manera crítica y correctiva, el resultado de la revisión de los diferentes planes de estudios a la nueva propuesta de plan de estudio, en lo referente a las exigencias universitarias en los aspectos curriculares, sin que se pierda la naturaleza de la Física como ciencia experimental.
- *Elaborar* una propuesta de *plan de estudio de la carrera* de didáctica de la Física que cubra la mejor calidad y mayor cantidad de temas, métodos y perspectivas de la disciplina, que proponga el desarrollo de habilidades didácticas y científicas experimentales y teóricas (de investigación y desarrollo) y que promueva la adquisición de bases metodológicas y de autorregulación de manera científica, sobre la acción de un docente en sus actividades, así como su adecuación, para responder a las necesidades y exigencias de un mundo cambiante y globalizado.
- *Identificar* los elementos que deban estar a la base del proceso de la evaluación para el aprendizaje en la enseñanza de la Física, desde la perspectiva, evaluar y aprender, como un único proceso.

En el segundo capítulo se desarrolla el marco teórico desde la perspectiva del currículo para una nueva carrera, el perfil de la nueva carrera y el perfil del licenciado en Didáctica de la Física, el futuro docente. Se justifica, este marco teórico, por qué:

- a) el currículo (Licenciatura en Didáctica de la Física) constituye un objeto de estudio, y
- b) la necesidad de revisión periódica y replanteamiento de las componentes del currículo (perfil de la carrera y perfil del egresado) desde diseños y propuestas de actualidad y desde la perspectiva de la didáctica de la especialidad.

En el tercer capítulo se define la *propuesta/investigación* como de tipo cuantitativo. Se describe el procedimiento de adquisición de información; la forma de que esta información adquiere una estructura coherente para integrarse a un modelo curricular; y el empleo del estudio de casos como metodología exploratoria, descriptiva y ordenada que se ajusta y permite potenciar y enfocar los resultados en un producto de utilidad práctica.

En el cuarto capítulo se detalla la malla curricular. Se describen los programas analíticos de describe en este sentido, la propuesta de la nueva carrera.

En el quinto capítulo se describen algunas conclusiones y recomendaciones respecto a la *propuesta/investigación* para la nueva carrera.

## CAPÍTULO 2

### MARCO TEÓRICO

#### 1. El Currículum para una Nueva Carrera.

En esta *propuesta/investigación*, la temática del *currículum* se enfoca en *el currículum de una nueva carrera* como objeto de estudio, pero sin abordar el concepto general de currículum como aspecto fundamental. De modo que, aquellos subtemas que fundamentan al *currículum*, sus diferentes perspectivas o enfoques, su teoría y clasificaciones, no son objetivo de este trabajo. Sin embargo, la necesidad de revisión de los actuales programas para la formación de docentes de Física, en la Universidad de Panamá, permite asumir como situación problemática la tarea de diseñar una propuesta. Pero, es importante tomar en cuenta dos aspectos:

- Primero, “es importante aclarar que no hay una manera única de realizar el diseño de un currículo, tampoco hay una receta mágica que nos facilite la concreción de este.” (Fontalvo et al, 2017). Esto significa que cualquier propuesta es solo una perspectiva que pretende aportar un posible proyecto que mejore la formación de docentes en Física.

- Segundo, es necesario reconocer que, en materia de investigación, en temas de enseñanza de la Física, aún nos hace falta desarrollo. Y para conocer más sobre la temática compleja de los planes de estudio de las carreras de enseñanza de las ciencias básicas, en especial de la Física, nos encontramos que son temas pendientes de investigación (como muchos otros) y que no existen referencias ni estudios específicos al respecto, en el ámbito local panameño.

El currículum es un marco que fundamenta la acción educativa, es intencional, explícito y sistemático. Su primera función, como diseño curricular, es hacer real un proyecto de formación, sus intenciones y la forma para alcanzarlo. Es una forma de concebir los procesos de enseñanza aprendizaje, su planeamiento y su conceptualización, la adquisición de competencias y la evaluación para el aprendizaje, entre otros. Un currículum tiene como meta mejorar la calidad de un modelo de enseñanza. En este sentido, Gimeno Sacristán, concibe al currículum como "puente entre la teoría y la acción"; y Álvarez Méndez lo aborda como "modelo didáctico, del proceso de enseñanza-aprendizaje", "como proyecto y proceso", contrapuestos a la tradicional "planificación de fines instructivos" que enmarcan los contenidos de enseñanza. (Osorio, 2017).

Con este enfoque, el programa de una nueva carrera sería una propuesta reflexionada, unas metas con sus restricciones, una representación del aprendizaje, una organización y planificación para la formación y aplicación. Es una propuesta teórica que a la larga será influida por variables como el docente universitario, su experiencia y sus enfoques; la institución universitaria y su naturaleza dentro de la política educativa nacional; las características de los estudiantes en formación y sus interacciones con el programa de estudio, entre otros aspectos (Acevedo, 2005). El alcance de la propuesta escapa de nuestras manos porque la práctica del docente formado tendrá nuevas variables (intrínsecas y de contexto), y pautas extraordinarias solo visibles en el ejercicio de su profesión, de manera que hacer un "test" a los contenidos y métodos del programa teórico y sus repercusiones es un aspecto para otras investigaciones.

El programa, para las carreras de profesorado o docencia en Física en la Universidad de Panamá, ha mantenido la misma perspectiva en los últimos 45 años en lo que se refiere a los contenidos y a la práctica. El plan de estudios ha sido una guía de contenidos que se ajustan a cualquier profesor cuya tarea sea solo la de transmitir conocimientos (en la dinámica tradicional de la clase magistral, la resolución de ejercicios y la evaluación mediante parciales). De manera que no es de extrañar ver la reproducción de estos mismos moldes en el posterior desempeño profesional del docente en formación. Además, la componente curricular de la parte experimental, no se escapa del análisis crítico cuando lo usual es el empleo de guías (recetarios) de laboratorio, por ejemplo, que se centran en esquemas conductistas, reproductores de procedimientos alejados de los procesos metodológicos y reflexivos de la ciencia. De hecho, no se puede cuestionar nada de lo anterior si todo se desarrolla ajustándose al “*currículum explícito u oficial*” que refleja las intenciones, dentro de las normas legales, donde se exponen los contenidos del proyecto educativo (Torres, 1998).

Frente a esta realidad, la institución universitaria debe cambiar su visión de sí misma hacia dentro, en lo referente a los marcos de formación de profesionales, es decir, “en la formación que relaciona al individuo en su totalidad y globalidad, al individuo y su contexto y al individuo y sus relaciones con el contexto” (Rodríguez, 2006). El aspecto curricular no es definitivo ni estático, pues “el medio y la sociedad no lo permiten, [...] el estudioso del currículo debe entonces mantener una visión amplia y profunda acerca de este objeto de estudio, teniendo en cuenta que no es predecible, por lo contrario, se transforma en respuesta a las

circunstancias históricas, a las exaltaciones individuales y al medio que le rodea.” (Fontalvo et al., 2017).

## **2. Perfil de la Nueva Carrera**

Los programas de formación de docentes son la propuesta que hace una institución moderna para que los docentes en formación cumplan con asignaturas, vivan experiencias y realicen actividades que los habiliten, certifiquen y acrediten para administrar la planificación, organización y desarrollo del proceso didáctico de enseñanza-aprendizaje, como parte de sus tareas como docentes (Ponce, 2013).

De manera que mediante el diseño y creación de un plan de estudio se identifican las necesidades específicas de formación que se deben tomar en cuenta para actualizar, corregir y mejorar el perfil del egresado, en este caso, para formar docentes en Física en la Universidad de Panamá.

La Universidad de Panamá, como institución, ha tenido la responsabilidad, luego, el gran compromiso de formar docentes de media y de nivel universitario. De esta forma, la Escuela de Física, en su primera propuesta para la formación específica de docentes en Física, en 1974, asume el compromiso de formación del docente sin que medie la necesidad de una licenciatura previa, buscando cumplir con una demanda urgente de profesionales en esta área. Pero, a pesar de mejorar el volumen de egresados, la calidad de estos siguió siendo decepcionante. Pero tratando de hacer mejoras en la formación, se reflexiona sobre los métodos de enseñanza, se explora la necesidad de organizar el área de investigación en didáctica. Sin embargo, estos esfuerzos no promueven la mejoría esperada. (Fernández, 2004:391).

Antes de comparar algunos aspectos de los programas previos y los actuales hay que comentar sobre cómo tomar en cuenta la subdivisión reglamentaria, en cuanto al tipo de curso del programa.

Actualmente los cursos se subdividen en *Fundamentales*, los que están totalmente vinculados a la carrera; de *Apoyo*, que son los cursos que de alguna forma están vinculados a la carrera, pero que no son de la disciplina; y los *Culturales*, que son aquellos que no tienen vínculo con la disciplina, pero que se consideran necesarios para la “cultura general”. Sin embargo, esta clasificación necesita revisión, por los siguientes motivos:

- Los cursos llamados fundamentales necesitan una mejor subclasificación, por ejemplo: cursos de la disciplina (*físico disciplinar*); cursos para la enseñanza (*físico docente*) y se podrían sugerir otras clasificaciones (Neto, 2018).
- Si se quiere que exista una perspectiva más global de la ciencia, es imposible no hacerlo desde lo interdisciplinario (que se compone de varias disciplinas científicas o culturales o están relacionados con ellas). Desde esta perspectiva, tanto las materias de apoyo como las culturales deberían considerarse orientadas, por ejemplo, hacia un *físico interdisciplinario* (Neto, 2018). Sin embargo, hay que reconocer que, si las orientaciones de estos cursos no son hacia lo interdisciplinario, entonces, serían los cursos tradicionales con contenidos desenfocados y descontextualizados, evidentemente, esto no ayuda en una formación de profesionales para el siglo XXI.

Esta propuesta de clasificación ayudaría tener claridad sobre los cursos de los programas.

Por otro lado, hay otra serie de aspectos que hay que tener en cuenta para el análisis de la carrera anterior denominada profesorado en Física:

- Se tenía un tronco común en las materias fundamentales (*físico disciplinar*). Se habla de una sola Física independientemente del “tipo” de licenciatura.
- La carga de materias dirigidas a la enseñanza eran todas de la *pedagogía genérica* dictadas en la Facultad de Ciencias de la Educación y solo había dos cursos orientados a la enseñanza de la Física.

En lo referente a la carrera actual de docencia en Física, no hay tronco común en las materias fundamentales. Se habla de dos Físicas “disciplinares”. Una para licenciatura y otra para la docencia.

Sin embargo, no está claro en qué hay que hacer énfasis en estos cursos de la docencia: ¿en lo disciplinar? o ¿en la enseñanza?, esta imprecisión ha permitido una ambigüedad entre una Física “suave” y una Física “de verdad” que ha perjudicado tanto a docentes como estudiantes porque se ignora que existen las “didácticas específicas” y una amplia literatura en investigación en enseñanza de la Física y que no aparecen incluidas actualmente, como cursos de la carrera.

- Muchos de los estudiantes de la licenciatura en Física van a dedicarse a la enseñanza, ¿será que piensan que enseñarán mejor Física? ¿Qué perspectiva tienen ellos de la enseñanza de la Física que no la adoptaron como su primera opción al escoger la carrera?
- Se mantiene la perspectiva de los cursos de pedagogía genérica como única opción para la enseñanza. El actual programa solo tiene tres cursos en enseñanza de la Física.

Las condiciones en las que se desarrolla la sociedad se modifican constantemente y muchas veces aparecen nuevos paradigmas. Son situaciones que obligan a reevaluar los desempeños: ¿cómo nos desenvolvemos para superar exitosamente los nuevos y algunas veces inesperados obstáculos? ¿Cómo aplicamos esquemas y modelos particulares en situaciones fuertemente cambiantes y cuáles son las mejores acciones para avanzar en esos contextos? Esta dinámica ocurre en todos los ámbitos, incluyendo la educación y la enseñanza de toda ciencia, como la Física.

La Física, como producto de la humanidad y, por su propia naturaleza, está permanentemente renovándose, proponiendo modelos que tratan de explicar nuestro entorno, posibilita enfrentar obstáculos y ayuda a responder a las necesidades concretas de la sociedad. De manera que la enseñanza de cualquier ciencia, como por ejemplo la Física, adquiere gran relevancia y crea expectativas. Debe ser una Física que también contenga lo cotidiano, tal que su aplicación contribuya a comprender y resolver, por ejemplo, problemas asociados con las áreas de la salud; con el ambiente y nuestro entorno como planeta. Debe ser una ciencia que, con el avance vertiginoso de la tecnología, del mundo de lo digital y sus aplicaciones, armada con el sólido binomio modelo-experiencia y teniendo la experimentación como criterio sólido de la verdad, logre superar los obstáculos. Por lo tanto, la Física está lejos de ser un árido y estéril conjunto de ejercicios cuantitativos.

Sabemos que tradicionalmente se hace recaer, directamente, la responsabilidad del proceso enseñanza-aprendizaje en el desempeño de los docentes y su formación, olvidando que el aprendiz es el ente activo en la construcción de

saberes. Lo anterior se debe a que, quiérase o no, se valoran resultados y logros para rendir cuentas y no para mejorar dicho proceso a través de la reflexión sobre la actividad en el aula, al enseñar Física.

Esta extraña lógica conduce a cuestionamientos erróneos sobre la calidad de las actividades que se desarrollan en el aula de clases. Y este cuestionamiento negativo cae sobre el docente y las instituciones formadoras de docentes, como es el caso particular de la Escuela de Física de la Universidad de Panamá, que forma docentes de Física. Lo anterior es una realidad que fundamenta la cosmovisión y creencia de que el proceso de enseñanza-aprendizaje, de cualquier área, es responsabilidad de todos, menos del que aprende. Lo que va en contra de lo que ya se sabe sobre cómo se aprende.

Se debe procurar que los nuevos docentes dejen atrás esquemas mecánicos y tradicionales; que respondan eficientemente a un mundo globalizado; que adquieran herramientas para reflexionar sobre su práctica y que se capaciten para asumir procesos de autorregulación de su tarea. Que reflexionen sobre las ideas y formas de la evaluación, que, por no ser científicas se limitan a evaluar a los estudiantes, lo que termina en cifras (estadísticas con poco sentido) y en un proceso meramente administrativo. Por lo tanto, se articula la enseñanza de la Física desde una perspectiva donde priman *las evaluaciones de los aprendizajes* y no *las evaluaciones para los aprendizajes* (Moreno Olivos, 2016). Esto último va de la mano con la idea de que “*evaluar y aprender [es] un único proceso*” (Sanmartí, 2020), que *aprender a aprender* es apropiarse de saberes y habilidades actualizadas y cónsonas con el momento.

Además, se debe procurar que los nuevos docentes, al reflexionar sobre su práctica, tengan como hábito la revisión de la literatura en materia de investigación en enseñanza de la Física.

En la Universidad de Panamá el interés consciente por la enseñanza de la Física se puede datar formalmente en el momento de la introducción del profesorado en Física en 1974 y una de sus consecuencias fue lo que se llamó la Comisión Didáctica, en 1981. En estos primeros tiempos el interés en investigación se enfocó en los métodos de enseñanza de las ciencias en la escuela media, basados en la teoría de Piaget y el constructivismo. Trabajos como: “*Niveles de Desarrollo Cognoscitivo entre los estudiantes de los cursos de Capacitación de la Facultad de Ciencias Naturales y Farmacia*”, (Sánchez, 1981); “*Descripción preliminar de los esquemas básicos de Pensamiento Formal en Estudiantes de Primer año de las carreras de Ciencias en la Universidad de Panamá*” (Fernández, 1981) son algunos ejemplos de esta actividad investigativa (Fernández, 2003).

Actualmente, los enfoques de investigación están en mejorar la calidad de las estrategias en el aula. Sin embargo, la retrospectiva y reflexión nula, tanto sobre la formación de los docentes, como sobre su desempeño en el ejercicio de la docencia y en la eficacia de estas mismas estrategias (que la mayoría de las veces solo quedan en papel) son un reflejo de lo debilitado que pudo estar el enfoque, en ese momento, y que trajo como consecuencia el actual plan de estudio de la carrera de docencia en Física.

Un plan novedoso contendría desglosado la programación por objetivos, contenidos, actividades y competencias para cada uno de los cursos de la carrera. Y que, a través de su revisión, como propuesta, pueda ser adoptado, correctamente

ejecutado, y que tenga un impacto a mediano plazo sobre la enseñanza de la física en Panamá.

Cualquier propuesta curricular, en enseñanza de la Física, debe tomar en cuenta, como divisa central, “aprender a aprender”, es decir: contener aspectos conformes a los paradigmas centrados en la integración y en las competencias de un docente de una materia científica; reconocer la importancia de la contextualización de la física y de los procesos indagatorios de esta ciencia experimental, la cual se construye permanentemente por el esfuerzo y dedicación de generaciones de científicos; y reconocer que el aula es un ambiente donde explorar los procesos es una oportunidad a la reflexión y a la investigación.

Se deben proponer cursos no solo que cubran exclusivamente los contenidos de la física, sino que también integren el pensamiento epistemológico y el carácter instrumental e indagatorio de la experimentación. Y, en lo referente a la docencia, que apunten a la formación de un profesional de la enseñanza de la física que responda a cualquier contexto (presencial o semipresencial), en su modalidad socio constructivista, colaborativa y flexible, “que facilite integrar, coherentemente, el conocimiento actualizado de los modelos físicos, el hacer de esta Ciencia y las actitudes científicas” (Pérez, 2018).

Debemos aceptar que la Escuela de Física, por ser una institución formadora de docentes, queda comprometida ineludiblemente ya que es la primera responsable de preparar a estos profesionales. De manera que, el perfil de egresados de estos docentes depende, parcialmente, de la estructura y objetivos que se plantean desde los planes de estudio en la etapa de formación y de que, además, estos planes respondan a los saberes, competencias y capacidades de respuesta que deben tener

los futuros docentes en el momento que presten sus servicios ya sea empleando su creatividad e ingenio cuando no hay recursos; o *recreando* su praxis en momentos en que el aula se transforma, por ejemplo, en aula virtual y deben adecuarse y optimizarse recursos audiovisuales y tecnológicos.

Evidentemente, hay muchas variables que afectan la calidad del proceso educativo y que no dependen del docente, como, por ejemplo, la equidad y el acceso a recursos, la inclusión y la deserción que dependen de la eficacia del sistema y sus Ministerios.

Sin embargo, las instituciones formadoras de docentes pueden enfocarse inicialmente, en aquello que sí pueden controlar y adecuar periódicamente como son los planes de estudio. Una mirada a los planes anteriores permitiría recuperar perspectivas valiosas y encontrar las debilidades y posiciones anticuadas que aún mantienen y que habría que modificar y erradicar.

Se esperaría que el nuevo plan de la carrera tome en cuenta aspectos históricos, conceptuales, instrumentales, didácticos, sociales, políticos, tecnológicos, de paradigmas educativos, de metaevaluación y de autorregulación permanentemente del quehacer docente desde la perspectiva de una evaluación para el aprendizaje y no sólo desde una evaluación del aprendizaje, que permita mejorar y actualizar constantemente los perfiles de un egresado que pueda responder a los cambios vertiginosos de la sociedad y a las exigencias de un mundo globalizado.

En ese sentido, debemos partir no solo de las necesidades actuales que solicite el sistema, sino también en que el egresado en enseñanza de la Física sea un elemento clave que contribuya a realizar propuestas y adecuaciones a la Escuela de Física para que mejoren su entorno como docente de una ciencia experimental.

El aporte no debe limitarse al diseño de un plan de estudio de la carrera donde se sugieran cursos, contenidos y competencias, sino también en estrategias específicas que formen parte de los nuevos planes y su renovación constante. En este sentido La Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura (UNESCO) plantea tres estrategias para mejorar la formación de profesores:

- a. La promoción del ingreso de mejores candidatos a estudiar [didáctica], es decir, elevar el nivel de exigencia de entrada a la profesión.
- b. El fortalecimiento de “la calidad de los programas de formación docente, especialmente los contenidos curriculares, estrategias de formación y evaluación de aprendizajes y la calidad de los formados” (p. 119). Para ello plantea elaborar estándares sobre lo que un profesor debe saber y poder hacer.
- c. La creación de mecanismos de regulación de la calidad de los programas de formación docente, para lo cual es necesario establecer sistemas de acreditación de las carreras y evaluación de los futuros profesores. (Cisterna, 2016).

En ese sentido, en particular, el aspecto del *fortalecimiento de “la calidad de los programas de formación docente, especialmente los contenidos curriculares”* es fundamental para aportar cambios en la formación de docentes.

La Didáctica de la Física es un eje articulador de los planes de estudio, por lo tanto, como proponen Castiblanco y Nardi (2014), está vinculada a la manera de:

1. cómo se interpreten los objetivos y las perspectivas de formación de docentes y reconocer la necesidad permanente de reformular los currículos y planes de estudio.
2. que el docente en formación aprenda a articular conocimientos de diversas disciplinas para responder estratégicamente a las situaciones usuales de los ambientes escolares, pero, superando la mezcla inmiscible e irreflexiva del conocimiento científico con el conocimiento *psicopedagógico* y correlacionar, con la visión renovada, la Física, la [Didáctica específica], la Historia, la Filosofía y la Epistemología con la Enseñanza de la Física desde perspectivas de la *interrelación* de los conocimientos.
3. que el ejercicio de enseñar requiere de una constante interacción entre la investigación y la docencia, en todos los niveles académicos (enseñanza básica, media y universitaria)

Lozano y Villanueva, sintetizan lo anterior, al comentar que el currículum (*caracterizado por ser interdisciplinario, multidisciplinario, y transversal, y que aborda aspectos de evaluación para el aprendizaje, propósitos, estándares, competencias, modelos, alfabetización científica, entre otros*) es el tránsito del conocimiento científico al conocimiento [enseñado], transposición didáctica; de que el docente [en este caso el formador, o el formador de formadores] es el tránsito del currículum al aprendizaje, por el nivel de responsabilidad y compromiso que adquiere dentro de la dinámica de *aprender a aprender y aprender a enseñar*. Y que esta doble mediación es requerida para ir de la ciencia de los planes de estudio (*su metodología y finalidades a través de los contenidos y orientaciones*) a procesos

de enseñanza-aprendizaje orientados a la *activa participación de los estudiantes y al empleo de nuevos enfoques de enseñanza*. (Lozano, 2016).

### **3. Perfil del Licenciado en Didáctica de la Física**

Las concepciones sobre enseñanza trascienden la letra y el espíritu de los planes de estudio. Consecuentemente, los perfiles de los estudiantes universitarios de la carrera de Docencia en Física se irán definiendo de acuerdo con estos programas. Finalmente, la preparación de los nuevos profesionales en Física, a la larga, será la responsable de la formación y (o deformación) que finalmente tendrán los estudiantes que estarán bajo la responsabilidad de estos docentes. Un plan de estudio tradicional o descontextualizado, sin aplicación ni conexión con lo cotidiano y sin dar la posibilidad de vincular al docente en formación, con los fenómenos y sus interacciones, exponen a una deficiencia que acentúa la separación entre la ciencia Física, el ciudadano y la sociedad. Una práctica educativa que, por ejemplo, simplifica la actividad experimental con las prácticas de laboratorio conductistas con un enfoque típico de “recetas” y, además, que acentúa los aspectos técnicos-matemáticos a través de la resolución de ejercicios cuantitativos como única función de la Física y como única estrategia de aprendizaje (Fernández, 2004), no es la que debemos procurar para las nuevas generaciones.

Actualmente se deben tomar en cuenta aspectos como *“el papel que juega el desarrollo de las estructuras mentales y las ideas previas de los estudiantes”*; y la necesaria construcción de puentes de conexión entre la Física que se plantea en el aula, y la realidad del estudiante y el conjunto de la sociedad. Es tiempo de romper con las concepciones de inicios y mediados del siglo veinte de una Física

interpretada como ciencia cuya aplicación es estrictamente igual a las ingenierías y de la interpretación de una Física expositiva y magistral, totalmente alejada de la componente experimental, que ha alimentado la idea de una ciencia como parte de la matemática. (Fernández, 2004).

La Sociedad actual es compleja y no fácilmente predecible, y exige que se garantice un perfil de docente que procure la construcción de saberes, que adquiera y adecúe permanentemente competencias para responder a las expectativas de la actual sociedad; que no sólo gire alrededor de la planificación automática de los currículos; sino que responda a los saberes y competencias que se logran durante una formación centrada en el aprendiz y en su capacidad de “aprenda a aprender”. Esto implica que la formación de un docente debe promover que estos comprendan, entre otras cosas, que:

1. los aprendices construyen sus propios aprendizajes y estos deben ser significativos.
2. las experiencias y conocimientos previos del aprendiz deben ser las claves para lograr mejores aprendizajes.
3. los aprendices deben hacer suyos estos principios y los deben vivir realmente en el día a día, bajo el supuesto que conocen muy bien sus principios y el punto de vista del modelo teórico, pues solo de esta forma tendrán una base sólida para su implementación.
4. la "construcción de los aprendizajes", significa que, para aprender, realizan diferentes conexiones cognitivas que le permiten utilizar operaciones mentales y con la utilización de sus conocimientos previos puede ir armando nuevos aprendizajes.

5. el docente es solo un mediador en el aprendizaje y, por lo tanto, debe promover que el aprendiz investigue, descubra, compare y comparta sus ideas.
6. para que una acción sea efectiva el docente debe partir del nivel de desarrollo del aprendiz, considerando siempre sus experiencias y sus ideas previas.
7. las realidades son variadas y cambiantes y hay muchos factores que influyen en la adquisición de los conocimientos.

Entendamos que el docente se desenvuelve dentro de las mismas circunstancias que afectan a la sociedad y que están en constante cambio, por ejemplo: las modificaciones de las políticas de los sistemas educativos, los cambios vertiginosos de la tecnología y sus recursos, y la evolución de los enfoques educativos, entre otros. Si agregamos el hecho, de que, en el camino de su formación profesional y del ejercicio de su profesión como docente, construye y reconstruye permanentemente su *identidad profesional* en función de muchas otras variables (Quiceno-Serna, 2017) y de que el carácter dinámico de ambas, la Física y la didáctica de la Física como ciencias, también están cambiando, entonces, debe haber revisiones y cambios periódicos de los planes de la carrera y debe constituirse en un compromiso y responsabilidad de la institución formadora de docentes.

Los cuestionamientos científicos, respecto al desempeño de los docentes formados y la respuesta que puedan dar a circunstancias particulares, son válidos; sobre todo, si los escenarios sociales están cambiando constantemente por diferentes motivos. Por ejemplo, el docente debe tener las herramientas y la capacidad de aprender a resolver si tiene que emplear una conexión remota, recursos en línea, plataformas digitales, aprovechar las TIC como única alternativa estratégica para

una educación que se hace virtual de un día para el otro, en tiempos de crisis (Cepal, 2020). Ante circunstancias diversas el docente no debe seguir respondiendo de la misma manera, con las mismas actitudes, instrumentos o metodologías. Debe sentirse obligado a innovar, adecuarse y reaprender para hacerle frente a las situaciones nuevas con calidad y espíritu científico.

En términos muy generales, la formación inicial de docentes tiene como objetivo específico preparar para la enseñanza, esto significa preparar para el diseño y manejo de contextos de aprendizaje, en función del desarrollo personal, social y el aprendizaje específico de [sus] futuros alumnos, [así] como también, preparar[le] para aprender y reaprender, personal y colectivamente, a lo largo de [su] ejercicio docente. (Ávalos y Matus, 2010: 25).

La formación inicial docente, a través de los planes de estudio, tiene como objetivo específico preparar al docente no solo para aprender y aprender a *aprender*, sino también a *enseñar (entendido como aprender a crear estrategias)*, mediante la autorregulación permanente de su ejercicio. El docente debe tener capacidad de:

- saber orientar sus acciones y ejecutarlas; de tener una adecuada relación entre el pensar y el hacer;
- activar la “observación controlada-comprobación” en el aula como elementos de la experimentación;
- analizar los efectos de su labor, evaluar la funcionalidad de las estrategias, comprobar sus hipótesis y, sobre la base de sus resultados, corregir y mejorar;

- reflexionar sobre las dificultades o dudas a los que se enfrenta en el aula para superarlas atacándolas en forma científica;
- aprender a aprender dentro de un mundo en permanente cambio, progreso e innovación; de asimilar la información y las coyunturas para responder en forma crítica y autorregularse oportunamente. (Fernández, 2004).

La oportunidad, de desarrollar herramientas mentales y estructuras de pensamiento que le permitan al docente en formación reflexionar sobre los diferentes aspectos y dificultades del complejo proceso de enseñanza aprendizaje, debería darse dentro de una carrera de formación que tenga como base un plan de estudio que aborde estos temas, además de los contenidos de la disciplina, “*antes de entrar de lleno en el hacer que conlleva [de por sí] el proceso de la búsqueda de soluciones.*” (Fernández, 2004).

Todo esto va ligado, también, a la necesidad de la implicación de los docentes universitarios que formen en la carrera, con el plan de estudio; de manera que estos deberían tener la perspectiva de los nuevos paradigmas educativos, por ejemplo, los formadores de profesores de Física tienen como tareas identificar las ideas previas sobre la ciencia y las creencias existentes sobre la enseñanza y el aprendizaje y utilizar, antes de que los estudiantes terminen y entren en servicio, esas creencias como escalones para ayudarlos a convertirse en docentes de Física eficaces. (Buaraphan, 2011).

Se espera una oposición férrea, a esta propuesta, por parte de la mayoría de los docentes del Departamento de Física porque eso sería un cambio de hábitos, mucho trabajo y modificación de paradigmas. La administración, por razones

políticas, no aceptaría enfrentar la oposición férrea de la Facultad de Educación, la cual tradicionalmente piensa que ese tema es exclusivo de su competencia.

La formación docente en Física es un proceso continuo que no termina en la Universidad, la cual debería dar una experiencia académica, didáctica, teórica y experimental en la disciplina para que el docente adquiriera las mejores herramientas para aprender a aprender y de allí desempeñarse profesionalmente en sus deberes profesionales. La experiencia universitaria debe trascender el esquema clásico del estudiante-receptor que generalmente copia estilos, no necesariamente correctos (caso del enfoque que señala que el docente en formación aprende a resolver ejercicios cuantitativos), y adquiriera habilidades metacognitivas y reflexione sobre y desde su quehacer cotidiano. (Jarauta, 2015). Debe entenderse que el modelo que usa una persona, tanto en los aspectos cognitivos, sociales y afectivos para el aprendizaje, es decir para adquirir conocimientos y en nuestro caso de naturaleza científica, no es simplemente producto del ambiente, ni un simple resultado de sus disposiciones internas, sino una construcción propia que se va produciendo día a día como resultado de la interacción de estos dos factores. En consecuencia, el conocimiento no es una copia de la realidad, sino un modelo de la realidad que construye el ser humano y esta construcción se realiza con los esquemas que la persona ya posee (conocimientos previos), o sea con lo que construyó previamente en su relación con el medio que lo rodea. Esta construcción en casi todos los contextos de la vida depende sobre todo de dos aspectos:

1. De la representación inicial que se tiene de la nueva información adquirida y,

2. De la actividad externa o interna que se desarrolla referente a esa nueva información.

En definitiva, todo aprendizaje supone una construcción que se realiza a través de un proceso mental que conlleva a la adquisición de un conocimiento nuevo. Pero en este proceso no es solo la información que se ha adquirido, sino, sobre todo la posibilidad de construirlo y adquirir una nueva competencia que le permitirá generalizar, es decir, aplicar lo ya conocido a una situación nueva, o sea conocimiento. De esa forma, el aprendiz busca la obtención del conocimiento tratando de entender y de explicar las formas en la que aprende y es el motor de su propio aprendizaje. La familia, los docentes y otros miembros de la comunidad educativa son solamente facilitadores del cambio que se está operando en la mente del aprendiz, pero no son piezas principales, ya que las personas no interpretan literalmente lo que reciben del entorno, ya sea de la propia naturaleza o a través de las explicaciones de docentes, tutores y bibliografía. Se entiende que la percepción de las propias vivencias del sujeto está sujeta a los marcos de interpretación que posee el “aprendiz”.

Y la prueba de que no se logra eso es que algunas investigaciones sobre el desempeño profesional del nuevo docente presentan evidencias de que los aprendizajes didácticos débilmente adquiridos en el aula universitaria son olvidados y removidos por fuertes perspectivas tradicionales durante el ejercicio docente. Otras indican que, para el docente con la nueva óptica, el verdadero aprendizaje se desarrolla en el aula de trabajo con los estudiantes. Por otro lado, hay investigaciones que sostienen, que una formación inicial con una óptica tradicional desampara al docente frente a las exigencias de un verdadero proceso de enseñanza

(Rodríguez, 2017). Puntos de vista disímiles dan cabida a posiciones donde algunas veces se trata de dar prelación para escoger como docentes de física, a profesionales de ingeniería y otras áreas de ciencias naturales y matemática, reconociendo como requisito suficiente que el recibir algunos cursos de Física es suficiente para dedicarse a la enseñanza de la Física. Se reconoce, que esta falla, está en conexión, por un lado, con el modelo teórico que sostiene que el docente de física se forma en el aula a través de las actividades y estrategias de aprendizaje clásicas; y por otro lado las que asignan un peso mínimo a los cursos de Física, sin el enfoque experimental y sin las prácticas de laboratorio que toda ciencia debe procurar, y se inclinan por cursos pedagógicos y no didácticos (menos de la disciplina), lo que acentúa la desconexión de la disciplina científica y hacen explícita la negación de la ciencia didáctica.

Algunos estudios muestran que Panamá tiene un promedio alto de años de escolarización (11,2 años) pero, en materia de educación superior, apenas un 4,3 por ciento de la población urbana posee estudios superiores y sin grandes perspectivas futuras (Freire-Seoane, 2012). Esto significa que por lo menos se mantiene la demanda de docentes, sin embargo, el número de estudiantes que aspiran a ingresar en una carrera de ciencias, entre ellas la docencia, es baja, y este fenómeno es mundial. No estamos frente a una encrucijada, sino frente a un reto. Debemos esforzarnos por una formación inicial de docentes sólida que muestre al futuro docente una perspectiva más cónsona con la enseñanza de una ciencia y con el compromiso que tiene consigo mismo como profesional que reconoce que el enseñar va con el *aprender a enseñar*. Y que este mismo docente al presentar en el aula una ciencia como la hacen los científicos, pero como proceso autorregulado

ya que la Física de los físicos es ciencia y la Física que se presenta a los alumnos es un modelo regulado por una transposición didáctica de la física, que promueve la innovación, que ilustra como se transforma la naturaleza y a la sociedad, que no es solo conceptos, teoría y ejercicios cuantitativos. Es una bella actividad con la cual el docente invita a los estudiantes a comprometerse y a optar por la ciencia.

Por esta razón, un primer paso en la formación del pensamiento del futuro docente lo enfocamos en la revisión y reestructuración de los planes de estudio.

## CAPÍTULO 3

### MARCO METODOLÓGICO

Una tesis reproduce la reflexión y el “*ordenamiento del conocimiento adquirido*”, es un trabajo que reúne un proceso de búsqueda, análisis y desarrollo del conocimiento (Borsinger,2005). Tiene como funciones:

1. Informar sobre los aportes originales producidos en una cierta área del conocimiento. Al transmitir esta información, el autor está presentando un texto que sirve para el control de sus conocimientos del área, por parte de la comunidad científica y de la capacidad del investigador para generar nuevo conocimiento;
2. Además, la tesis se constituye en un medio para que el autor sea aceptado como un par por la comunidad de especialistas.
3. Asimismo, por medio de la tesis el autor tiene que lograr influir en sus lectores, persuadirlos de que lo que ha hecho es importante, relevante y original.

De aquí que otras funciones que debe cumplir, junto con la de informar, son las de argumentar y de persuadir. (Borsinger,2005: 267-268).

Por consiguiente, se espera que la metodología no sea una tarea sencilla dado que el marco teórico no ofrece explícitamente los instrumentos y procedimientos para resolver en forma fiable los objetivos (Ochoa, L. 2011).

El investigador, entonces, debe construir o adaptar los instrumentos [...] implica también procesos de lectura y escritura de alto nivel de exigencia cognitiva: ser capaz de identificar la información literal, hacer inferencias,

relacionar datos, leer [en forma] dirigida, confrontar opiniones, identificar las ideas centrales, separar lo que es relevante de lo que no lo es, saber qué es lo que se busca, parafrasear textos con fidelidad al original, no tergiversar las ideas del autor y construir un discurso propio a partir de otro. (Ochoa, L. 2011).

Independientemente del enfoque que tenga una investigación, cualitativa o cuantitativa, existen tres ejes fundamentales de actividades:

### **1. Primer Eje.**

Recoger toda la información necesaria y suficiente para alcanzar [los] objetivos, o solucionar [el] problema. (Martínez, 2006).

Este trabajo se enmarcaría en una perspectiva cualitativa. Se examina la experiencia y su documentación, se desarrolla una base teórica coherente, *teoría fundamentada*, que se contrasta con los datos e información pertinente, y desde la lógica y procesos inductivos se explora y describe el fenómeno para generar perspectivas teóricas. “[...] la investigación cualitativa proporciona profundidad a los datos, dispersión, riqueza interpretativa, contextualización del ambiente o entorno, detalles y experiencias únicas. También aporta un punto de vista ‘fresco, natural y holístico’ de los fenómenos, así como flexibilidad.” (Sampieri, 2010).

Se optará, inicialmente, por un diseño de análisis de contenido de tipo descriptivo: especifica propiedades, características y los perfiles de personas, grupos, comunidades, procesos, objetos o cualquier otro fenómeno que se someta a un análisis (Sampieri, 2010). Para determinar los enfoques teóricos se empleará el *método bibliográfico-documental* (técnica de revisión bibliográfica de libros,

artículos e investigaciones sobre el tema) para conocer los aspectos relacionados con la formación del profesorado y modelos de formación. (Chávez Vaca, 2018).

La búsqueda de documentos sobre formación inicial, currículum y competencias se realizará a partir de una revisión exploratoria de artículos escritos y publicados en revistas electrónicas de instituciones reconocidas. Cada conjunto de *palabras claves* sería ingresada a Google.com, por ejemplo, como motor de búsqueda, no se harán restricciones de periodos, sin embargo, se buscarán las más recientes referencias. Los artículos seleccionados darán pistas para la búsqueda de otras referencias bibliográficas sobre el mismo tema, “efecto bola de nieve” (Alvi, 2016).

## **2. Segundo Eje.**

Estructurar esa información en un todo coherente y lógico, es decir, ideando una estructura lógica, un modelo o una teoría que integre esa información. (Martínez, 2006).

El alcance de la investigación será, posteriormente, de carácter correlacional: “asocia variables mediante un patrón predecible para un grupo, población”, o fenómeno. (Sampieri, 2010).

El área de la Enseñanza de las Ciencias, y en particular de la Didáctica de la Física, es un área de investigación ya consolidada, reconocida internacionalmente y forma parte de las diferentes áreas de investigación de Universidades serias.

Las investigaciones en la Didáctica de las Ciencias, la Epistemología de las Ciencias, la Psicología del Aprendizaje, los contenidos curriculares de las ciencias exactas y, las concepciones alternativas de los estudiantes, como objetos de estudio,

se combinan perfectamente con métodos de investigación cualitativa. (Castiblanco, 2014).

Dentro de la lectura de otros programas de formación de profesores con características parecidas, se revisarían los cursos en términos de los contenidos más pertinentes desde la disciplina, desde los enfoques didácticos sugeridos para el desarrollo de los cursos, si los tienen, y desde la proyección didáctica de los modelos de enseñanza que podrían copiar los docentes en formación, que es lo más típico.

La metodología de investigación de la enseñanza de la Física toma conocimientos “de la Sociología, Antropología, Psicología, Historia y Filosofía de las Ciencias y, de la práctica docente, con tendencia a la especialización de técnicas de toma y análisis de datos, cada vez más consecuentes [...]. Se evidencia una vez más el carácter interdisciplinar de los procesos asociados a la producción de conocimiento en el campo de la Enseñanza de las Ciencias, lo cual, consideramos debe ser enseñado [también] a los futuros profesores.” (Castiblanco, 2014).

### **3. Tercer Eje.**

*Método de casos.* Si hay algo constante en la enseñanza es el cambio. Cualquier propuesta conceptual o metodológica debe ajustarse, transformarse y responder (con los recursos que se dispongan) a la complejidad, a las variaciones de los sistemas educativos y a los cambios paulatinos o inesperados que pueden afectar la dinámica de la sociedad. Estas variaciones son independientes de cualquier modelo de aprendizaje en desarrollo: llámese conductismo, socio-constructivismo, nuevas tecnologías o neuro-aprendizajes, entre otros. Sin embargo, la capacidad de respuesta de los sistemas educativos para evaluar sus

logros y desaciertos es demasiado lenta. Además, esta característica de los sistemas y/o paradigmas educativos es que sobreviven pese a la evidencia (total o parcial) de su caducidad, a su incapacidad de resolver situaciones, y a su incapacidad de transformarse con rapidez y se hacen obsoletos. En este sentido, para tener una idea de si un modelo es funcional o no, o si se puede optimizar, es mediante el control riguroso de variables (optimización) y la observación “in vitro” del comportamiento de estos sistemas complejos, como es el caso de la formación en la enseñanza de una ciencia.

La razón para esta “*respuesta lenta*” es que las propuestas, de cualquier tipo, deben verificarse frente a una “*puesta en práctica*”, y esta puesta en práctica (o ensayo o desarrollo) del modelo, es también lenta. En este sentido, la evidencia científica del éxito o fracaso de cualquier modelo es difícil de evidenciar, porque:

1. lleva tiempo observar sus efectos;
2. hay muchas variables involucradas:

de “la interacción entre las partes de un sistema [en este caso, educativo] pueden surgir resultados diferentes, [que] generan nuevas cualidades y atributos, [y] que además provocan que las partes del sistema actualicen propiedades y atributos que sólo son posibles en el contexto redefinido del sistema al que pertenecen.” (Gómez, 2016).

De manera que no se puede modelizar sobre perspectivas clásicas tipo deterministas sino dentro sistemas que cambian sus condiciones iniciales permanentemente.

3. muchas veces no existen estudios específicos que determinen las repercusiones de los modelos aplicados, ni tampoco dan las justificaciones necesarias para ajustar o reemplazar el modelo.

Desde estas perspectivas, se emplea el estudio de casos como metodología para el desarrollo de esta *investigación/propuesta*, es “útil en la exploración y descripción de aspectos novedosos o poco conocidos que pueden representar avances significativos, con un alto potencial de utilidad en la práctica”. (Fong, 2008).

El estudio de casos es un recurso metodológico, puede explicar el nuevo modelo (no solo el contenido del programa, sino también las perspectivas que se necesitan y que influyen en los procedimientos que se puedan aplicar) y la necesidad de la nueva propuesta (a partir del contacto con el objeto de estudio) para generar justificaciones.

Además, esta *investigación/propuesta* prueba su validez como investigación científica desde la perspectiva de que sus resultados (la propuesta) siguiendo un método adecuado (estudio de casos) es probable, con la posibilidad de que pueda existir más de una explicación (otra propuesta) que puede ser considerada aceptable. Este tipo de marcos popperianos reconoce la inexistencia de teorías perfectas y permite evaluar el carácter científico de una investigación, aún cualitativa, en función de la confiabilidad y de la validez de sus explicaciones.

Dentro de la particularidad y complejidad de un caso singular como son los aportes de los programas de las carreras de profesorado y docencia en Física de la Universidad de Panamá; y las posibles omisiones, desarticulaciones y desactualizaciones en la formación de nuevos profesionales en la enseñanza de la

Física, entonces, se realiza una propuesta para mejorar el perfil del nuevo profesional revisando los ejes siguientes:

1. los contenidos de la disciplina,
2. la didáctica de la disciplina,
3. las nuevas tecnologías,
4. las estrategias de enseñanza desde el enfoque de la Física,
5. la perspectiva investigativa desde la investigación-acción

y el enfoque aprender a aprender,

En este sentido la utilidad del estudio de casos, en el contexto de exploración y descripción de aspectos novedosos y propuestas significativas de un nuevo currículo, permite avanzar (con una aceptable potencialidad) en el perfil del currículo de una carrera que repercute directamente en la enseñanza de las ciencias naturales, en particular de la Física. Convirtiendo la formación en enseñanza de la Física, en una oportunidad para el desarrollo de mejores profesionales y la posibilidad de lograr una concepción de la Física más próxima a resolver los problemas de la sociedad.

La confiabilidad y la validez de este trabajo se basan en que da información útil para la toma de decisiones, permitiría *“reproducir el modelo y evaluar resultados”* igual que se ha hecho con otros programas. Además, la validación se propone desde el mismo objetivo de los “ensayos” de las propuestas anteriores, las mismas inquietudes, la misma problemática y limitaciones, pero desde perspectivas actuales y futuras, es decir, la *“justificación de los cursos y sus enfoques”*. (Fong, 2008).

Hay que tener presente que una propuesta curricular:

“constituye un concepto en permanente construcción y no un documento terminado, rígido, que no acepte la posibilidad de innovaciones y de reajustes acordes con la dinámica educativa y social”. (Toro, 2017).

## CAPÍTULO 4

### RESULTADOS: ORGANIZACIÓN DEL PLAN DE ESTUDIO DE LA LICENCIATURA EN DIDÁCTICA DE LA FÍSICA Y LOS PROGRAMAS SINTÉTICOS

Los programas sintéticos que conforman la nueva carrera de Licenciatura en Didáctica de la Física tienen a su vez un tronco común con la licenciatura en Física. Específicamente, la propuesta para la nueva carrera está compuesta por: 24 asignaturas de Física (tronco común), y; 13 cursos de la especialidad en Didáctica de la Física. Esto hace un total 37 cursos catalogados como fundamentales, 8 de apoyo y 5 culturales y ningún curso de pedagogía. Estos últimos se podrían tomar en la carrera Profesorado en Docencia Media Diversificada a Nivel de Pre-Media y Media de la Facultad de Ciencias de la Educación.

Una comparación de los tres programas que se han desarrollado, orientados para formas docentes en Física, muestra lo siguiente:

- El programa de 1974: 50% Fundamentales y 18% pedagógicas.
- El programa de 2001: 44% Fundamentales y 34 % pedagógicas.
- La propuesta curricular: 86% Fundamentales y 0 % pedagógicas.

A continuación, se presenta, en primer lugar, la estructura final y la organización del plan de estudio de la Licenciatura en Didáctica de la Física, y seguidamente los programas sintéticos de esta propuesta de carrera: Licenciatura en Didáctica de la Física.

## 1. Plan de estudio de la licenciatura en Didáctica de la Física

LICENCIATURA EN DIDÁCTICA DE LA FÍSICA							
PRIMER AÑO - PRIMER CUATRIMESTRE							
ABR. Y N°	DENOMINACIÓN	T.Asig	HT	HP	HL	Cred	PRERREQUISITOS
Fis. 100 A	Física General	F	5	0	0	5	
Fis. 101 A	Física Experimental I	F	0	0	6	2	
Mat 100	Cálculo Diferencial I	A	4	0	3	5	
Mat 101	Algebra Lineal	A	4	0	3	5	
NCES	Lenguaje y Comunicación en Español	C	2	2	0	3	
Qm 100	Química General I	C	2	0	3	3	
		<b>Asig</b>	<b>17</b>	<b>2</b>	<b>15</b>		
		<b>6</b>	<b>Horas</b>	<b>34</b>	<b>Horas</b>	<b>23</b>	

PRIMER AÑO - SEGUNDO CUATRIMESTRE							
ABR. Y N°	DENOMINACIÓN	T.Asig	HT	HP	HL	Créd	
Fis. 100 B	Fundamentos de Mecánica I	F	4	0	0	4	FIS 100A, FIS 101A, Mat 100
Fis. 101 B	Física Experimental II	F	0	0	6	2	FIS 100A, FIS 101A, Mat 100
Fis. 102 B	Electricidad y Magnetismo	F	4	0	0	4	FIS 100A, FIS 101A, Mat 100
Fis. 101 C	Física Experimental III	F	0	0	6	2	FIS 100A, FIS 101A, Mat 100
Mat 102	Cálculo Diferencial II	A	4	0	3	5	
QM 101	Química General II	C	2	0	3	3	
		<b>Asig</b>	<b>14</b>	<b>0</b>	<b>18</b>		
		<b>6</b>	<b>Horas</b>	<b>32</b>	<b>Horas</b>	<b>20</b>	

PRIMER AÑO - TERCER CUATRIMESTRE							
ABR. Y N°	DENOMINACIÓN	T.Asig	HT	HP	HL	Créd	
Fis. 100 C	Fundamentos de Mecánica II	F	4	0	0	4	Fis102B, Fis 101B, Mat 102
Fis. 102	Campos y Ondas	F	4	0	0	4	Fis102B, Fis 101B, Mat 102
Fis. 101 D	Física Experimental IV (Campos y Ondas)	F	0	0	6	2	Fis102B, Fis 101B, Mat 102
Fis. 103	Electromagnetismo y Relatividad Especial	F	4	0	0	4	Fis102B, Fis 101B, Mat 102
Mat 103	Ecuaciones Diferenciales	A	5	0	0	5	
NCIN	Lenguaje y Comunicación en Inglés	C	3	0	0	3	
		<b>Asig</b>	<b>20</b>	<b>0</b>	<b>6</b>		
		<b>6</b>	<b>Horas</b>	<b>26</b>	<b>Horas</b>	<b>22</b>	

SEGUNDO AÑO - CUARTO CUATRIMESTRE							
ABR. Y N°	DENOMINACIÓN	T.Asig	HT	HP	HL	Créd	
Fis. 200	Termodinámica e Introducción a la Física Estadística	F	4	0	0	4	Fis100C; Fis102C, Mat103
Fis. 201 A	Física Experimental V	F	0	0	6	2	Fis100C; Fis101D, Fis102C, Mat103
Fis 202	Introducción a la Gravitación	F	4	0	0	4	Fis100C; Fis101D, Fis102C, Fis103, Mat103
Fis 203	Observación de Fenómenos Astrofísicos y Astronómicos.	F	0	0	6	2	Fis100C; Fis101D, Fis102C, Fis103, Mat103
Mat 200	Métodos Matemáticos en Física I	A	5	0	0	5	
NCSM	Sociedad, Medio Ambiente y Desarrollo	C	2	0	0	2	
		<b>Asig</b>	<b>15</b>	<b>0</b>	<b>12</b>		
		<b>6</b>	<b>Horas</b>	<b>27</b>	<b>Horas</b>	<b>19</b>	

SEGUNDO AÑO - QUINTO CUATRIMESTRE							
ABR. Y N°	DENOMINACIÓN	T.Asig	HT	HP	HL	Créd	
Fis. 204	Física Moderna e Introducción a la Física Cuántica	F	4	0	0	4	Fis200, Fis102C, Fis100C, Fis103, Mat200
Fis 201B	Física Experimental VI (Física Moderna)	F	0	0	6	2	Fis200, Fis102C, Fis100C, Fis103, Mat200
Fís. 205	Los Modelos en Física	F	1	0	3	2	Fis200, Fis102C, Fis100C, Fis102B, Fis202, Fis103, Mat200
Fis 206	Instrumentación y Circuitos	F	0	0	6	2	Fis200, Fis202, Fis103, Mat200, Fis102C, Fis100C, Fis102B,
INF 207 A	Programación para Físicos - I	A	0	0	6	2	Fis200, Fis202, Fis103, Mat200, Fis102C, Fis100C, Fis102B,
Mat 201	Métodos Matemáticos en Física II	A	5	0	0	5	
NCGE	Geografía de Panamá	C	2	0	0	2	
		<b>Asig</b>	<b>12</b>	<b>0</b>	<b>21</b>		
		<b>7</b>	<b>Horas</b>	<b>33</b>	<b>Horas</b>	<b>19</b>	

SEGUNDO AÑO - SEXTO CUATRIMESTRE							
ABR. Y N°	DENOMINACIÓN	T.Asig	HT	HP	HL	Créd	
Fis 208	Epistemología e Historia de la Física	F	4	0	0	4	Fis 205
Fis 209	Probabilidad y Estadística en Física	F	4	0	0	4	Fis 200, Fis 201 A, Mat201
Fis. 210	Física Ambiental y Sociedad	F	4	0	0	4	Fis 200, Fis 204, Fis 102 C, Fis 103, Mat201
Fis. 211	Introducción a la Física de las Radiaciones., y sus Aplicaciones	A	0	0	6	2	Fis 200, Fis 204, Fis 102 C, Fis 103, Mat201
INF 207 B	Programación para Físicos - II	A	0	0	6	2	Inf 207 B, Fis 205, Fis 206, Mat201
CNHI	Historia de Panamá en el Mundo Globalizado	C	2	0	0	4	
Bio. 200	Biología General	C	2	0	3	3	
		<b>Asig</b>	<b>16</b>	<b>0</b>	<b>15</b>		
		<b>7</b>	<b>Horas</b>	<b>31</b>	<b>Horas</b>	<b>23</b>	

TERCER AÑO - SÉPTIMO CUATRIMESTRE							
ABR. Y N°	DENOMINACIÓN	T.Asig	HT	HP	HL	Créd	
Fis 212 A	Organización. y Planificación de la Actividad Experimental I	A	3	0	0	3	Fis208,210,101A,101B,101D, 101C,201A,201B
Fis 213	Evaluación para el aprendizaje de la Física.	A	3	0	0	3	Fis208,210,101A,101B,101D, 101C,201A,201B
Fís. 214 A	Didáctica de la Física I [Introducción]	F	3	0	0	3	Fis208,210,101A,101B,101D, 101C,201A,201B
Fis. 215	Recursos Virtuales para la enseñanza de la Física	F	3	0	0	3	Inf 207 A, Inf 207 B
		<b>Asig</b>	<b>12</b>	<b>0</b>	<b>0</b>		
		<b>4</b>	<b>Horas</b>	<b>12</b>	<b>Horas</b>	<b>12</b>	

TERCER AÑO - OCTAVO CUATRIMESTRE							
ABR. Y N°	DENOMINACIÓN	T.Asig	HT	HP	HL	Créd	
Fis 300 A	Técnicas para la Inv., en Didáctica de la Física I	F	3	0	0	3	Fis 212A, Fis213, Fis 214 A, Fis 215
Fis 312 B	Organización y Planificación de la Actividad Experimental II	F	3	0	0	3	Fis 212A, Fis213, Fis 214 A, Fis 215
Fis. 314 B	Didáctica de la Física II	F	3	0	0	3	Fis 212A, Fis213, Fis 214 A, Fis 215
NCGE	Geografía de Panamá	C	2	0	0	2	
		<b>Asig</b>	<b>11</b>	<b>0</b>	<b>0</b>		
		<b>4</b>	<b>Horas</b>	<b>11</b>	<b>Horas</b>	<b>11</b>	

TERCER AÑO - NOVENO CUATRIMESTRE							
ABR. Y N°	DENOMINACIÓN	T.Asig	HT	HP	HL	Créd	
Fis 300 B	Técnicas para la Inv., en Didáctica de la Física II	F	3	0	0	3	Fis 300A, Fis 312B, Fis 314B
Fis 312 C	Organización y Planificación de la Actividad Experimental III	F	0	0	6	2	Fis 300A, Fis 312B, Fis 314B
Fís. 314 C	Didáctica de la Física III	F	3	0	0	3	Fis 300A, Fis 312B, Fis 314B
Fis 315 A	Diseño y construcción de equipo I	A	3	0	0	3	Fis 300A, Fis 312B, Fis 314B
		Asig	9	0	6		
		4	Horas	15	Horas	11	

CUARTO AÑO - DECIMO CUATRIMESTRE							
ABR. Y N°	DENOMINACIÓN	T.Asig	HT	HP	HL	Créd	
Fís. 314 D	Didáctica de la Física IV	F	3	0	0	3	Fis 300, Fis 312C, Fis314C
Fis 315 B	Diseño y construcción de equipo II	A	3	0	0	3	
Fís. 500 A	Trab. de Graduación I	F	0	0	0	3	
		Asig	6	0	0		
		3	Horas	6	Horas	9	

CUARTO AÑO - DECIMO CUATRIMESTRE							
ABR. Y N°	DENOMINACIÓN	T.Asig	HT	HP	HL	Créd	
Fís. 500 B	Trab. de Graduación II	F	0	0	0	3	
		Asig	0	0	0		
		1	Horas	0	Horas	3	

## 2. Programas Sintéticos de los Cursos del Tronco Común

A continuación, los programas sintéticos, estructurados en términos de:

- I. Datos Generales.
- II. Justificación.
- III. Objetivo Generales.
- IV. Descripción.
- V. Competencias.
- VI. Contenidos.
- VII. Metodología y recursos
- VIII. Criterios de Evaluación
- IX. Bibliografía.

# UNIVERSIDAD DE PANAMÁ

Facultad de Ciencias Naturales, Exactas y Tecnología

Escuela de Física

Licenciatura Didáctica de la Física

Programa sintético de asignatura

## FÍSICA GENERAL (FIS 100 A)

(Fenomenología de las ciencias Físicas)

### I. DATOS GENERALES

Denominación: Física General (Fenomenología de las ciencias Físicas).

Código de Horario: \_\_\_\_\_; Código de Asignatura: \_\_\_\_\_

Cuatrimestre: I (primer año).

Créditos:

Horas de Dedicación: Totales: Teóricas: Práctica: Laboratorio: 0

Pre-requisitos: Ninguno.

### II. JUSTIFICACIÓN

La Física como ciencia experimental que estudia fenómenos naturales con estructura matemática ha perdido su naturaleza, por las visiones simplistas que se manejan a distintos niveles de la sociedad en general. En consecuencia, esta primera asignatura tiene como objetivo promover en los estudiantes la comprensión

de la fenomenología de la Física como un punto equitativo entre los *modelos físicos* y *la experimentación*. La Física no es una Ciencia alejada del ser humano, es todo lo contrario, estudia la naturaleza y a través de la comprensión de la naturaleza el Ser Humano ha mejorado su calidad de vida. Esto último lo vemos, por ejemplo, en los avances en Física Cuántica, que se ven traducidos en mejoras de la comunicación de tal forma que en la actualidad es difícil predecir los avances científicos y tecnológicos que cambiaran el contexto en que vivirá el Ser Humano en el futuro.

### III. OBJETIVOS GENERALES

1. Reconocer la importancia de comprender la naturaleza de la Física para integrar, de manera adecuada, los modelos matemáticos y la experimentación, en el estudio de ciertos fenómenos naturales.
2. Valorar el papel de la medición para obtener información y evidencia adecuada y pertinente del fenómeno que se estudia.
3. Asociar de manera pertinente, fenómenos cotidianos con la Física newtoniana, a través del estudio fenomenológico de conceptos como espacio, tiempo, fuerza, masa, energía, temperatura, presión, volumen, etc.
4. Analizar algunos modelos físicos que permiten ejemplificar de manera adecuada la relación *modelo-fenómeno*.
5. Valorar que existen conceptos que unifican estructuras conceptuales básicas de distintas ramas de la Física.

## IV. DESCRIPCIÓN

Esta primera asignatura tiene como finalidad promover la reflexión sobre el papel que ha jugado, en el desarrollo de la Física como ciencia, el binomio *modelo-experimentación*. Para que de esta forma los estudiantes construyan una visión sobre la Física más cercana a su naturaleza como ciencia experimental, que estudia fenómenos naturales con estructura matemática. Por lo que se ha estructurado el contenido de este curso en cinco módulos que se describen a continuación.

**Módulo 1.** *La Física Ciencia Experimental y la vida cotidiana.* Este módulo está pensado para promover la reflexión sobre la naturaleza de la Física como Ciencia Experimental y la importancia que tiene para el desarrollo de esta Ciencia comprender el papel que tiene la relación modelo-fenómeno natural con estructura matemática.

**Módulo 2.** *La importancia del proceso de medición en Física.* Con el desarrollo de este contenido se busca promover la comprensión y el análisis del quehacer del físico, quien requiere del manejo adecuado del proceso de medición para obtener información veraz y lógica del fenómeno que estudia. Esto último está asociado a la identificación de la lógica matemática que sustenta el hecho con el proceso de medición. Al medir las variables que caracterizan un fenómeno obtenemos información numérica (que es un lenguaje), lo que es una ventaja para el físico al construir modelos explicativos sobre un fenómeno, sustentados en la lógica matemática.

**Módulo 3.** *Magnitudes físicas a la base de la comprensión de algunos fenómenos que estudia y explica la Física.* El desarrollo del contenido de este

módulo tiene como objetivo promover la comprensión del papel que juegan algunas magnitudes físicas de uso común en la vida cotidiana (espacio, tiempo, materia, movimiento, energía) y que tienden un puente entre el modelo físico y la experimentación.

**Módulo 4.** *Algunos modelos físicos que ejemplifican de manera adecuada la relación modelo – fenómeno.* Se busca promover, con el desarrollo de este módulo, el análisis y reflexión sobre el binomio *modelo – fenómeno* teniendo como contexto los fenómenos naturales más cercanos a su entorno.

**Módulo 5.** *Concepto Físico general cuya estructura matemática es común y fundamental en Física.* Con el desarrollo de este módulo se busca promover el análisis y reflexión sobre conceptos físicos fundamentales, usando analogías que lo sustentan, en distintas ramas o áreas de la Física.

## V. COMPETENCIAS

**Genéricas:** Tomadas del Proyecto Tuning.

- Capacidad de abstracción, análisis y síntesis.
- Capacidad de aplicar los conocimientos en la práctica.
- Capacidad para organizar y planificar el tiempo.
- Capacidad de comunicación oral y escrita.
- Habilidades en el uso de las tecnologías de la información y de la comunicación.
- Capacidad de investigación.

- Habilidades para buscar, procesar y analizar información procedente de fuentes diversas.
- Capacidad para identificar, plantear y resolver problemas.
- Capacidad de trabajo en equipo.
- Habilidad para trabajar en forma autónoma.

### Específicas

1. Reconoce la Física como Ciencia Experimental que se construye y avanza al establecer relaciones entre un modelo matemático y un fenómeno natural con estructura matemática, para construir una visión de esta Ciencia más cercana a su naturaleza, teniendo como criterios que toda ciencia tiene como mínimo un objeto de estudio, un método de trabajo, un criterio de verdad (la experimentación) e instrumentos de medición.
2. Identifica la lógica matemática que sustenta el hecho o fenómeno con el proceso de medición, para caracterizar las propiedades del fenómeno natural o social en estudio usando como criterios base la información numérica obtenida, la evidencia, a través del proceso de medición para construir un modelo matemático que explica lo que ocurrió o lo que puede ocurrir con el fenómeno que se estudia.
3. Asocia magnitudes físicas de uso común en la vida cotidiana (espacio, tiempo, materia, movimiento, energía), para tender un puente entre modelos matemáticos y la experimentación, a través del estudio fenomenológico de

conceptos como temperatura, presión, volumen, (que une variables macroscópicas a variables microscópicas), etc.

4. Analiza algunos modelos físicos que ejemplifican de manera adecuada la relación *modelo – fenómeno*, para tender un puente entre el modelo y el fenómeno teniendo presente la naturaleza experimental de la Física como Ciencia.
5. Utiliza conceptos físicos fundamentales para identificar estructuras matemáticas comunes y fundamentales en Física usando analogías que los sustenten, en distintas ramas o áreas de la Física.

## VI. CONTENIDOS

### Módulo 1. *La Física Ciencia Experimental y la vida cotidiana.*

- La Física como ciencia, su naturaleza y su relación con nuestro entorno cotidiano.
- Propiedades que caracterizan a la Física como ciencia: objeto de estudio, método de trabajo, criterio de la Verdad (la experimentación), los instrumentos de medición.
- Aplicaciones de la Física a la Sociedad.
- Identificación y análisis de modelos matemáticos clásicos (escalar, vector, etc.) asociados con fenómenos físicos simples como punto material, posición, movimiento, cambios de velocidad, energía y su relación con variables macroscópicas como volumen, presión, etc., y su alcance desde el punto de vista comprensión del fenómeno.

**Módulo 2.** *La importancia del proceso de medición en Física.*

- La medición (directa/indirecta) como un proceso que tiende un puente entre el Físico y la naturaleza.
- Una gramática para la comunicación de la información que se obtiene de la naturaleza: el Sistema Internacional de medidas.
- Las cifras significativas y la notación científica conceptos fundamentales en el proceso de medición.
- Los conceptos de precisión, exactitud, dispersión, etc.

**Módulo 3.** *Magnitudes físicas a la base de la comprensión de algunos fenómenos que estudia y explica la Física.*

- Unión entre lo cotidiano y la Física newtoniana a través del estudio fenomenológico de conceptos como temperatura, presión, volumen, (que une variables macroscópicas a variables microscópicas), etc.

**Módulo 4.** *Algunos modelos físicos que ejemplifican de manera adecuada la relación modelo – fenómeno.*

- El principio de Arquímedes.
- El Principio de Pascal.
- El teorema de Bernoulli.
- Introducción a los fenómenos y el comportamiento de distintas ondas como rayos en distintos medios; modelo corpuscular de Newton y modelo ondulatorio de Huygens; los colores).

**Módulo 5.** *Concepto Físico general cuya estructura matemática es común y fundamental en Física*

- El concepto campo escalar (potencial gravitatorio y potencial eléctrico) y vectorial, que toma forma y sentido a partir de conceptos como masa y carga, gradiente, divergencia, etc. Analogías y diferencias entre masa en movimiento y corriente eléctrica, analogías y diferencias entre campo gravitatorio y campo coulombiano, etc.

## VII. METODOLOGÍA Y RECURSOS

De manera general para todas las asignaturas de esta carrera se recomienda que la metodología y los recursos didácticos a utilizar en el aula al desarrollar los contenidos que las conforman, deben ser programados. En este sentido se sugiere, por ejemplo, organizar discusiones centradas en la interacción e intercambio de ideas entre docentes y estudiantes. Como eje central de esto último se pueden utilizar, por ejemplo, lecturas comentadas, el análisis y propuestas de soluciones de problemas reales, asociados con preguntas pertinentes sobre estos. Si el contenido a desarrollar lo permite se propone, además, introducir problemas históricos, realizar demostraciones, organizar conferencias, charlas, diseñar trabajos en equipo, desarrollar actividades experimentales sobre temas específicos de Física y discutir lo esperado en contraste con los resultados, analizar y resolver situaciones similares sobre esos mismos temas. El uso de applets, simulaciones, videos, software, páginas web, bases de datos bibliográficos y otros recursos debe ser parte fundamental del trabajo en el aula. Se recomienda, por último, que se tome en cuenta los marcos

conceptuales, las metodologías y los recursos tecnológicos actualizados. Esto garantizará la actualización continua de los contenidos, la metodología y los recursos.

En cuanto a esta asignatura es necesario poner sobre la mesa la fenomenología de la Física, como una forma de contrarrestar las visiones simplistas que se manejan sobre esta Ciencia a distintos niveles de la sociedad en general. Por ello, se sugiere promover la participación de los estudiantes en foros de discusión presenciales y/o virtuales (sincrónicos y asincrónicos) con temas que giren alrededor de la fenomenología de la física y su naturaleza. Se debe tener presente que las clases tendrán un carácter teórico-práctico, lo que les permitirá a los participantes desarrollar e integrar los contenidos conceptuales, actitudinales (visión sobre la Física como Ciencia Experimental) y procedimentales (factuales). Se sugiere, además, que al final de cada tema se abra un espacio para la reflexión, el análisis crítico y las sugerencias para el establecimiento de un puente entre la imagen de física que se maneja, la función de esta ciencia en la sociedad, y la naturaleza de la Física asociada a su fenomenología.

## VIII. CRITERIOS DE EVALUACIÓN

La evaluación debe ser formativa y sumativa.

- *Evaluación formativa.* Se recomienda que en este punto se ponga especial atención a las diferencias entre evaluación de los aprendizajes y evaluación para los aprendizajes. Ello con el objetivo de diseñar y elaborar evaluaciones que realmente pongan a prueba el conocimiento construido al aplicarlo a

situaciones específicas que demuestren el nivel comprensión de los contenidos.

- *Evaluación Sumativa*. En este sentido se sugiere, por ejemplo, a partir de la amplia gama que existe, pruebas parciales escritas u orales, trabajos en grupo de carácter analítico, evaluación de trabajos escritos, pruebas orales de valoración de contenidos, defensa de un proyecto final sobre alguno de los temas estudiados o desarrollados.

En cuanto a la ponderación global de la evaluación se debe tener en cuenta lo establecido en el Estatuto Universitario, a saber:

Pruebas parciales	30 --- 40 %
Presentaciones orales, informes, trabajos en grupos, etc.	20 --- 30 %
Examen Semestral	30 --- 40 %

## IX. BIBLIOGRAFÍA

1. Courty, J-M., Kierlik, E., Schlichting, H. J., Treitz, N. (2021). Física Cotidiana, de la Mecánica Clásica al principio de incertidumbre del día a día. Temas 105. Revista Investigación y Ciencias. Edición española de Scientific American. 3º Trimestre 2021.
2. Heisenberg, W., Gabriel, A., & Pascual, F. (1969). *La imagen de la naturaleza en la física actual*. Seix Barral.

3. Freedman, Y., & Zemansky, S. (2009). Física universitaria. *Editorial Prentice Hall. México. Decimosegunda edición.*
4. Hewitt, P. G. (2002). *Conceptual physics*. Pearson Educación.
5. Feynman, R. P., Leighton, R. B., & Sands, M. (2019). *Lecciones de física de Feynman, I: Mecánica, radiación y calor*. Fondo de Cultura Económica.
6. Malacara, D. (2015). *Óptica básica*. Fondo de cultura económica.
7. Marro, Joaquin. (2014). *Physics, nature and society. A guide to order and complexity in our world*. Springer International Publishing Switzerland.
8. Mott, R. L. (1996). *Mecánica de fluidos aplicada*. Pearson Educación.
9. Sears, F. W., Zemansky, M. W., Young, H. D., Vara, R. H., García, M. G., Güemes, E. R., ... & Benites, F. G. (1986). *Física universitaria* (No. 530.076 530.076 S4F5 1986 S43F5 1986 QC23 S45 1986). Fondo Educativo Interamericano.
10. Wilson, K., Hawking, S., Nambu, Y., Green, M., Hooft, G., Paul Steinhardt, A. G. (2015). *Grandes ideas de la Física. Número Especial 20° aniversario*. Temas 80. *Revista Investigación y Ciencias. Edición española de Scientific American. 2° Trimestre 2015.*

# UNIVERSIDAD DE PANAMÁ

Facultad de Ciencias Naturales, Exactas y Tecnología

Escuela de Física

Licenciatura Didáctica de la Física

Programa sintético de asignatura

## FÍSICA EXPERIMENTAL I (FIS 101 A)

(Introducción a la experimentación en Física).

### I. DATOS GENERALES

Denominación: Física Experimental I (Introducción a la experimentación en Física).

Código de Horario: \_\_\_\_\_; Código de Asignatura: \_\_\_\_\_

Cuatrimestre: I (primer año).

Créditos:

Horas de Dedicación: Totales: Teóricas: Práctica: Laboratorio: 0

Pre-requisitos: Ninguno.

### II. JUSTIFICACIÓN

La experimentación en Física es el criterio de Verdad de esta Ciencia. En consecuencia, con el desarrollo de esta primera asignatura experimental se pretende que el estudiante comprenda que el éxito de la experimentación se fundamenta en

el manejo, por parte del experimentador, entre otras habilidades de un conjunto de concepciones adecuadas sobre la naturaleza real de la Física. Como, por ejemplo, que el modelo orienta la experimentación y que la construcción de modelos físicos pasa por el uso adecuado y pertinente del proceso de medición (incluye experiencias mentales), etc., por parte del experimentador.

### III. OBJETIVOS GENERALES

1. Analizar y reflexionar sobre la naturaleza de la experimentación en Física.
2. Analizar y reflexionar sobre el papel que juega la experimentación, en la comprensión de fenómenos naturales con estructura matemática.
3. Identificar que el físico al experimentar requiere un amplio espectro de habilidades de tipo conceptual, procedimental, actitudinal (actitud científica, de trabajo en grupo, etc.) y comunicativas.
4. Adquirir saberes asociados al hacer de la experimentación en Física, saberes de tipo procedimental, conceptual y actitudinal.
5. Comprender lo importante que es para el físico saber comunicar ya sea de forma escrita o verbal su hacer dentro de la experimentación.

### IV. DESCRIPCIÓN

El contenido de este curso se ha estructurado en cinco módulos que se describen a continuación.

**Módulo 1.** *La naturaleza y papel de la experimentación en Física y las habilidades procedimentales básicas en la experimentación.* Se busca promover con el desarrollo de este módulo la reflexión sobre la naturaleza y el papel de la experimentación en Física, así como la adquisición de saberes procedimentales integrados al manejo de modelos físicos adecuados para el análisis de distintas situaciones experimentales.

**Módulo 2.** *Medición de espacio y tiempo.* Este módulo tiene como objetivo promover la familiarización con las características del proceso de medición de variables físicas fundamentales y la aleatoriedad en la medición.

**Módulo 3.** *Medición indirecta.* Con el desarrollo de este módulo se pretende introducir al estudiante en el proceso de medición indirecta y la propagación de la dispersión.

**Módulo 4.** *El control de variables y el ajuste de los datos en el contexto experimental del estudio de un fenómeno.* Se tiene como finalidad introducir al diseño de un método de trabajo experimental alrededor del control de variables y el ajuste de datos.

**Módulo 5.** *Softwares de manejo, tratamiento y simulación.* Este módulo tiene como objetivo introducir al uso de softwares libres y de pago, para el manejo y tratamiento de datos, de simulación de procesos y hacer las predicciones posibles a partir de los modelos teóricos o empíricos, integrando la experimentación con los modelos (teoría).

## V. COMPETENCIAS

**Genéricas:** Tomadas del Proyecto Tuning.

- Capacidad de abstracción, análisis y síntesis.
- Capacidad de aplicar los conocimientos en la práctica.
- Capacidad para organizar y planificar el tiempo.
- Capacidad de comunicación oral y escrita.
- Habilidades en el uso de las tecnologías de la información y de la comunicación.
- Capacidad de investigación.
- Habilidades para buscar, procesar y analizar información procedente de fuentes diversas.
- Capacidad para identificar, plantear y resolver problemas.
- Capacidad de trabajo en equipo.
- Habilidad para trabajar en forma autónoma.

### Específicas

1. Analiza la naturaleza y el papel de la experimentación en Física, para la adquisición de saberes procedimentales integrados al manejo de modelos físicos teniendo como criterio que sean adecuados para el análisis de distintas situaciones experimentales.

2. Utiliza la medición de espacio y tiempo para familiarizarse con el proceso de medición de variables físicas fundamentales teniendo presente la aleatoriedad al medir.
3. Utiliza el proceso de medición indirecta para la obtención de magnitudes física derivadas del espacio y tiempo teniendo presente la propagación de la dispersión en la recopilación de información al medir.
4. Emplea el control de variables y el ajuste de los datos, para fundamentar de manera coherente su diseño experimental teniendo presente la importancia de adecuar el montaje experimental diseñado a su estrategia y método de trabajo propuesto.
5. Utiliza softwares, libres y de pago para el manejo y tratamiento de datos, de simulación de procesos y hacer predicciones a partir de los modelos teóricos o empíricos obtenidos, teniendo presente la integración de la experimentación con los modelos físicos.

## VI. CONTENIDOS

**Módulo 1.** *La naturaleza y papel de la experimentación en Física y las habilidades procedimentales básicas en la experimentación.*

- La experimentación en Física y la construcción de modelos explicativos sobre fenómenos simples.
- El papel de la medición en la experimentación en Física, medición (directa e indirecta) y el análisis de la dispersión y su propagación en las mediciones

indirectas), y el control de variables (variable dependiente, variable independiente y parámetros).

- El SI de medidas como lenguaje de comunicación de los resultados.
- El diseño experimental, el diseño y construcción del montaje experimental, y la recopilación de información (toma de datos).
- Representación de la información en formato tabla (serie) y formato gráficas (paralelo), construcción de gráficas y funciones para el análisis e interpretación de la información.
- Interpretación de las representaciones gráficas y confrontación con la relación funcional esperada.
- El tratamiento de la información, métodos numéricos, simulación, etc., con el uso de programas de pago o libres.
- Introducción a la elaboración de informes y su importancia para la actividad experimental.

### **Módulo 2. *Medición de espacio y tiempo.***

- El uso del metro, de la cinta métrica, micrómetros, vernier, balanzas análogas, digitales y analíticas, medidores de tiempo (cronómetros, relojes digitales, foto compuertas).
- El análisis estadístico de datos (valor medio, desviación estándar, error estándar, función de distribución Gaussiana, probabilidad, histogramas).
- Los elementos que se deben tener en cuenta al expresar el resultado de una medición.
- Las cifras significativas y teoría simple del error hasta primer orden.
- Resolución de los instrumentos de medición: precisión y exactitud.

### **Módulo 3.** *Medición indirecta.*

- Uso de una definición operacional o modelo. Ejemplos de rapidez media, instantánea, de la pendiente como derivada, el área como integral. Caso de vectores como posición y velocidad.
- Medición de series temporales de distancia vs tiempo, gráficos, pendientes y áreas y búsqueda de valores medio e instantáneos de rapidez y velocidad. Lo mismo para (módulo y vectores) aceleración media e instantánea (uso de áreas en este caso para distancia o desplazamiento).
- Uso de la cinemática y sus modelos para medir una variable y el estudiar la propagación de la dispersión.

### **Módulo 4.** *El control de variables y el ajuste de los datos en el contexto experimental del estudio de un fenómeno.*

- El estudio de tres a más variables, determinando en cada caso el algoritmo que relaciona las primeras dos variables (la de interés y las otras variables como parámetros).
- Uso de la regresión lineal y ajustes de tipo potencial, exponencial, polinomial, armónico, racional, etc., buscando en cada caso los parámetros y el coeficiente de regresión de cada ajuste.
- Predecir el comportamiento de una variable. Una vez encontrada la expresión más general entre las variables que se relacionan se procederá a predecir el comportamiento de una de ellas dadas o medidas las otras dos.
- Estudio de los límites de confiabilidad del modelo estudiado. Se comparará con un modelo teórico si es posible con el modelo de otra

experiencia análoga. Se buscará en cada caso los niveles de confianza de la predicción y se usará la propagación del error en las operaciones.

**Módulo 5.** *Softwares de manejo, tratamiento y simulación.*

- El análisis del límite de aplicabilidad de los modelos para obtener conclusiones sobre su pertinencia.
- Distinción entre modelos teóricos y modelos fenomenológicos o empíricos.
- Comparación de los modelos cinemáticos clásicos y la medición con sensores tales como poleas inteligentes, foto compuertas, sensores de rotación, etc.

## VII. METODOLOGÍA Y RECURSOS

De manera general para todas las asignaturas de esta carrera se recomienda que la metodología y los recursos didácticos a utilizar en el aula al desarrollar los contenidos que las conforman, deben ser programados. En este sentido se sugiere, por ejemplo, organizar discusiones centradas en la interacción e intercambio de ideas entre docentes y estudiantes. Como eje central de esto último se pueden utilizar, por ejemplo, lecturas comentadas, el análisis y propuestas de soluciones de problemas reales, asociados con preguntas pertinentes sobre estos. Si el contenido a desarrollar lo permite se propone, además, introducir problemas históricos, realizar demostraciones, organizar conferencias, charlas, diseñar trabajos en equipo, desarrollar actividades experimentales sobre temas específicos de Física y discutir lo esperado en contraste con los resultados, analizar y resolver situaciones similares sobre esos mismos temas. El uso de applets, simulaciones, videos, software, páginas

web, bases de datos bibliográficos y otros recursos debe ser parte fundamental del trabajo en el aula. Se recomienda, por último, que se tome en cuenta los marcos conceptuales, las metodologías y los recursos tecnológicos actualizados. Esto garantizará la actualización continua de los contenidos, la metodología y los recursos.

En cuanto a metodología y los recursos a utilizar en el desarrollo de esta asignatura es necesario promover la reflexión sobre el papel de la experimentación en la Física, como criterio de verdad de esta Ciencia. Ello con la finalidad de contrarrestar las visiones simplistas relacionadas al hacer de la Física, reducido al seguimiento casi militar de un conjunto de pasos inflexibles (moldes fijos). Por lo que se sugiere promover la participación de los estudiantes en foros de discusión presenciales y/o virtuales (sincrónicos y asincrónicos) con temas que giren alrededor del hacer del Físico y la metodología científica, el uso o construcción de modelos físicos que explique el fenómeno natural o caso específico de la naturaleza o la sociedad que se estudia, el proceso de integración modelo experimentación para tejer una explicación científica sobre lo que se estudia. Se debe tener presente que el carácter experimental de las clases guiadas por un modelo usado para interpretar el fenómeno que se estudia. Esto permitirá/facilitará a los participantes desarrollar e integrar los contenidos conceptuales, actitudinales (visión sobre la Física como Ciencia Experimental) y procedimentales (factuales). Se sugiere, además, que al final de cada tema se abra un espacio para la reflexión sobre los temas estudiados a lo largo del desarrollo de esta asignatura.

## VIII. CRITERIOS DE EVALUACIÓN

La evaluación debe ser formativa y sumativa.

- *Evaluación formativa.* Se recomienda que en este punto se ponga especial atención a las diferencias entre evaluación de los aprendizajes y evaluación para los aprendizajes. Ello con el objetivo de diseñar y elaborar evaluaciones que realmente pongan a prueba el conocimiento construido al aplicarlo a situaciones específicas que demuestren el nivel comprensión de los contenidos.
- *Evaluación Sumativa.* En este sentido se sugiere, por ejemplo, a partir de la amplia gama que existe, pruebas parciales escritas u orales, trabajos en grupo de carácter analítico, evaluación de trabajos escritos, pruebas orales de valoración de contenidos, defensa de un proyecto final sobre alguno de los temas estudiados o desarrollados.

En cuanto a la ponderación global de la evaluación se debe tener en cuenta lo establecido en el Estatuto Universitario, a saber:

Pruebas parciales	30 --- 40 %
Presentaciones orales, informes, trabajos en grupos, etc.	20 --- 30 %
Examen Semestral	30 --- 40 %

## IX. BIBLIOGRAFÍA

1. Freedman, Y., & Zemansky, S. (2009). Física universitaria. *Editorial. Prentice Hall. México. Decimosegunda edición.*
2. Hewitt, P. G. (2002). *Conceptual physics*. Pearson Educación.
3. Feynman, R. P., Leighton, R. B., & Sands, M. (2019). *Lecciones de física de Feynman, I: Mecánica, radiación y calor*. Fondo de Cultura Económica.
3. Paladines Sarria, L. Y. (2021). La experimentación para promover competencias científicas actitudinales desde el concepto mezcla en la educación básica.
4. Pérez, B. N., Coneo, J. G., & Molinares, P. V. (2014). Carril de aire con sensor óptico, utilizado en la realización de experiencias en cinemática en los Laboratorios de Física Mecánica. *Ingeniare*, (16), 17-24.
5. Pérez O., Fernández B. 2010. *Iniciación a las Actividades Experimentales*. Estación RN50 Imprenta Articsa. Primera edición, 250 ejemplares en papel y 400 en CD. 184 páginas.
6. Romero Chacón, Á., Aguilar Mosquera, Y., & Mejía, L. S. (2016). Naturaleza de las ciencias y formación de profesores de física. El caso de la experimentación. CPU-e. *Revista de Investigación Educativa*, (23), 75-98.
7. Sears, F. W., Zemansky, M. W., Young, H. D., Vara, R. H., García, M. G., Gúmes, E. R., ... & Benites, F. G. (1986). *Física universitaria* (No. 530.076 530.076 S4F5 1986 S43F5 1986 QC23 S45 1986). Fondo Educativo Interamericano.
8. Wieman, C. E., Adams, W. K., & Perkins, K. K. (2008). PhET: Simulations that enhance learning. *Science*, 322(5902), 682-683.
9. Wieman, C. E., Adams, W. K., Loeblein, P., & Perkins, K. K. (2010). Teaching physics using PhET simulations. *The Physics Teacher*, 48(4), 225-227.

# UNIVERSIDAD DE PANAMÁ

Facultad de Ciencias Naturales, Exactas y Tecnología

Escuela de Física

Licenciatura Didáctica de la Física

Programa sintético de asignatura

## FUNDAMENTOS DE MECÁNICA I (FIS 100 B)

(Mecánica Newtoniana)

### I. DATOS GENERALES

Denominación: Fundamentos de Mecánica I (Mecánica Newtoniana).

Código de Horario: \_\_\_\_\_; Código de Asignatura: \_\_\_\_\_

Cuatrimestre: II (primer año).

Créditos:

Horas de Dedicación: Totales: Teóricas: Práctica: Laboratorio:0

Pre-requisitos: Física General (FIS 100 A) y Física Experimental I (FIS 101 A), Calculo diferencial 1 (Mat 100).

### II. JUSTIFICACIÓN

El curso Mecánica I tiene cuatro módulos orientados al manejo de la estructura conceptual de esta rama básica de la Física, así como la comprensión de su naturaleza, su razón de ser y el papel que ha jugado dentro de la Física como

Ciencia madre. Para esto es fundamental que el estudiante establezca diferencias claras entre la Física y las herramientas matemáticas; comprenda la importancia que tiene para la Física los conceptos de espacio, tiempo, materia en movimiento y energía. Las estructuras asociadas a dichos conjuntos tienen simetrías y experimentan cambios. El espacio y el tiempo evolucionan en un solo sentido (expansión espacial y dilatación del tiempo) generando una causalidad (determinismo) con consecuencias de no conmutatividad (estructuras simplécticas). La Topología permite hacer la hipótesis newtoniana de partícula sin dimensiones o sea de un universo infinito compuesto de puntos sin dimensiones sobre los cuales se pueden encontrar singularidades puntuales (*masa* o *carga*) que deforman el espacio. El estudiante construirá los modelos de Fuerza, energía y acción, y aplicará adecuadamente los conceptos anteriores a situaciones de masa puntual, cuerpo rígido, equilibrio, momento de fuerza, etc. Los estudiantes vincularán el desarrollo de la estructura conceptual de la Mecánica al desarrollo, progreso y mejora de calidad de vida de los hombres que viven en sociedad. El estudiante contrastará los trabajos de Galileo y Newton, con las visiones e ideas aristotélicas y/o empíricas producto de la observación pasiva.

### III. OBJETIVOS GENERALES

1. Establecer diferencias claras entre la Física y las herramientas matemáticas que utiliza el Físico en el proceso de análisis y estudio de los fenómenos naturales con estructura matemática.
2. Identificar las diferencias entre la llamada Física Aristotélica y la Física de

Galileo-Newton en lo referente a la construcción de modelos explicativos sobre los Fenómenos en la naturaleza con estructura matemática y de interés para la sociedad de ese momento.

3. Identificar la importancia de la construcción de modelos Físicos explicativos de esos fenómenos y la evolución de los modelos a partir de la recopilación y análisis de evidencias.
4. Explicar la relación de la Fuerza dentro de la estructura general de la Mecánica con las variables física básicas (tiempo, desplazamiento, velocidad, materia en movimiento y energía) y como estas relaciones son fundamentales para el concepto de Causalidad en Mecánica.
5. Valorar el papel del concepto energía (construcción del ser humano) y sus variaciones con respecto al tiempo (potencia) y al espacio (Fuerza), como ejes estructuradores de la Mecánica.
6. Aplicar los conceptos Físicos fundamentales de la Mecánica a la resolución de problemas reales y creíbles, en la vida cotidiana.

#### IV. DESCRIPCIÓN

El contenido de esta asignatura se ha estructurado en cuatro módulos que se describen a continuación.

**Módulo 1.** *Análisis y estudio de los movimientos de los Cuerpos.* En el desarrollo de este módulo se busca promover la comprensión: 1) del significado y papel de la Matemática como herramienta de la Física; 2) y, la identificación de las diferencias fundamentales entre la Física Aristotélica, el empirismo y la Física

de Galileo-Newton, en la construcción y comprensión de los modelos Físicos que explican el movimiento y que están a la base del nacimiento de la Física como Ciencia.

**Módulo 2.** *Conceptos fuerza y Causalidad en Mecánica.* Se busca promover, con el desarrollo de este módulo, el conocimiento y manejo del papel y función del concepto Fuerza, desde un punto de vista operacional, en la construcción de la estructura general de la Mecánica al combinarse con las variables físicas básicas (tiempo, posición, desplazamiento y velocidad) y en la fundamentación de la Causalidad en Mecánica, desde criterios basados en los modelos Físicos que la sustentan como rama de la Física.

**Módulo 3.** *El concepto de energía.* Con este módulo se busca promover la comprensión y construcción del papel del concepto Energía en la vida del hombre y el desarrollo científico y tecnológico de la Sociedad actual y lo que representa dicho concepto dentro de la estructura conceptual de la Mecánica.

**Módulo 4.** *Aplicaciones de los conceptos fundamentales de la Mecánica.* El objetivo de este módulo es promover el conocimiento, manejo y aplicación de conceptos Físicos fundamentales de la Mecánica en la resolución de situaciones problemáticas reales y creíbles en la vida cotidiana, desde criterios que establecen claramente la importancia del desarrollo de la Mecánica como una rama fundamental para el desarrollo y crecimiento de la Física.

## V. COMPETENCIAS

**Genéricas:** Tomadas del Proyecto Tuning.

- Capacidad de abstracción, análisis y síntesis.
- Capacidad de aplicar los conocimientos en la práctica.
- Capacidad para organizar y planificar el tiempo.
- Capacidad de comunicación oral y escrita.
- Habilidades en el uso de las tecnologías de la información y de la comunicación.
- Capacidad de investigación.
- Habilidades para buscar, procesar y analizar información procedente de fuentes diversas.
- Capacidad para identificar, plantear y resolver problemas.
- Capacidad de trabajo en equipo.
- Habilidad para trabajar en forma autónoma.

**Específicas**

1. Maneja, en sus aspectos básicos, los distintos modelos históricos que explican el movimiento, para el análisis y el estudio de los movimientos de los cuerpos, desde la perspectiva Aristotélica, el empirismo y la Física de Galileo-Newton.
2. Comprende y maneja los conceptos fuerza y causalidad en mecánica para la construcción robusta de la estructura general de esta rama de la Física,

desde un punto de vista operacional y con criterios basados en los modelos Físicos que la sustentan.

3. Comprende y maneja el concepto energía, para una mejor interpretación del papel de este concepto en la vida del hombre y el desarrollo científico y tecnológico de la sociedad actual, desde un punto de vista operacional y con criterios basados en los modelos Físicos que la sustentan dentro de la estructura general de la Mecánica Newtoniana.
4. Aplica los conceptos fundamentales de la mecánica, para la resolución de situaciones problemáticas reales y creíbles en la vida cotidiana, desde criterios que establecen claramente la importancia de la Mecánica como una rama fundamental para el desarrollo y crecimiento de la Física.

## VI. CONTENIDO

### *Módulo 1. Análisis y estudio de los movimientos de los Cuerpos.*

- Modelo Aristotélico del movimiento, modelo Galileano del movimiento y modelo Newtoniano del movimiento.
- Sistemas inerciales y sistemas no inerciales y su importancia en la construcción de la Física como Ciencia.
- Características y propiedades/simetrías del *Espacio* y el *Tiempo* en Física.
- Magnitudes físicas escalares, vectoriales y tensoriales.
- Movimientos en una dimensión, movimiento uniforme: propiedades y características. Movimiento con el vector aceleración constante y con el módulo de la aceleración constante: propiedades y características.

- Movimiento en caída libre como un caso especial de los movimientos a aceleración constante.
- Movimientos en dos dimensiones: movimiento circular uniforme, movimiento parabólico y movimiento armónico simple.
- El concepto de campo (ejemplo, gravitatorio).

### **Módulo 2.** *Conceptos fuerza y Causalidad en Mecánica.*

- La fuerza como propiedad multidimensional de linealidad y de interacción. Fuerzas fundamentales y fuerzas fenomenológicas y fuerza como generadora de cambio de movimiento.
- La causalidad en mecánica y las leyes de Newton.
- Sistemas de referencia donde las Leyes de Newton son válidas.
- Dinámica estructurada a partir de la combinación de la Fuerza con (o de) las variables básicas de la Mecánica (tiempo, desplazamiento, materia en movimiento y energía): Impulso y cantidad de movimiento, acción, etc. (combinación).
- Momento de fuerza (Fuerza- Vector Posición).

### **Módulo 3.** *El concepto de energía.*

- El desarrollo científico y tecnológico de la sociedad actual a partir del concepto de energía.
- Fuentes de energía y su importancia para la sobrevivencia del hombre.
- El concepto Trabajo (combinación fuerza-desplazamiento).
- El concepto Energía desde la naturaleza y desde la sociedad.
- Relación entre la variación de la energía cinética, energía potencial y el trabajo.

- Conservación de la Energía a través del estudio de los conceptos de simetría, conservación, sistema, entorno, fuerzas disipativas, fuerzas conservativas, características de los sistemas conservativos y disipativos.
- Las fuerzas disipativas, el trabajo y el calor.
- Energía Mecánica y su conservación: energía cinética y energía potencial.
- Las simetrías asociadas a las leyes de conservación.
- Expresión general del trabajo y un caso especial: el trabajo realizado por la fuerza gravitatoria.
- Degradación de la Energía.
- Similitudes y diferencias entre tiempo y energía.

**Módulo 4.** *Aplicaciones de los conceptos fundamentales de la Mecánica.*

- Impulso y Cantidad de Movimiento.
- Momento de fuerza, momento angular y momento de inercia.
- Potencia.
- Principio de mínima acción.

## VII. METODOLOGÍA Y RECURSOS

De manera general para todas las asignaturas de esta carrera se recomienda que la metodología y los recursos didácticos a utilizar en el aula al desarrollar los contenidos que las conforman, deben ser programados. En este sentido se sugiere, por ejemplo, organizar discusiones centradas en la interacción e intercambio de ideas entre docentes y estudiantes. Como eje central de esto último se pueden utilizar, por ejemplo, lecturas comentadas, el análisis y propuestas de soluciones de

problemas reales, asociados con preguntas pertinentes sobre estos. Si el contenido a desarrollar lo permite se propone, además, introducir problemas históricos, realizar demostraciones, organizar conferencias, charlas, diseñar trabajos en equipo, desarrollar actividades experimentales sobre temas específicos de Física y discutir lo esperado en contraste con los resultados, analizar y resolver situaciones similares sobre esos mismos temas. El uso de applets, simulaciones, videos, software, páginas web, bases de datos bibliográficos y otros recursos debe ser parte fundamental del trabajo en el aula. Se recomienda, por último, que se tome en cuenta los marcos conceptuales, las metodologías y los recursos tecnológicos actualizados. Esto garantizará la actualización continua de los contenidos, la metodología y los recursos.

En cuanto a metodología y los recursos a utilizar en el desarrollo de esta asignatura es necesario promover la reflexión y el análisis sobre el concepto fuerza y la causalidad en mecánica. El concepto fuerza es eje fundamental en la construcción de la estructura conceptual de la mecánica. En consecuencia, se sugiere promover la participación de los estudiantes en foros de discusión presenciales y/o virtuales (sincrónicos y asincrónicos) sobre temas, por ejemplo, que giren alrededor del estudio y el análisis las magnitudes física básicas que permiten el estudio y descripción del movimiento de los cuerpos; las ideas construidas en la interacción con la naturaleza y la sociedad sobre la fuerza como causa de movimiento (lo que va en contra de los modelos físicos); similitudes y diferencias entre fuerza en la vida cotidiana y fuerza en física; la fuerza como cambio (cambio de movimiento), etc. Se sugiere, además, que al final de cada tema

se abra un espacio para la reflexión sobre los temas estudiados a lo largo del desarrollo de esta asignatura.

## VIII. CRITERIOS DE EVALUACIÓN

La evaluación debe ser formativa y sumativa.

- *Evaluación formativa.* Se recomienda que en este punto se ponga especial atención a las diferencias entre evaluación de los aprendizajes y evaluación para los aprendizajes. Ello con el objetivo de diseñar y elaborar evaluaciones que realmente pongan a prueba el conocimiento construido al aplicarlo a situaciones específicas que demuestren el nivel comprensión de los contenidos.
- *Evaluación Sumativa.* En este sentido se sugiere, por ejemplo, a partir de la amplia gama que existe, pruebas parciales escritas u orales, trabajos en grupo de carácter analítico, evaluación de trabajos escritos, pruebas orales de valoración de contenidos, defensa de un proyecto final sobre alguno de los temas estudiados o desarrollados.

En cuanto a la ponderación global de la evaluación se debe tener en cuenta lo establecido en el Estatuto Universitario, a saber:

Pruebas parciales	30 --- 40 %
Presentaciones orales, informes, trabajos en grupos, etc.	20 --- 30 %
Examen Semestral	30 --- 40 %

## IX. BIBLIOGRAFÍA

1. Benjamín, J. J. M. (2011). *Mecánica newtoniana* (Vol. 45). Univ. Politèc. de Catalunya.
2. Crowell, B.(2000) *Newtonian Physics. Book 1. In the Light and Matter series of introductory physics textbooks. Edition 2.0. 2000. Recuperado en:*  
[https://www.fisica.net/mecanicaclassica/newtonian\\_physics\\_by\\_benjamin\\_crowell.pdf](https://www.fisica.net/mecanicaclassica/newtonian_physics_by_benjamin_crowell.pdf)
3. Crowell, B.(2000) *Conservation Law. Book 1. In the Light and Matter series of introductory physics textbooks. Edition 2.0. 2000 Recuperado en:*  
[https://www.fisica.net/mecanicaclassica/conservation\\_laws\\_by\\_benjamin\\_crowell.pdf](https://www.fisica.net/mecanicaclassica/conservation_laws_by_benjamin_crowell.pdf)
4. Calderón, S., Gil, S., & Núñez, P. (2009). Estudio cinemático del movimiento de cuerpos que ruedan por un plano inclinado. *Latin-American Journal of Physics Education*, 3(1),
5. Freedman, Y., & Zemansky, S. (2009). *Física universitaria. Editorial. Prentice Hall. México. Decimosegunda edición.*
6. Hewitt, P. G. (2002). *Conceptual physics*. Pearson Educación.
7. Iparraguirre, L. (2009) *Mecánica básica: fuerza y movimiento. Primera Edición. Buenos Aires: Ministerio de Educación de la Nación. Instituto Nacional de Educación Tecnológica.*  
<http://www.bnm.me.gov.ar/giga1/documentos/EL001845.pdf>
8. Feynman, R. P., Leighton, R. B., & Sands, M. (2019). *Lecciones de física de Feynman, I: Mecánica, radiación y calor*. Fondo de Cultura Económica.

9. French, A. P. (1974). *Mecánica newtoniana* (Vol. 3). Reverté.
10. Martínez, R. (1995). La filosofía de Galileo y la conceptualización de la causalidad física. *Thémata*, 14, 37-59.
11. Sears, F. W., Zemansky, M. W., Young, H. D., Vara, R. H., García, M. G., Gümes, E. R., ... & Benites, F. G. (1986). *Física universitaria* (No. 530.076 530.076 S4F5 1986 S43F5 1986 QC23 S45 1986). Fondo Educativo Interamericano.
12. Solbes, J., & Tarín, F. (2008). Generalizando el concepto de energía y su conservación. *Didáctica de las ciencias experimentales y sociales*, (22), 155-180.
13. Serway, R. A. (2018). *Fundamentos de física*.
14. Vera, D. Solano, C. y Vilorio, P. (2020) *Física Mecánica para Ciencias e Ingenierías*. Primera Edición. Barranquilla: Universidad de la Costa. Recuperado de <https://repositorio.cuc.edu.co/bitstream/handle/11323/8259/LIBRO-%20Fisica%20Mecanica.pdf?sequence=1>

# UNIVERSIDAD DE PANAMÁ

Facultad de Ciencias Naturales, Exactas y Tecnología

Escuela de Física

Licenciatura Didáctica de la Física

Programa sintético de asignatura

## FÍSICA EXPERIMENTAL II (FIS 101 B) (Fundamentos Experimentales de Mecánica I)

### I. DATOS GENERALES

Denominación: Física Experimental II (Fundamentos Experimentales de Mecánica I).

Código de Horario: \_\_\_\_\_; Código de Asignatura: \_\_\_\_\_

Cuatrimestre: II (primer año).

Créditos:

Horas de Dedicación: Totales: Teóricas: Práctica: Laboratorio:0

Pre-requisitos: Física General (FIS 100 A), Física Experimental I (FIS 101 A),  
Calculo diferencial 1 (Mat 100).

### II. JUSTIFICACIÓN

Es fundamental promover en los estudiantes el diseño de experiencias con un alto valor formativo desde el punto de vista de la evolución del concepto

experimentación en Física, desde Galileo hasta la fecha. Pero, lo anterior debe ir acompañado del análisis y reflexión sobre el hecho de que la experimentación en Física sentó sus bases fuertemente con el binomio Galileo-Newton. En este contexto es ideal la reflexión y discusión entre pares y con el docente sobre el papel de conceptos como: diseño experimental, control de variables, diseño y construcción de montajes experimentales para reducir las fuentes de dispersión y lograr un ajuste adecuado al modelo, la propagación del error, las fuentes de error, el análisis estadístico de los resultados, los métodos de ajuste, etc. Todo lo anterior se presta para comparar, por ejemplo, la instrumentación de la época de Galileo, con la instrumentación actual, donde el avance de la Ciencia reflejado en las mejoras en la instrumentación, hacen ver el papel del ingenio y la creatividad de Galileo como la barita mágica que combate la falta de instrumentos con alta precisión.

### III. OBJETIVOS GENERALES

1. Promover un análisis en retrospectiva de la experimentación en tiempos de Galileo, para comparar la importancia del manejo de un modelo físico y una metodología adecuada que ayudan a superar las carencias instrumentales.
2. Identificar la importancia que tiene para el ajuste de los datos obtenidos (la información), el modelo físico, el montaje experimental y el control de variables.
3. Analizar la importancia que tiene la relación modelo, experimentación e instrumentación en el crecimiento y desarrollo de la Física

4. Analizar y reflexionar sobre la evolución del concepto experimentación desde Galileo a la actualidad.

#### IV. DESCRIPCIÓN

Esta asignatura se ha desglosado en cinco módulos que se describen a continuación.

**Módulo 1.** *La experimentación en tiempos de Galileo.* Con el desarrollo de este módulo se busca promover el análisis y la reflexión sobre lo que implicó para Galileo hacer experiencias, por ejemplo, cuando no existían relojes para medir tiempos pequeños.

**Módulo 2.** *Estudio de la Cinemática en el contexto experimental.* El desarrollo de este módulo tiene como objetivo sumergir a los estudiantes en el proceso de experimentación, teniendo como contexto la cinemática, y haciendo hincapié, en todo momento, en los instrumentos de medición de la época de Galileo y los que se pueden utilizar en la actualidad.

**Módulo 3.** *El ajuste de un conjunto de datos y la influencia del modelo físico, del montaje experimental y del control de variables.* Se busca centrar, con el desarrollo de este módulo, el trabajo del estudiante en: 1) El estudio de situaciones donde puede vivenciar de manera simple, y controlada por el docente, que el modelo físico orienta el control de variables, y, por lo tanto, el desarrollo de la experiencia. 2) El proceso de elaboración de un modelo de ajuste adecuado, pertinente y coherente con los resultados y las predicciones, entre otros. 3) La

comprensión y análisis sobre la relación entre la evolución del fenómeno en el tiempo, y, el ir y venir entre las representaciones gráficas que relacionan las magnitudes físicas representativas del fenómeno, el control de variables, el ajuste y el montaje experimental, etc.

**Módulo 4.** *Aportes Newtonianos: relación modelo, experimentación e instrumentación.* El desarrollo de este módulo tiene como objetivo analizar y reflexionar sobre la importancia de los aportes de Newton a la Física en el contexto experimental.

**Módulo 5.** *La evolución del concepto experimentación desde Galileo a la actualidad.* El desarrollo de este módulo tiene como objetivos promover: 1) la recopilación de información a través de una búsqueda bibliográfica sobre la evolución de la experimentación desde Galileo hasta la época actual; 2) la elaboración de criterios para filtrar y analizar la información recopilada; 3), y, la elaboración, por ejemplo, de una monografía o ensayo sobre la evolución de la experimentación en Física desde Galileo a la actualidad.

## V. COMPETENCIAS

**Genéricas:** Tomadas del Proyecto Tuning.

- Capacidad de abstracción, análisis y síntesis.
- Capacidad de aplicar los conocimientos en la práctica.
- Capacidad para organizar y planificar el tiempo.
- Capacidad de comunicación oral y escrita.

- Habilidades en el uso de las tecnologías de la información y de la comunicación.
- Capacidad de investigación.
- Habilidades para buscar, procesar y analizar información procedente de fuentes diversas.
- Capacidad para identificar, plantear y resolver problemas.
- Capacidad de trabajo en equipo.
- Habilidad para trabajar en forma autónoma.

### **Específicas**

1. Realiza actividades experimentales que facilitan recrear lo que implicaba hacer experiencia en tiempos de Galileo, para construir criterios que faciliten comprender las dificultades que enfrentó la validación experimental de un modelo teórico con la instrumentación de la época, desde criterios científicos que resalten la importancia del método de trabajo en física.
2. Resuelve problemas experimentales donde utilice como herramientas los modelos cinemáticos que explican el fenómeno que estudia e instrumentos de medición como los que usó Galileo e instrumentos de medición actuales, para comparar los resultados, en situaciones (problemas) similares, con los obtenidos por Galileo al trabajar con las limitaciones instrumentales de su época, todo esto usando un método de trabajo, un método de medición y un diseño experimental caracterizados por la flexibilidad y su cercanía con la forma de trabajo de Galileo según la literatura.

3. Asocia e identifica, el ajuste de un conjunto de datos, la influencia del modelo físico, del montaje experimental y el control de variable con la interpretación que se hace sobre lo que ocurrió, ocurre o puede ocurrir con el fenómeno que se estudia, para vivenciar el contexto de trabajo donde la validación de un modelo vía la experiencia es fundamental, todo esto dentro de un contexto de trabajo centrado en la elaboración de un modelo de ajuste adecuado, pertinente y coherente con los resultados y las predicciones.
4. Identifica los aportes de Newton a la experimentación en Física, para construir una visión más amplia sobre lo que su trabajo significó en el desarrollo de la Física como Ciencia, al analizar la relación modelo-experimentación-instrumentación dentro del contexto del desarrollo / solución de problemas experimentales.
5. Estudia la evolución del concepto experimentación desde Galileo a la actualidad, para la elaboración de criterios que le permitan comprender el desarrollo, construcción y formalización de la actividad experimental en Física, usando criterios científicos que guíen y orienten adecuadamente una búsqueda bibliográfica sobre este tema.

## VI. CONTENIDO

### *Módulo 1. La experimentación en tiempos de Galileo.*

- La medición de intervalos de tiempo muy pequeños, un problema para Galileo.
- El concepto tiempo y el problema de su medición.

- Midiendo tiempo indirectamente, midiendo distancias.
- El concepto de reloj y la construcción de relojes.

**Módulo 2.** *Estudio de la Cinemática en el contexto experimental.*

- El movimiento de un cuerpo sobre la superficie terrestre:
  - Movimiento vertical y movimiento parabólico.
- El movimiento circular.

**Módulo 3.** *El ajuste de un conjunto de datos y la influencia del modelo físico, del montaje experimental y del control de variables.* Como contenido de este módulo se propone el análisis y desarrollo de algunas etapas centrales del proceso de experimentación en el contexto de uno o más fenómenos dentro de la mecánica newtoniana (Por ejemplo, el estudio del ascenso de una masa sobre un plano inclinado, el movimiento de un cuerpo que simula la caída libre de un paracaidista, etc.). Las actividades propuestas son las siguientes:

- La elaboración del modelo de ajuste del fenómeno en estudio, a partir de un pertinente control de las variables y de los parámetros de la experiencia.
- La construcción de un montaje experimental, que responda a la situación en estudio, donde se controle la dispersión de los resultados.
- El análisis del proceso que va desde la toma de datos hasta las conclusiones que implica el estudio de la situación planteada.

**Módulo 4.** *Aportes Newtonianos: relación modelo, experimentación e instrumentación.*

- El estudio de la descomposición de la luz blanca en un espectro de siete colores como fundamentos al modelo de partícula promoviendo en todo

momento la reflexión sobre la estrecha relación modelo, experimentación e instrumentación.

- Realización y análisis de experiencias dentro del campo de la mecánica con tecnología actual y promoviendo en todo momento la reflexión sobre la estrecha relación modelo, experimentación e instrumentación.

**Módulo 5.** *La evolución del concepto experimentación desde Galileo a la actualidad.*

- Búsqueda de información sobre el concepto de experimentación y evolución desde Galileo a la actualidad.
- La elaboración de criterios que permitan seleccionar la información que se encuentra en la Internet.

## VII. METODOLOGÍA Y RECURSOS

De manera general para todas las asignaturas de esta carrera se recomienda que la metodología y los recursos didácticos a utilizar en el aula al desarrollar los contenidos que las conforman, deben ser programados. En este sentido se sugiere, por ejemplo, organizar discusiones centradas en la interacción e intercambio de ideas entre docentes y estudiantes. Como eje central de esto último se pueden utilizar, por ejemplo, lecturas comentadas, el análisis y propuestas de soluciones de problemas reales, asociados con preguntas pertinentes sobre estos. Si el contenido a desarrollar lo permite se propone, además, introducir problemas históricos, realizar demostraciones, organizar conferencias, charlas, diseñar trabajos en equipo, desarrollar actividades experimentales sobre temas específicos de Física y discutir

lo esperado en contraste con los resultados, analizar y resolver situaciones similares sobre esos mismos temas. El uso de applets, simulaciones, videos, software, páginas web, bases de datos bibliográficos y otros recursos debe ser parte fundamental del trabajo en el aula. Se recomienda, por último, que se tome en cuenta los marcos conceptuales, las metodologías y los recursos tecnológicos actualizados. Esto garantizará la actualización continua de los contenidos, la metodología y los recursos.

En cuanto a metodología y los recursos a utilizar, se sugiere promover la participación de los estudiantes en foros de discusión presenciales y/o virtuales (sincrónicos y asincrónicos) sobre temas de cada módulo: la experimentación en tiempos de Galileo; Estudio de la Cinemática en el contexto experimental; El ajuste de un conjunto de datos y la influencia del modelo físico, del montaje experimental y del control de variables. Ello con la finalidad de crear consciencia sobre lo importante que es ver lo que se hace como parte de una idea más general e integradora. Se sugiere, además, que al final de cada tema se abra un espacio para la reflexión sobre los temas estudiados a lo largo del desarrollo de esta asignatura.

## VIII. CRITERIOS DE EVALUACIÓN

La evaluación debe ser formativa y sumativa.

- *Evaluación formativa.* Se recomienda que en este punto se ponga especial atención a las diferencias entre evaluación de los aprendizajes y evaluación para los aprendizajes. Ello con el objetivo de diseñar y elaborar evaluaciones que realmente pongan a prueba el conocimiento construido al aplicarlo a

situaciones específicas que demuestren el nivel comprensión de los contenidos.

- *Evaluación Sumativa*. En este sentido se sugiere, por ejemplo, a partir de la amplia gama que existe, pruebas parciales escritas u orales, trabajos en grupo de carácter analítico, evaluación de trabajos escritos, pruebas orales de valoración de contenidos, defensa de un proyecto final sobre alguno de los temas estudiados o desarrollados.

En cuanto a la ponderación global de la evaluación se debe tener en cuenta lo establecido en el Estatuto Universitario, a saber:

Pruebas parciales	30 --- 40 %
Presentaciones orales, informes, trabajos en grupos, etc.	20 --- 30 %
Examen Semestral	30 --- 40 %

## IX. BIBLIOGRAFÍA

1. Álvarez, J. L., & Posadas, Y. (2003). La obra de Galileo y la conformación del experimento en la física. *Revista mexicana de física*, 49(1), 62-74.
2. Areiza Sema, J. A. (2017). Galileo y la polémica sobre la experimentación. *Escritos*, 25(54), 285-302.
3. Chadwick, G., Gerbec, H., & Varone, G. (2021). Análisis de estrategias virtuales en actividades experimentales sobre cinemática en tiempos de pandemia de covid-19.

4. Freedman, Y., & Zemansky, S. (2009). Física universitaria. *Editorial. Prentice Hall. México. Decimosegunda edición.*
5. Feynman, R. P., Leighton, R. B., & Sands, M. (2019). *Lecciones de física de Feynman, I: Mecánica, radiación y calor.* Fondo de Cultura Económica.
6. García García, J. J., & Rentería Rodríguez, E. (2011). La modelización de experimentos como estrategia didáctica para el desarrollo de la capacidad para resolver problemas.
7. Hewitt, P. G. (2002). *Conceptual physics.* Pearson Educación.
8. Jaramillo Mazo, L. D. (2021). La actividad experimental exploratoria: una herramienta para la exploración conceptual sobre las leyes de Newton.
9. Pérez O., Fernández B. 2010. Iniciación a las Actividades Experimentales. Estación RN50 Imprenta Articsa. Primera edición, 250 ejemplares en papel y 400 en CD. 184 páginas.
10. Padrón Acosta, D. (2019). La carga teórica de la observación: De las observaciones de Galileo al descubrimiento de Kepler-90.
11. Recio, G. L. (2017). Arquímedes bajo la lupa: la pequeña balanza de Galileo. Comité Editorial, 5.
12. Sears, F. W., Zemansky, M. W., Young, H. D., Vara, R. H., García, M. G., Gümes, E. R., ... & Benites, F. G. (1986). *Física universitaria* (No. 530.076 530.076 S4F5 1986 S43F5 1986 QC23 S45 1986). Fondo Educativo Interamericano.

# UNIVERSIDAD DE PANAMÁ

Facultad de Ciencias Naturales, Exactas y Tecnología

Escuela de Física

Licenciatura Didáctica de la Física

Programa sintético de asignatura

## ELECTRICIDAD Y MAGNETISMO (FIS 102 B)

### I. DATOS GENERALES

Denominación: Electricidad y Magnetismo.

Código de Horario: \_\_\_\_\_; Código de Asignatura: \_\_\_\_\_

Cuatrimestre: II (primer año).

Créditos:

Horas de Dedicación: Totales: Teóricas: Práctica: Laboratorio:0

Pre-requisitos: Física General (FIS 100 A), Física Experimental I (FIS 101 A),  
Calculo diferencial 1 (Mat 100).

### II. JUSTIFICACIÓN

Esta asignatura trata de la introducción de conceptos medulares para la electricidad y el magnetismo, por lo que se centra en el estudio de la carga eléctrica que a diferencia de la masa es bipolar. En reposo relativo, modifica escalarmente las propiedades del espacio generando un campo llamado potencial eléctrico. Esas

modificaciones son de más de diez órdenes de magnitud superiores a las modificaciones del espacio generadas por la masa en reposo y tienen también un alcance infinito. El movimiento relativo (incluso a bajas rapidezces) de las cargas genera, a su vez, una modificación vectorial de las propiedades del espacio, llamado campo magnético.

### III. OBJETIVOS GENERALES

1. Construir y comprender desde una perspectiva operacional el concepto campo para establecer diferencias entre un campo escalar y un campo vectorial.
2. Comprender la construcción del electromagnetismo como una interacción fundamental de la naturaleza, a partir de leyes empíricas.
3. Establecer diferencias claras entre los generadores de campo, carga en reposo y carga en movimiento, y las consecuencias en la interacción electromagnética.
4. Deducir de manera natural las leyes de Maxwell a través del uso adecuado de las formas diferenciales en electricidad y magnetismo.

### IV. DESCRIPCIÓN

El desarrollo de esta asignatura gira alrededor de cinco módulos.

**Módulo 1.** *Concepto de Campo.* Con el desarrollo de este primer módulo se busca que el estudiante comprenda y maneje operacionalmente el concepto de campo y establezca la diferencia entre campo escalar y campo vectorial. Además,

comprenda la diferencia entre campos vectoriales que derivan de campos escalares y los que tienen otras fuentes.

**Módulo 2.** *Fundamentación fenomenológica de la electricidad y el magnetismo.* Se busca que el estudiante identifique las leyes empíricas que permiten construir el electromagnetismo y las caracterice como una interacción fundamental de la naturaleza.

**Módulo 3.** *La diferencia entre una carga en reposo y una carga en movimiento y las consecuencias en la interacción electromagnética.* El desarrollo de este módulo tiene como objetivo establecer diferencias en el comportamiento de la gravitación y el electromagnetismo ante el movimiento relativo de los generadores de campo.

**Módulo 4.** *Las formas diferenciales en electricidad y magnetismo.* Este módulo tiene como objetivo que los estudiantes, a partir de los componentes fundamentales (elementos diferenciales), construyan, de manera natural, las ecuaciones de Maxwell.

## V. COMPETENCIAS

**Genéricas:** Tomadas del Proyecto Tuning.

- Capacidad de abstracción, análisis y síntesis.
- Capacidad de aplicar los conocimientos en la práctica.
- Capacidad para organizar y planificar el tiempo.
- Capacidad de comunicación oral y escrita.

- Habilidades en el uso de las tecnologías de la información y de la comunicación.
- Capacidad de investigación.
- Habilidades para buscar, procesar y analizar información procedente de fuentes diversas.
- Capacidad para identificar, plantear y resolver problemas.
- Capacidad de trabajo en equipo.
- Habilidad para trabajar en forma autónoma.

### **Específicas**

1. Construye una definición operacional genérica del concepto campo, para establecer diferencias claras entre el concepto campo escalar y campo vectorial, y campos vectoriales que derivan de campos escalares y los que tienen otras fuentes, teniendo presente las diferencias entre campos vectoriales y campos escalares.
2. Comprende la importancia de manejar los elementos básicos de la fundamentación fenomenológica de la electricidad y el magnetismo, para identificar las leyes empíricas que permitieron construir estas ramas de la física, al caracterizarlas como una interacción fundamental de la naturaleza.
3. Construye el saber hacer necesario que facilite establecer diferencias entre una carga en reposo y una carga en movimiento y la generación de la interacción electromagnética, para comprender y manejar el comportamiento de la gravitación y el electromagnetismo ante el movimiento relativo de los generadores de campo, teniendo con fuente de información una búsqueda bibliográfica basada

en criterios que actúen como filtros al momento de seleccionar e interpretar la información recopilada.

4. Construye de manera natural las ecuaciones de Maxwell, para comprender el uso y razón de ser de las formas diferenciales en electricidad y magnetismo, esto a partir de los componentes fundamentales de los elementos diferenciales.

## VI. CONTENIDO

### Módulo 1. *Concepto de Campo.*

- Carga eléctrica y el modelo básico clásico de la estructura atómica de la materia.
- Métodos de separación de carga: desplazamiento o conducción, frotamiento e inducción.
- Materiales aislantes y materiales conductores.
- Concepto de corpúsculo vs campo (escalar y vectorial).
  - Distribución de cargas en una, dos y tres dimensiones. Potenciales eléctricos (campo escalar) y su medición.
  - Superficies equipotenciales y las líneas de campo eléctrico, etc.
  - El trabajo realizado por la fuerza eléctrica al desplazar una carga de prueba en el entorno de una carga puntual.
  - El operador nabla, el desplazamiento y la simetría de traslación. El campo eléctrico como el gradiente del potencial eléctrico.
  - Energía potencial eléctrica.

**Módulo 2.** *Leyes que fundamentan la electricidad y el magnetismo.*

- Ley de Coulomb.
- El principio de superposición.
- El concepto campo eléctrico.
- Cálculo del campo eléctrico a partir de la *ley de coulomb*.
- Integral curvilínea de campo eléctrico (circulación) y derivada (gradiente) del campo eléctrico y magnético.
- El concepto de flujo (integral de superficie) de campo eléctrico y magnético y ley de Gauss.
- Distribuciones espaciales de carga eléctrica: carga lineal, carga superficial, carga de volumen.
- Concepto de divergencia de campo eléctrico y magnético.
- Cálculo del campo eléctrico con la ley de Gauss.
- La relación entre la ley de Gauss y la ley de Coulomb.
- La ley de Gauss y la importancia de las simetrías.
- Conductores eléctricos.

**Módulo 3.** La diferencia entre una carga en reposo y una carga en movimiento y las consecuencias en la interacción electromagnética.

- Carga en reposo y el campo eléctrico.
- Carga en movimiento y el campo magnético.
- Introducción a los conductores, aislantes y semiconductores.
- Propiedad que mide el carácter aislante ante el movimiento de carga y la propiedad que mide la conductividad de las cargas en movimiento.

- La conductividad y el carácter aislante de los materiales y su relación con la ley de Ohm, la ley de Gauss, ley de ampere, ley de Faraday, ley de Lenz.

**Módulo 4.** *Las formas diferenciales en electricidad y magnetismo.*

- Formas fenomenológicas de las ecuaciones de Maxwell: Gradiente, divergencia y rotacional.
- Ley de Coulomb, Ley de Ampere, ley Faraday, ley de Lenz, ley de Biot Savart.
- Deducir las leyes de Maxwell a partir de un formalismo matemático coherente: formas diferenciales.
- Operador Nabla, Gradiente, Circulación, Rotacional y Divergencia de un campo.
- Expresión de los operadores como Nabla en distintas coordenadas de acuerdo con la simetría del sistema: coordenadas cartesianas, coordenadas esféricas, coordenadas cilíndricas y expresión concreta del campo eléctrico y magnético.
- Divergencia de un campo eléctrico y magnético.
- Circulación de un campo eléctrico y magnético. Flujo de un campo magnético y eléctrico (ley de Gauss).
- Ecuación de Poisson.
- Energía de un sistema de cargas.
- Teorema de Stokes aplicado al campo eléctrico.
- Teorema de Green aplicado al campo eléctrico.
- Concepto físico del rotacional.

## VII. METODOLOGÍA Y RECURSOS

De manera general para todas las asignaturas de esta carrera se recomienda que la metodología y los recursos didácticos a utilizar en el aula al desarrollar los contenidos que las conforman, deben ser programados. En este sentido se sugiere, por ejemplo, organizar discusiones centradas en la interacción e intercambio de ideas entre docentes y estudiantes. Como eje central de esto último se pueden utilizar, por ejemplo, lecturas comentadas, el análisis y propuestas de soluciones de problemas reales, asociados con preguntas pertinentes sobre estos. Si el contenido a desarrollar lo permite se propone, además, introducir problemas históricos, realizar demostraciones, organizar conferencias, charlas, diseñar trabajos en equipo, desarrollar actividades experimentales sobre temas específicos de Física y discutir lo esperado en contraste con los resultados, analizar y resolver situaciones similares sobre esos mismos temas. El uso de applets, simulaciones, videos, software, páginas web, bases de datos bibliográficos y otros recursos debe ser parte fundamental del trabajo en el aula. Se recomienda, por último, que se tome en cuenta los marcos conceptuales, las metodologías y los recursos tecnológicos actualizados. Esto garantizará la actualización continua de los contenidos, la metodología y los recursos.

En cuanto a metodología y los recursos a utilizar en el desarrollo de esta asignatura es necesario promover la reflexión y el análisis, por ejemplo, sobre el concepto campo y su importancia en Física y La diferencia entre una carga en reposo y una carga en movimiento y las consecuencias en la interacción electromagnética, y otros más. Es fundamental que se comprenda la diferencia

entre campo escalar y campo vectorial, por lo que la interacción y discusión entre pares apoya la construcción de conocimiento en este sentido. En consecuencia, se sugiere promover la participación de los estudiantes en foros de discusión presenciales y/o virtuales (sincrónicos y asincrónicos) sobre los temas medulares que estructuran esta asignatura.

## VIII. CRITERIOS DE EVALUACIÓN

La evaluación debe ser formativa y sumativa.

- *Evaluación formativa.* Se recomienda que en este punto se ponga especial atención a las diferencias entre evaluación de los aprendizajes y evaluación para los aprendizajes. Ello con el objetivo de diseñar y elaborar evaluaciones que realmente pongan a prueba el conocimiento construido al aplicarlo a situaciones específicas que demuestren el nivel comprensión de los contenidos.
- *Evaluación Sumativa.* En este sentido se sugiere, por ejemplo, a partir de la amplia gama que existe, pruebas parciales escritas u orales, trabajos en grupo de carácter analítico, evaluación de trabajos escritos, pruebas orales de valoración de contenidos, defensa de un proyecto final sobre alguno de los temas estudiados o desarrollados.

En cuanto a la ponderación global de la evaluación se debe tener en cuenta lo establecido en el Estatuto Universitario, a saber:

Pruebas parciales	30 --- 40 %
Presentaciones orales, informes, trabajos en grupos, etc.	20 --- 30 %
Examen Semestral	30 --- 40 %

## IX. BIBLIOGRAFÍA

1. Álvarez, L. (2014) Electromagnetismo FMF-241. Departamento de Ciencias Físicas Universidad Andrés Bello. Recuperado [https://www.academia.edu/37136812/Libro\\_electromagnetismo](https://www.academia.edu/37136812/Libro_electromagnetismo)
2. Arrieta, X., & Nava, M. & Flores, M. (2008). Ideas previas sobre carga, fuerza y campo eléctrico en estudiantes universitarios. Consideraciones para su superación. Telos, 10(2),308-323. [fecha de Consulta 21 de agosto de 2022]. ISSN: 1317-0570. Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=99318157007>
3. Bagno, E., & Eylon, B.-S. (1997). From problem solving to a knowledge structure: An example from the domain of electromagnetism. American Journal of Physics, 65(8), 726–736. <https://doi.org/10.1119/1.18642> Disponible en: [https://www.academia.edu/23951721/From\\_problem\\_solving\\_to\\_a\\_knowledge\\_structure\\_An\\_example\\_from\\_the\\_domain\\_of\\_electromagnetism](https://www.academia.edu/23951721/From_problem_solving_to_a_knowledge_structure_An_example_from_the_domain_of_electromagnetism)
4. Freedman, Y., & Zemansky, S. (2009). Física universitaria. *Editorial. Prentice Hall. México. Decimosegunda edición.*
5. Ferrero B., A; Agudelo, R. J; Gómez, A. (2020) Electricidad y magnetismo: una guía introductoria. Universidad Católica de Colombia. Bogotá. Recuperado <https://publicaciones.ucatolica.edu.co/pub/media/hipertexto/pdf/electricidad-y-magnetismo.pdf>

6. Feynman, R. P., Leighton, R. B., & Sands, M. (2019). *Lecciones de física de Feynman, II: Electromagnetismo y materia*. Fondo de Cultura Económica.
7. Hayt, W. y Buck J. Teoría electromagnética. Georgia Institute of Technology. Séptima edición  
McGraw-Hill/Interamericana Editores, S.A. de C.V. Recuperado de:  
<https://www.academia.edu/31552455/TEORIA ELECTROMAGNETICA William H Hayt>
8. Hewitt, P. G. (2002). *Conceptual physics*. Pearson Educación.
9. Nava, M., Arrieta, X., & Flores, M. (2008). Ideas previas sobre carga, fuerza y campo eléctrico en estudiantes universitarios. Consideraciones para su superación. *Telos: Revista de Estudios Interdisciplinarios en Ciencias Sociales*, 10(2), 308-323. Recuperado  
<http://ojs.urbe.edu/index.php/telos/article/view/1369/1259>
10. Reitz, J., Milford, F., Christy, R. (2000) Fundamentos de la Teoría Electromagnética. Cuarta Edición Addison Wesley Iberoamericana. Recuperado  
[http://fisica.ru/dfmg/teacher/archivos/r\\_m\\_teoría\\_electromagnética.pdf](http://fisica.ru/dfmg/teacher/archivos/r_m_teoría_electromagnética.pdf)
11. Santander N., M. (2013) Del átomo al Higgs: una excursión cultural. *Revista de ciencias* 2013; Número 1: 6-14. Recuperado de  
<https://uvadoc.uva.es/handle/10324/11463>
12. Sears, F. W., Zemansky, M. W., Young, H. D., Vara, R. H., García, M. G., Gúmes, E. R., ... & Benites, F. G. (1986). *Física universitaria* (No. 530.076 530.076 S4F5 1986 S43F5 1986 QC23 S45 1986). Fondo Educativo Interamericano.
13. Van Leunen, Hans. (2015). On the Origin of Electric Charge. OALib. 02. 0.4236/oalib.1101836. Recuperado de

<https://www.researchgate.net/publication/280317114> On the Origin of Electric Charge

14. Wineland, D. y Ekstrom, P. (1980) The Isolated Electron. Scientific American. Volume 243, Issue 2. <http://time.kinali.ch/nist/166.pdf>

# UNIVERSIDAD DE PANAMÁ

Facultad de Ciencias Naturales, Exactas y Tecnología

Escuela de Física

Licenciatura Didáctica de la Física

Programa sintético de asignatura

## FÍSICA EXPERIMENTAL III (FIS 101 C)

### I. DATOS GENERALES

Denominación: Física Experimental III (Fundamentos Experimentales de Electricidad y Magnetismo)

Código de Horario: \_\_\_\_\_; Código de Asignatura: \_\_\_\_\_

Cuatrimestre: II (primer año)

Créditos:

Horas de Dedicación: Totales: Teóricas: Práctica: Laboratorio:0

Pre-requisitos: Física General (FIS 100 A), Física Experimental I (FIS 101 A), Calculo diferencial 1 (Mat 100).

### II. JUSTIFICACIÓN

Este curso se desarrollará siguiendo tres ejes temáticos que deben marchar en forma paralela: 1) familiarización con equipo de mediciones eléctricas: multímetros análogos y digitales (para medir voltaje, potencial eléctrico, corriente,

resistencias, etc.) componentes pasivos resistencias eléctricas, condensadores, etc., 2) experiencias que faciliten la comprensión de leyes como la *ley de ohm* y *las leyes de Kirchhoff* para uso práctico dentro de un contexto de medición. 3) Experiencias centradas en el análisis y reflexión sobre las leyes fundamentales del electromagnetismo: *ley de Coulomb*, *ley de Biot-Savart*, *ley de Ampere*, *ley de Faraday*, etc., y el uso de programas de simulación. Se sugiere, además, culminar el desarrollo de esta asignatura con la formulación de un proyecto experimental donde los estudiantes utilicen todas las habilidades y capacidades conceptuales y experimentales adquiridas a lo largo de este curso. Es importante la aplicación de aprendizajes previamente adquiridos con respecto a la planificación de una experiencia, por ejemplo, en referencia al montaje experimental, el proceso de medición, la diferencien entre la medición directa e indirecta, la propagación de la dispersión, la precisión de los aparatos de medición, que usen sensores de tipo Pasco, Arduino, Raspberry PI, entre otros. El contenido de esta asignatura se desglosa en cuatro módulos.

### III. OBJETIVOS GENERALES

1. Adquirir habilidades técnicas en el uso y manejo del multímetro digital en modo: amperímetro, voltímetro y ohmímetro.
2. Armar circuitos eléctricos DC y medir la resistencia, corriente y voltaje usando un multímetro digital.
3. Identificar las diferencias básicas entre componentes óhmicos y no óhmicos en un circuito eléctrico.

4. Estudiar experimentalmente leyes fundamentales del magnetismo (Biot Savart, Ampere, Faraday, etc.) para introducir el concepto de corriente alterna.
5. Construir algún aparato de medición ya sea a partir del uso de material de bajo costo o usando sensores lineales (PASCO, Arduino / Raspberry PI, etc.).

#### IV. DESCRIPCIÓN

El contenido a desarrollar a lo largo de esta asignatura se desglosa en cuatro módulos que se describen a continuación.

**Módulo 1.** *Manejo técnico de instrumentos básicos en electricidad para la medición y estudio del potencial y el campo eléctricos en el contexto experimental.* Se propone iniciar el desarrollo de este módulo con el estudio experimental del concepto de potencial eléctrico, como campo escalar generado por una carga eléctrica, para centrar la atención en cómo se mide. En este proceso de construcción de conocimiento de tipo procedimental, asociado al manejo de los modelos físicos, es fundamental el uso adecuado y pertinente del multímetro en sus formatos amperímetro, voltímetro y ohmímetro. El aprendizaje del uso de este instrumento de medición requiere un contexto de trabajo y en este sentido el mejor contexto es el estudio de superficies equipotenciales y líneas de campo eléctrico. Lo anterior acompañado con el uso de interfaces para medir potencial eléctrico y voltaje en mediciones seriales o constantes, que representen gráficamente las variables de interés (potencial eléctrico, voltaje, corriente, etc.).

### **Módulo 2.** *Circuitos eléctricos DC y componentes óhmicos y no óhmicos.*

Con el desarrollo de este módulo se pretende que el estudiante desarrolle habilidades de tipo procedimental adecuadamente integrada a la comprensión del manejo de los modelos físicos, que sustentan el proceso de armado de circuitos simples (serie, paralelo, etc.) sobre un protoboard. Así como la medición de magnitudes físicas fundamentales en la electricidad (resistencia, corriente y voltaje) para el análisis de circuitos de corriente directa, esto requiere el manejo de instrumentos de medición de magnitudes físicas básicas en el contexto de la electricidad. Por último, se recomienda el uso de una interfaz tipo PASCO, o de código libre y hardware abierto tipo ARDUINO/Raspberry PI para medir las variables eléctricas de interés (potencial eléctrico, voltaje, corriente, potencia, energía eléctrica, etc.). Con esto último el estudiante se enfrentará a lo que implica preparar y poner a punto el instrumento de medición, lo que implica a su vez, entrar en un proceso de calibración para verificar la calidad de sus resultados.

### **Módulo 3.** *Campo Magnético y las leyes de Biot-Savart, Ampere y Faraday.*

Este módulo tiene como objetivo introducir al estudiante en el estudio del magnetismo a través de una primera aproximación a algunas leyes fundamentales del magnetismo (Biot Savart, Ley de Ampere y Faraday). Esto acompañado, por ejemplo, del uso de sensores lineales para medir y estudiar el campo magnético entre imanes y campos de corriente. También se puede promover el uso de la interfaz tipo PASCO, o de código libre de tipo ARDUINO/Raspberry PI para colección de datos.

**Módulo 4.** *Inducción magnética.* Promover en los estudiantes el estudio y comprensión de cómo un imán puede inducir corrientes y el estudio de las corrientes

inducidas por una bobina en movimiento relativo (Ley de Lenz – Faraday), para construir el concepto de corriente alterna. Así, como enfrentar al estudiante a la construcción de una brújula dentro de un contexto que exija calibración del sistema construido.

## V. COMPETENCIAS

**Genéricas:** Tomadas del Proyecto Tuning.

- Capacidad de abstracción, análisis y síntesis.
- Capacidad de aplicar los conocimientos en la práctica.
- Capacidad para organizar y planificar el tiempo.
- Capacidad de comunicación oral y escrita.
- Habilidades en el uso de las tecnologías de la información y de la comunicación.
- Capacidad de investigación.
- Habilidades para buscar, procesar y analizar información procedente de fuentes diversas.
- Capacidad para identificar, plantear y resolver problemas.
- Capacidad de trabajo en equipo.
- Habilidad para trabajaren forma autónoma.

## Específicas

- Desarrolle habilidades técnicas para el estudio de campos escalares en el contexto experimental usando multímetros digitales y analógico, teniendo como criterio fundamental los modelos Físicos que sustenta este concepto.
- Desarrolle habilidades relacionados con los procesos de calibración de instrumentos de medición de variables eléctricas para integrar el hacer en Física a los modelos a la base del funcionamiento de circuitos eléctricos de corriente directa.
- Estudie el magnetismo y sus leyes fundamentales (Biot Savart, Ley de Ampere, Faraday, etc.), para promover comprensión de estos modelos Físicos, en una primera aproximación, mediante el uso sensores e interfaces tipo PASCO, o de código libre y hardware abierto tipo ARDUINO/Raspberry PI.
- Estudia y analiza fenómenos asociados con los campos magnéticos inducidos para profundizar en la comprensión de los modelos Físicos que explican las interacciones entre corrientes eléctricas y campos magnéticos lo que fundamenta la construcción del concepto corriente alterna. Todo esto dentro del contexto experimental haciendo hincapié la calibración de los instrumentos de medición.

## VI. CONTENIDO

*Módulo 1. Manejo técnico de instrumentos básicos en electricidad para la medición y estudio del potencial y el campo eléctricos en el contexto experimental.*

- Uso y funcionamiento de multímetros digitales como ohmímetro, amperímetro y voltímetro.
- Estudio de las superficies equipotenciales en distintos arreglos de electrodos puntuales y lineales.
- Identificando las líneas de campo eléctrico como líneas perpendiculares a las líneas de igual potencial.
- El campo eléctrico entre electrodos como gradiente de potencial eléctrico.

*Módulo 2. Circuitos eléctricos DC y componentes óhmicos y no óhmicos.*

- Tipos de Materiales: conductores, aislante, semiconductores y superconductores.
- Resistencias eléctricas, fijas y variables (potenciómetros), y el valor nominal a través de un código de colores.
- Uso y manejo de un protoboard.
- Dependencia de la resistencia con la geometría del material y la temperatura.
- Resistividad eléctrica y coeficiente de temperatura.
- Condensadores: a) Acumulador de cargas eléctricas: características fundamentales. b) Condensadores en serie y en paralelo. c) Energía eléctrica entre las placas de un condensador. d) Relación entre la energía de un condensador y campo eléctrico entre las placas de este. e) ¿Qué

efecto tiene llenar el espacio entre las placas de un condensador con un aislante? f) Polarización de un dieléctrico entre las placas de un condensador; g) descripción atómica de las propiedades de los aislantes y los dieléctricos.

- Las transformaciones de energía en un circuito: baterías (en arreglos en serie y paralelo) y fuentes reguladas de voltaje DC.
- Los divisores de voltaje.
- La Ley de Ohm, componentes óhmicos y no óhmicos.
- Cálculo de la potencia eléctrica en los componentes parte de un circuito concepto de potencia eléctrica.
- Circuitos eléctricos simples: circuito serie, paralelo y mixto.
- Circuitos DC con una y más de dos fuentes. Leyes de Kirchhoff.

### **Módulo 3.** *Campo Magnético y las leyes de Biot-Savart, Ampere y Faraday.*

- Líneas de campo magnético alrededor de un imán.
- El campo magnético inducido: la Ley de Biot-Savart para un conductor rectilíneo.
- Balanza magnética y la dispersión en el cálculo del peso de distintos cuerpos.
- El motor eléctrico la Ley de Ampere y Faraday

### **Módulo 4.** *Inducción Magnética.*

- Corrientes inducidas por un imán y una bobina en movimiento relativo: Ley de Lenz – Faraday.
- Concepto corriente alterna.
- Funcionamiento de una brújula y su fabricación.

## VII. METODOLOGÍA Y RECURSOS

De manera general para todas las asignaturas de esta carrera se recomienda que la metodología y los recursos didácticos a utilizar en el aula al desarrollar los contenidos que las conforman, deben ser programados. En este sentido se sugiere, por ejemplo, organizar discusiones centradas en la interacción e intercambio de ideas entre docentes y estudiantes. Como eje central de esto último se pueden utilizar, por ejemplo, lecturas comentadas, el análisis y propuestas de soluciones de problemas reales, asociados con preguntas pertinentes sobre estos. Si el contenido a desarrollar lo permite se propone, además, introducir problemas históricos, realizar demostraciones, organizar conferencias, charlas, diseñar trabajos en equipo, desarrollar actividades experimentales sobre temas específicos de Física y discutir lo esperado en contraste con los resultados, analizar y resolver situaciones similares sobre esos mismos temas. El uso de applets, simulaciones, videos, software, páginas web, bases de datos bibliográficos y otros recursos debe ser parte fundamental del trabajo en el aula. Se recomienda, por último, que se tome en cuenta los marcos conceptuales, las metodologías y los recursos tecnológicos actualizados. Esto garantizará la actualización continua de los contenidos, la metodología y los recursos.

En cuanto a metodología y los recursos a utilizar en el desarrollo de esta asignatura es necesario desarrollar actividades experimentales grupales centradas en armar circuitos eléctricos DC con componentes óhmicos y no óhmicos, identificar

líneas de campo magnético, aplicar las leyes de Biot-Savart, ampere y Faraday, construir bobinas, etc.

## VIII. CRITERIOS DE EVALUACIÓN

La evaluación debe ser formativa y sumativa.

- *Evaluación formativa.* Se recomienda que en este punto se ponga especial atención a las diferencias entre evaluación de los aprendizajes y evaluación para los aprendizajes. Ello con el objetivo de diseñar y elaborar evaluaciones que realmente pongan a prueba el conocimiento construido al aplicarlo a situaciones específicas que demuestren el nivel comprensión de los contenidos.
- *Evaluación Sumativa.* En este sentido se sugiere, por ejemplo, a partir de la amplia gama que existe, pruebas parciales escritas u orales, trabajos en grupo de carácter analítico, evaluación de trabajos escritos, pruebas orales de valoración de contenidos, defensa de un proyecto final sobre alguno de los temas estudiados o desarrollados.

En cuanto a la ponderación global de la evaluación se debe tener en cuenta lo establecido en el Estatuto Universitario, a saber:

Pruebas parciales	30 --- 40 %
Presentaciones orales, informes, trabajos en grupos, etc.	20 --- 30 %
Examen Semestral	30 --- 40 %

## IX. BIBLIOGRAFÍA

1. Andrés, M. M., Pesa, M. A., & Villagrà, J. Á. M. (2009). The Effectiveness of a Laboratory When Guided by the MATLaF Learning Model for the Conceptual Development of Experimental Tasks. *Enseñanza De Las Ciencias. Revista De Investigación y Experiencias Didàcticas*, 26(3), 343.  
<https://doi.org/10.5565/REV/ENSCIENCIAS.3747> Disponible en:  
[https://www.academia.edu/52035294/Efectividad\\_de\\_un\\_laboratorio\\_guiado\\_por\\_el\\_modelo\\_de\\_aprendizaje\\_matlaf\\_para\\_el\\_desarrollo\\_conceptual\\_asociado\\_a\\_tareas\\_experimentales](https://www.academia.edu/52035294/Efectividad_de_un_laboratorio_guiado_por_el_modelo_de_aprendizaje_matlaf_para_el_desarrollo_conceptual_asociado_a_tareas_experimentales)
2. Bozzo, G., Michelini, M., Bonanno, A.y Stefanel, A. (2021) Atwood's Machine and Electromagnetic Induction: A Real Quantitative Experimentto Analyze Students' Ways of Reasonin.  
Disponible en: <https://files.eric.ed.gov/fulltext/EJ1334463.pdf>
3. Domingos-João, J. y Perfecto Pérez-Ponce de León, N. (2015) La actividad experimental, su contribución a la estimulación de la creatividad de los estudiantes que se forman como profesores de Física. *Luz*, vol. 14, núm. 4, octubre-diciembre, 2015, pp. 1-15 Universidad de Holguín Oscar Lucero Moya. Disponible en:  
<https://www.redalyc.org/pdf/5891/589165733002.pdf>
4. Morón, J. (2014) Fundamentos de Teoría Electromagnética. I. Campos Estáticos. Maracaibo. Recuperado  
[https://www.academia.edu/25312216/Texto\\_Teor%C3%ADa\\_Electromagn%C3%A9tica](https://www.academia.edu/25312216/Texto_Teor%C3%ADa_Electromagn%C3%A9tica)

5. Fragoso, M. y Villavicencio, M. (2017) Enseñanza del electromagnetismo a través de aplicaciones experimentales. Latin-American Journal of Physics Education, ISSN-e 1870-9095, Vol. 11, Nº. 2, 2017. Disponible en: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=6353422>

6. Sert Çibik, A. (2017). Determining science teacher candidates' academic knowledge and misconceptions about electric current. Educational Sciences: Theory & Practice, 17, 1061–1090. <http://dx.doi.org/10.12738/estp.2017.3.0530>

Disponible en: <https://files.eric.ed.gov/fulltext/EJ1148079.pdf>

7. Vélez, Beatriz & Osorio, J. & Aristizabal, Luz & Campillo, G. & Covaleda, Rodrigo. (2015). El papel de la actividad experimental en la enseñanza y aprendizaje del electromagnetismo en la educación superior. Revista Científica. 2. 85. 10.14483/udistrital.jour.RC.2015.22.a7.

Recuperado de

[https://www.researchgate.net/publication/311976441\\_El\\_papel\\_de\\_la\\_actividad\\_experimental\\_en\\_la\\_ensenanza\\_y\\_aprendizaje\\_del\\_electromagnetismo\\_en\\_la\\_educacion\\_superior/citation/download](https://www.researchgate.net/publication/311976441_El_papel_de_la_actividad_experimental_en_la_ensenanza_y_aprendizaje_del_electromagnetismo_en_la_educacion_superior/citation/download)

8. Villavicencio , M., Méndez-Fragosob, R. y Roa-Neric, J. A. E. (2019) La importancia de la interdisciplina en la enseñanza del electromagnetismo en el nivel superior. Lat. Am. J. Sci. Educ. 6, 12022 (2019)

[http://www.lajse.org/may19/2019\\_12022.pdf](http://www.lajse.org/may19/2019_12022.pdf)

9. Villavicencio, M. y Hernández, M. (2017) Ambientes lúdicos para la enseñanza del electromagnetismo en el bachillerato. Lat. Am. J. Phys. Educ. Vol. 11, No. 2, June 2017

Disponible en: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=6353428>

10. Villavicencio, M., Méndez-Fragosob, R. y Roa-Neric, J. A. E. (2017) Planteamiento de una estrategia didáctica encaminada a resolver algunos problemas en la enseñanza-aprendizaje del electromagnetismo en el nivel superior. Lat. Am. J. Sci. Educ. 4, 22054 (2017). Disponible en: [http://www.lajse.org/nov17/22054\\_Villavicencio\\_2017.pdf](http://www.lajse.org/nov17/22054_Villavicencio_2017.pdf)

# UNIVERSIDAD DE PANAMÁ

Facultad de Ciencias Naturales, Exactas y Tecnología

Escuela de Física

Licenciatura Didáctica de la Física

Programa sintético de asignatura

## FUNDAMENTOS DE MECÁNICA II (FIS 100 C)

(Mecánica Analítica)

### I. DATOS GENERALES

Denominación: Fundamentos de Mecánica II (Mecánica Analítica).

Código de Horario: \_\_\_\_\_; Código de Asignatura: \_\_\_\_\_

Cuatrimestre: III (primer año).

Créditos:

Horas de Dedicación: Totales: Teóricas: Práctica: Laboratorio: 0

Pre-requisitos: Fundamento de Mecánica I (FIS 100 B), Física Experimental II (FIS 101 B), Calculo diferencial II (Mat 102).

### II. JUSTIFICACIÓN

Es esencial estudiar la importancia de la organización de nuestro universo en objetos (materia y energía) y vecindades donde evolucionan esos objetos (espacio y tiempo). Estudio de las propiedades físicas más simples, tanto de los objetos

como de las vecindades, las que se conservan (leyes de conservación) y las que cambian (precisar el concepto de cambio) al evolucionar los objetos en las vecindades, o sea los conceptos de conservación (simetría) y cambio (causalidad). Establecer las leyes de conservación y las causas de los cambios (leyes). El Universo físico se rige por las reglas de acciones mínimas que se expresan en principio de mínima acción. Por ello debemos entender su origen y expresión en los fenómenos físicos.

### III. OBJETIVOS GENERALES

1. Reconocer que la naturaleza está estructurada de manera lógica y coherente por lo que su naturaleza física se expresa en fenómenos cuyos modelos siguen leyes causales, probabilistas y del caos determinista.
2. Asociar el álgebra con las estructuras organizativas de los objetos y la topología con las propiedades medibles de los objetos y de sus vecindades como lugar común o compartido.
3. Valorar el papel de los extremos (máximos y mínimos) para obtener información y evidencia adecuada y pertinente del fenómeno físico.
4. Asociar la invariancia de escala con el concepto de orden de magnitud usando como ejemplo la función potencial, exponencial y logaritmo.
5. Analizar los modelos físicos escalares, vectoriales, matriciales, tensoriales.
6. Valorar que existen conceptos que unifican estructuras conceptuales básicas de distintas ramas de la Física como el principio de mínima acción.

## IV. DESCRIPCIÓN

Lo básico es que los egresados de esta licenciatura aprendan a aprender pues el conocimiento científico y los métodos de obtenerlo cambian muy rápido. Eso significa que el estudiante debe considerar tanto al profesor como al programa de la asignatura, como guías. Se trata de abordar el tratamiento de la materia-energía y del espacio-tiempo desde modelos simplificados. Responder a preguntas como, ¿el Universo en expansión está al origen de la Ley de la inercia? ¿Qué une al espacio con el tiempo y a la materia con la energía? ¿Qué une al tiempo con la energía y a la materia con el espacio? ¿Qué optimiza la naturaleza para simplificar sus fenómenos? ¿Cómo se expresan las simetrías y los cambios? Este curso consta de cuatro módulos:

*Módulo 1. Propiedades de la materia-energía y del espacio-tiempo.* Se trata de conocer las propiedades de la materia y de la energía y su evolución en el espacio-tiempo.

*Módulo 2. Conservación y cambio.* Se trata de ver cómo la conservación de las propiedades y sus cambios expresan la evolución física del universo.

*Módulo 3. Estructuras organizativas del universo desde la Mecánica.* Las estructuras organizativas de los objetos del universo se modelizan, las cuales generan leyes expresadas matemáticamente.

*Módulo 4. Los principios de mínima acción.* Los cambios conducen a nuevas estructuras que optimizan la evolución del universo. Eso se traduce en leyes de optimización o minimización de cantidades representativas.

## V. COMPETENCIAS

**Genéricas:** Tomadas del Proyecto Tuning.

- Capacidad de abstracción, análisis y síntesis.
- Capacidad de aplicar los conocimientos en la práctica.
- Capacidad para organizar y planificar el tiempo.
- Capacidad de comunicación oral y escrita.
- Habilidades en el uso de las tecnologías de la información y de la comunicación.
- Capacidad de investigación.
- Habilidades para buscar, procesar y analizar información procedente de fuentes diversas.
- Capacidad para identificar, plantear y resolver problemas.
- Capacidad de trabajo en equipo.
- Habilidad para trabajar en forma autónoma.

### **Específicas**

1. Conoce y analiza las propiedades de la materia-energía y del espacio-tiempo para construir una concepción científica de nuestro universo teniendo presente que la mecánica es la primera aproximación Física de los fenómenos de la naturaleza.
2. Identifica el hecho que estamos insertos en un mundo cambiante para comprender la expresión más simple de la conservación y el cambio en Física,

teniendo presente que la explicación más simple de los cambios tiene naturaleza determinista.

3. Asocia la materia y la energía, y el espacio y el tiempo con estructuras matemáticas elementales, para dar sentido a la predictibilidad determinista, desde el manejo pertinente, adecuado y lógico de las estructuras organizativas de los objetos del universo que se modelizan y, a su vez generan leyes expresadas matemáticamente.
4. Conoce que hasta los modelos físicos más simples y lógicos, para ser eficientes deben tener criterios de optimización.

## VI. CONTENIDOS

### **Módulo 1.** *Propiedades de la materia-energía y del espacio-tiempo.*

Expresión, significado físico y modelización matemática del espacio (tridimensional), del tiempo (unidimensional), de la materia, de la cantidad de movimiento o impulso (masa en movimiento lineal), del momento angular (masa en rotación) y de la energía. Simetrías del espacio y del tiempo y principios de conservación de los momentos (lineal y angular) y de la energía. Ruptura de simetría de traslación y rotación y los cambios, en el tiempo, del movimiento lineal y angular, respectivamente y sus causas. El concepto de fuerza y torque y su relación con la aceleración (lineal y angular). Cambio inercial del impulso y del momento angular. Modelo mecánico de un gran número de partículas equivalentes a masas puntuales independientes. Estadística de grandes números de esas

partículas, su energía cinética promedio, pérdida de información y medición de los parámetros que caracterizan esas partículas como conjunto. Expresión macroscópica de la energía mecánica. Partículas que interactúan. Fuerzas conservativas y disipativas, energía cinética, energía potencial y calor. Desarrollo en serie de la expresión de fuerzas simples. Ejemplo de fuerzas uniformes y constantes y de fuerzas en dependencia lineal directa e inversa con la distancia. Movimiento armónico simple. Energía cinética de vibración. La acción de un impulso durante un desplazamiento y de una energía durante un intervalo de tiempo.

**Módulo 2.** *Conservación y cambio.* Leyes de Conservación en Mecánica. Simetrías del espacio-tiempo. Principio de conservación del impulso, del momento angular y de la energía mecánica. Movimiento en un campo de fuerzas centrales y en sistemas elásticos. Relaciones entre espacio y tiempo y entre impulso y energía. Relación entre energía y tiempo y entre impulso y espacio. Los fenómenos más característicos del desplazamiento de la luz. Modelo mecánico de la reflexión y de la refracción. Modelo de Huygens versus modelo newtoniano para la luz. Principio de Fermat (Maupertuis), minimización del tiempo y del recorrido para energía e impulso constantes. La onda armónica como ejemplo de cuerpo elemental, no puntual, infinitamente pequeño y simple. Modelos mecánicos con funciones de onda, ejemplos de ondas clásicas.

**Módulo 3.** *Estructuras organizativas del universo desde la Mecánica.* El concepto de cambio y cálculo diferencial en Mecánica. Aplicación de las estructuras algebraicas y topológicas en Mecánica. Concepto de distancia, de métrica y de medición. Mecánica de los objetos puntuales con masa y de los cuerpos no

puntuales con propiedades mecánicas simples. Escalares y funciones escalares. Infinitamente pequeño de dimensión no nula, “dx”. Concepto de infinitamente pequeño (diferencial) y sumatoria de muchos infinitamente pequeños (integral). Circulación de un vector y producto escalar. Orden de magnitud y funciones potenciales. Infinitamente pequeño de dimensión dos. Producto vectorial. Integral de superficie y el concepto de flujo. La tercera dimensión y el producto mixto. Concepto de divergencia. Ecuaciones diferenciales.

**Módulo 4.** *Los principios de mínima acción.* El concepto de mínima acción. Modelo de Huygens versus modelo newtoniano para la luz. Principio de Fermat (Maupertuis), minimización del tiempo y del recorrido para energía e impulso constante. Minimización de la acción. Operaciones que cambian el orden de magnitud (derivación e integración) y la no conmutatividad de las acciones (operaciones) sobre una función  $f(x)$ :  $x \frac{\partial}{\partial x} [f(x)]$  versus  $\frac{\partial}{\partial x} [x f(x)]$  no conmutan, expresado por los corchetes de Poisson. Ecuaciones de Lagrange. Ecuaciones de Hamilton.

## VII. METODOLOGÍA Y RECURSOS

De manera general para todas las asignaturas de esta carrera se recomienda que la metodología y los recursos didácticos a utilizar en el aula al desarrollar los contenidos que las conforman, deben ser programados. En este sentido se sugiere, por ejemplo, organizar discusiones centradas en la interacción e intercambio de ideas entre docentes y estudiantes. Como eje central de esto último se pueden utilizar, por ejemplo, lecturas comentadas, el análisis y propuestas de soluciones de

problemas reales, asociados con preguntas pertinentes sobre estos. Si el contenido a desarrollar lo permite se propone, además, introducir problemas históricos, realizar demostraciones, organizar conferencias, charlas, diseñar trabajos en equipo, desarrollar actividades experimentales sobre temas específicos de Física y discutir lo esperado en contraste con los resultados, analizar y resolver situaciones similares sobre esos mismos temas. El uso de applets, simulaciones, videos, software, páginas web, bases de datos bibliográficos y otros recursos debe ser parte fundamental del trabajo en el aula. Se recomienda, por último, que se tome en cuenta los marcos conceptuales, las metodologías y los recursos tecnológicos actualizados. Esto garantizará la actualización continua de los contenidos, la metodología y los recursos.

En cuanto a esta asignatura es necesario poner sobre la mesa, de manera global, los temas que se desarrollan a lo largo de esta asignatura en cada módulo (*Propiedades de la materia-energía y del espacio-tiempo, Estructuras organizativas del universo desde la Mecánica, El principio de mínima acción y Estructuras organizativas del universo desde la Mecánica. Conservación y cambio*), como temas centrales para su discusión en foros presenciales y/o virtuales (sincrónicos y asincrónicos). Se sugiere, además, que al final de cada tema se abra un espacio para la reflexión, el análisis crítico y las sugerencias para el establecimiento de un puente entre la imagen de física que se maneja, la función de esta ciencia en la sociedad, y la naturaleza de la Física asociada a su fenomenología.

## VIII. CRITERIOS DE EVALUACIÓN

La evaluación debe ser formativa y sumativa.

- *Evaluación formativa.* Se recomienda que en este punto se ponga especial atención a las diferencias entre evaluación de los aprendizajes y evaluación para los aprendizajes. Ello con el objetivo de diseñar y elaborar evaluaciones que realmente pongan a prueba el conocimiento construido al aplicarlo a situaciones específicas que demuestren el nivel comprensión de los contenidos.
- *Evaluación Sumativa.* En este sentido se sugiere, por ejemplo, a partir de la amplia gama que existe, pruebas parciales escritas u orales, trabajos en grupo de carácter analítico, evaluación de trabajos escritos, pruebas orales de valoración de contenidos, defensa de un proyecto final sobre alguno de los temas estudiados o desarrollados.

En cuanto a la ponderación global de la evaluación se debe tener en cuenta lo establecido en el Estatuto Universitario, a saber:

Pruebas parciales	30 --- 40 %
Presentaciones orales, informes, trabajos en grupos, etc.	20 --- 30 %
Examen Semestral	30 --- 40 %

## XI. BIBLIOGRAFIA

1. Arya, A. P. (1998) Introduction to Classical Mechanics. Prentice Hall. Recuperado de [https://www.fulviofrisone.com/attachments/article/468/Arya%20-%20Classical%20Mechanics%202nd%20ed\(T\).pdf](https://www.fulviofrisone.com/attachments/article/468/Arya%20-%20Classical%20Mechanics%202nd%20ed(T).pdf)
2. Byron, F. y Fuller, R. (1969) Mathematics of Classical and Quantum Physics. Addison-Wesley Publishing Company. Series in Advanced Physics. Universidad de Michigan. Recuperado de [http://bufadora.astrosen.unam.mx/~aceves/Metodos/ebooks/byron\\_fuller.pdf](http://bufadora.astrosen.unam.mx/~aceves/Metodos/ebooks/byron_fuller.pdf)
3. Cala Vitery,, F. E., (2008). Sobre la dinámica relacional del espaciotiempo y la conservación de la energía en la Teoría General de la Relatividad. THEORIA. Revista de Teoría, Historia y Fundamentos de la Ciencia, 23(2),175-193.[fecha de Consulta 30 de Octubre de 2022]. ISSN: 0495-4548. ecuperado de: <https://www.redalyc.org/pdf/3397/339730806004.pdf>
4. Crowell, B. (2000). Newtonian Physics. Book 1. In the Light and Matter series of introductory physics textbooks. Edition 2.0. 2000. Recuperado en: [https://www.fisica.net/mecanicaclassica/newtonian\\_physics\\_by\\_benjamin\\_crowell.pdf](https://www.fisica.net/mecanicaclassica/newtonian_physics_by_benjamin_crowell.pdf)
5. Crowell, B. (2000). Conservation Law. Book 1. In the Light and Matter series of introductory physics textbooks. Edition 2.0. Recuperado en: [https://www.fisica.net/mecanicaclassica/conservation\\_laws\\_by\\_benjamin\\_crowell.pdf](https://www.fisica.net/mecanicaclassica/conservation_laws_by_benjamin_crowell.pdf)
6. Fernando Barbero G., J. (2015). Einstein, la luz, el espacio-tiempo y los uantos. *Arbor*, 191(775), a 266. Disponible en <https://digital.csic.es/bitstream/10261/136292/1/Einstein.pdf>

7. Feynman, R. P., Leighton, R. B., & Sands, M. (2019). *Lecciones de física de Feynman, I: Mecánica, radiación y calor*. Fondo de Cultura Económica.
8. Fernández, B. y Pérez, O. (2015) El Concepto Elemental de Simetría en Física y las leyes de conservación. Disponible en: [https://issuu.com/omayraperez/docs/el\\_concepto\\_elemental\\_de\\_simetr\\_a](https://issuu.com/omayraperez/docs/el_concepto_elemental_de_simetr_a)
9. Goldstein, H. (1994) *Mecánica Clásica*. Editorial Reverte, S.A. Disponible en: <https://www.pdfdrive.com/mecanica-clasica-d158300003.html>
10. Goldstein, H., Poole, Ch. y Safko, J (2000) *Classical Mechanics*. Edison Wesley. Third Edition. Disponible en: [https://docs.google.com/file/d/0B5nvP\\_eIBydjYWMwMDhhY2QtNzBmOS00NGM5LWE3NWQtZjFiN2NlNTk3ZTNj/view?resourcekey=0-7x6BeBkfuEOr3-ARElwIBw](https://docs.google.com/file/d/0B5nvP_eIBydjYWMwMDhhY2QtNzBmOS00NGM5LWE3NWQtZjFiN2NlNTk3ZTNj/view?resourcekey=0-7x6BeBkfuEOr3-ARElwIBw)
11. Universidad Iberoamericana. Capítulo 4 La teoría de la relatividad de Einstein. Disponible en: <https://ibero.mx/sites/all/themes/ibero/descargables/produccionaca/pubelectronicas/1-4.pdf>

# UNIVERSIDAD DE PANAMÁ

Facultad de Ciencias Naturales, Exactas y Tecnología

Escuela de Física

Licenciatura Didáctica de la Física

Programa sintético de asignatura

## CAMPOS Y ONDAS (FIS 102 C)

### I. DATOS GENERALES

Denominación: Campos y Ondas.

Código de Horario: \_\_\_\_\_; Código de Asignatura: \_\_\_\_\_

Cuatrimestre: III (primer año).

Créditos:

Horas de Dedicación: Totales: Teóricas: Práctica: Laboratorio: 0

Pre-requisitos: Fundamento de Mecánica I (FIS 100 B), Física Experimental II (FIS 101 B), Calculo diferencial II (Mat 102).

### II. JUSTIFICACIÓN

Esta asignatura es la más cercana al contenido real de cómo está hecho nuestro universo, pues, las Ondas y los Campos permiten explicar muchos fenómenos naturales asociados al sonido, a la luz, así como el hecho de que facilitan la interpretación del funcionamiento de muchos dispositivos y sistemas tecnológicos de uso común en la vida diaria del Ser Humano (radios, televisores, teléfonos

celulares, microondas, radares, comunicación vía satélite, comunicación a través de fibra óptica, etc.). Por ejemplo, los satélites utilizan antenas o radares que son ubicados en distintos puntos sobre la superficie de la Tierra, dentro de un sistema de emisión y recepción de señal que funcionan mediante procesos ondulatorios; muchos avances tecnológicos en el área de la salud tienen su fundamento en las ondas electromagnéticas (distintos aparatos para el diagnóstico y la prevención de enfermedades): la experiencia que permitió combinar el poder de varios radiotelescopios en distintos puntos sobre la superficie de Tierra para transformar al planeta en un único y gran telescopio virtual, fue posible gracias a las aplicaciones tecnológicas de las ondas electromagnéticas.

### III. OBJETIVOS GENERALES

1. Conocer y analizar la ecuación de onda como estructura matemática que explica el fenómeno onda.
2. Analizar los aspectos fundamentales de la dualidad partícula onda que pusieron sobre la mesa el experimento de Young.
3. Analizar y reflexionar sobre el transporte de energía a través de una onda.
4. Comprender la función del Teorema de Fourier como herramienta matemática que tiene como función analizar funciones periódicas al descomponerlas en la suma infinita de funciones sinusoidales mucho más simples.
5. Analizar desde la Física el funcionamiento de algunas aplicaciones de las ondas a la base del desarrollo de muchas de las tecnologías actuales.

## IV. DESCRIPCIÓN

El contenido a desarrollar a lo largo de esta asignatura se desglosa en tres módulos.

**Módulo 1.** *La ecuación de onda.* Este módulo tiene como objetivos: 1) Comprender y analizar que las ondas son fenómenos cotidianos cercanos que explica la física. 2) Analizar e identificar las magnitudes físicas que caracterizan una onda y como se relaciona con la ecuación de onda desde el punto de vista modelo matemático. 3) Conocer y comprender que las ondas transportan energía y que son campos dependientes del tiempo. 4) Identificar y analizar las características fundamentales del Teorema de Fourier como herramienta matemática para el estudio de las ondas.

**Módulo 2.** *Tipos de ondas.* Este módulo tiene como objetivo promover la comprensión sobre las similitudes y diferencias de las clasificaciones de las ondas en distintos tipos.

**Módulo 3.** *Las aplicaciones de las ondas en el desarrollo de las tecnologías actuales.* Este módulo tiene como objetivo promover que el estudiante identifique que en el mundo que le rodea las ondas están presentes en muchas aplicaciones tecnológicas actuales. Y que el funcionamiento de esas aplicaciones tecnológicas se puede explicar desde la Física (la ecuación de onda).

## V. COMPETENCIAS

**Genéricas:** Tomadas del Proyecto Tuning.

- Capacidad de abstracción, análisis y síntesis.
- Capacidad de aplicar los conocimientos en la práctica.
- Capacidad para organizar y planificar el tiempo.
- Capacidad de comunicación oral y escrita.
- Habilidades en el uso de las tecnologías de la información y de la comunicación.
- Capacidad de investigación.
- Habilidades para buscar, procesar y analizar información procedente de fuentes diversas.
- Capacidad para identificar, plantear y resolver problemas.
- Capacidad de trabajo en equipo.
- Habilidad para trabajar en forma autónoma.

### **Específicas**

1. Identifica las características y magnitudes físicas fundamentales de la ecuación de onda para comprender los fenómenos cotidianos que explican y el transporte de energía debido a que son campos dependientes del tiempo, teniendo presente el teorema de Fourier como herramienta matemática para el estudio de las ondas.

2. Comprende y maneja las similitudes, las diferencias y las clasificaciones de las ondas en distintos tipos para el estudio de fenómenos naturales a través la estructura matemática que sustenta estas funciones como campos dependientes del tiempo.
3. Asocia los conceptos campos y ondas a la comprensión de los fenómenos ondulatorios cuyas explicaciones Físicas están a la base del desarrollo de diversas aplicaciones tecnologías actuales.

## VI. CONTENIDO

### Módulo 1. *La ecuación de onda.*

- Las ondas como un fenómeno común en la vida cotidiana: ondas de choque, ondas en el agua, ondas de presión, ondas de sonido, etc.
- De un modelo de partícula a un modelo de onda: un poco de historia sobre los experimentos de doble rendija de Young.
- La ecuación de onda.
- El concepto onda y el concepto campo dependiente del tiempo.
- Características de la onda (amplitud, frecuencia, longitud de onda, fase, desfasaje).
- Velocidad de propagación de una onda.
- Transporte de energía en una onda.
- Teorema de Fourier: Ondas periódicas (suma de ondas senoidales) y cualquier onda como la integral de senos y cosenos.

**Módulo 2.** *Tipos de ondas, similitudes y diferencias.*

- Ondas de base: ondas cuadradas (si o no), onda triangular (onda uniforme en un sentido y regresa uniforme en otro sentido), onda diente de sierra (barrido).
- Onda senoidal (movimiento periódico).
- Batidos de ondas.
- Ondas transversales, ondas longitudinales, ondas mixtas.
- Concepto de resonancia.

**Módulo 3.** *Las aplicaciones de las ondas en el desarrollo de las tecnologías actuales.*

- Ecuaciones de maxwell.
- Ondas gravitacionales una ventana hacia la observación del universo.
- Ondas mecánicas.
- Ondas acústicas.
- Ondas sonoras y el concepto de música.
- Efecto Doppler.
- Propagación de la onda en un sistema de guía de onda.
- La representación compleja de una onda como el concepto de vector irreductible.
- Polarización de la luz.
- Reflexión de una onda en medios dieléctricos.
- Onda en medios anisotrópico.

## VII. METODOLOGÍA Y RECURSOS

De manera general para todas las asignaturas de esta carrera se recomienda que la metodología y los recursos didácticos a utilizar en el aula al desarrollar los contenidos que las conforman, deben ser programados. En este sentido se sugiere, por ejemplo, organizar discusiones centradas en la interacción e intercambio de ideas entre docentes y estudiantes. Como eje central de esto último se pueden utilizar, por ejemplo, lecturas comentadas, el análisis y propuestas de soluciones de problemas reales, asociados con preguntas pertinentes sobre estos. Si el contenido a desarrollar lo permite se propone, además, introducir problemas históricos, realizar demostraciones, organizar conferencias, charlas, diseñar trabajos en equipo, desarrollar actividades experimentales sobre temas específicos de Física y discutir lo esperado en contraste con los resultados, analizar y resolver situaciones similares sobre esos mismos temas. El uso de applets, simulaciones, videos, software, páginas web, bases de datos bibliográficos y otros recursos debe ser parte fundamental del trabajo en el aula. Se recomienda, por último, que se tome en cuenta los marcos conceptuales, las metodologías y los recursos tecnológicos actualizados. Esto garantizará la actualización continua de los contenidos, la metodología y los recursos.

En cuanto a esta asignatura es necesario poner sobre la mesa, de manera global, los temas que se desarrollan a lo largo de esta asignatura en cada módulo (*Propiedades de la materia-energía y del espacio-tiempo, Estructuras organizativas del universo desde la Mecánica, El principio de mínima acción y Estructuras organizativas del universo desde la Mecánica. Conservación y cambio*), como temas

centrales para su discusión en foros presenciales y/o virtuales (sincrónicos y asincrónicos). Se sugiere, además, que al final de cada tema se abra un espacio para la reflexión, el análisis crítico y las sugerencias para el establecimiento de un puente entre la imagen de física que se maneja, la función de esta ciencia en la sociedad, y la naturaleza de la Física asociada a su fenomenología.

## VIII. CRITERIOS DE EVALUACIÓN

La evaluación debe ser formativa y sumativa.

- *Evaluación formativa.* Se recomienda que en este punto se ponga especial atención a las diferencias entre evaluación de los aprendizajes y evaluación para los aprendizajes. Ello con el objetivo de diseñar y elaborar evaluaciones que realmente pongan a prueba el conocimiento construido al aplicarlo a situaciones específicas que demuestren el nivel comprensión de los contenidos.
- *Evaluación Sumativa.* En este sentido se sugiere, por ejemplo, a partir de la amplia gama que existe, pruebas parciales escritas u orales, trabajos en grupo de carácter analítico, evaluación de trabajos escritos, pruebas orales de valoración de contenidos, defensa de un proyecto final sobre alguno de los temas estudiados o desarrollados.

En cuanto a la ponderación global de la evaluación se debe tener en cuenta lo establecido en el Estatuto Universitario, a saber:

Pruebas parciales	30 --- 40 %
-------------------	-------------

Presentaciones orales, informes, trabajos en grupos, etc.	20 --- 30 %
Examen Semestral	30 --- 40 %

## IX. BIBLIOGRAFÍA

1. Ambrose, B., Heron, P., Vokos, S. y Mc Dermott, L. (1999a). Students understanding of light as an electromagnetic wave: Relating the formalism to physical phenomena. *American Journal of Physics*, 67(10), 891-898.
2. Ambrose, B., Schaffer, P., Steinberg, R. y Mc Dermott, L. (1999b). An investigation of student understanding of single-slit diffraction and double-slit interference. *American Journal of Physics*, 67(2), 146–155.
3. Bravo, S., & Pesa, M. A. (Diciembre de 2016). Aprendizaje de óptica ondulatoria en un laboratorio de física para ingenierías. *Revista De Enseñanza De La Física*, 28(2), 51-76.  
<https://revistas.unc.edu.ar/index.php/revistaEF/article/view/15812/15621>
4. Cantor Triana, D. A. (2020). Introducción a la teoría de campo electromagnético desde una perspectiva histórica. Un papel para la historia en la formación de maestros en física.
5. Castro C 2013 *La Enseñanza y el Aprendizaje del Concepto de Flujo del Campo Eléctrico en el Nivel Superior* (Monterrey: Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey)
6. Cheng D 1992 *Field and Wave Electromagnetics* (Beijing: Tsinghua University Press).

7. F. Sears, M. Zemansky y Y. Young. Física Universitaria, Sexta edición. Fondo educativo interamericano, México.
8. Gerardo Pedraza-Saavedra, L., & Fernando Bejarano-Avenidaño, L. (2013). Crítica a la Enseñanza de la Medición del Campo Electromagnético en Algunos Libros Universitarios Famosos de Postgrado. *Latin American & Caribbean Journal of Engineering Education*, 7(1).
9. Greca, I., & Moreira, M. A. (1996). Un estudio piloto sobre representaciones mentales, imágenes, proposiciones y modelos mentales respecto al concepto de campo electromagnético en alumnos de física general, estudiantes de postgrado y físicos profesionales. *Investigações em ensino de ciências*, 1(1), 95-108.
10. Guisasola J, Almudí J, Zuza K 2010 Dificultades de los estudiantes universitarios en el aprendizaje de la inducción electromagnética *Revista Brasileira de Ensino de Física* 32(1) 1401
11. Hayt W, Buck J 2006 *Engineering Electromagnetics* (New York: McGraw-Hill)
12. R. Resnick, D. Halliday y K. Krane, *Física vol. I*, Editorial CECSA, 1999.
13. R. Resnick, D. Halliday y K. Krane, *Física vol. II*, Editorial CECSA, 1999.

# UNIVERSIDAD DE PANAMÁ

Facultad de Ciencias Naturales, Exactas y Tecnología

Escuela de Física

Licenciatura Didáctica de la Física

Programa sintético de asignatura

## FÍSICA EXPERIMENTAL IV (FIS 101 D)

(Campos y Ondas)

### I. DATOS GENERALES

Denominación: Física Experimental IV (Campos y Ondas).

Código de Horario: \_\_\_\_\_; Código de Asignatura: \_\_\_\_\_

Cuatrimestre: III (primer año).

Créditos:

Horas de Dedicación: Totales: Teóricas: Práctica: Laboratorio:0

Pre-requisitos: Fundamento de Mecánica I (FIS 100 B), Física Experimental II (FIS 101 B), Calculo diferencial II (Mat 102).

### II. JUSTIFICACIÓN

Es necesario que el estudiante analice, reflexione y comprenda el proceso de transmisión de las señales de los sistemas de comunicación de las redes mundiales (internet, telefonía, radio, televisión, etc.) que viene desde un satélite y llega a los

hogares, la industria, los centros educativos, etc. Específicamente, se hace referencia a lo que implica enviar una señal por satélite y como la señal del satélite llega a tierra. Esto conlleva comprender los distintos caminos (las distintas formas) en que se lleva a cabo este proceso, por ejemplo, guías de ondas, antenas de ondas electromagnéticas, cableados (cobre y coaxial), fibras ópticas. Lo anterior implica, dentro de un contexto experimental, el uso adecuado y pertinente de las habilidades experimentales adquiridas hasta el momento por el estudiante y la adquisición o fortalecimiento de nuevas habilidades muy usadas por los Físicos, como por ejemplo, la elaboración de criterios que se traducen en palabras o frases claves para una búsqueda bibliográfica, la identificación de los modelos físicos a la base de los fenómenos de interés el análisis y estudio de literatura o información encontrada en la Internet, la identificación de los aspectos medulares de la lectura de información clasificada como pertinente, en función de los criterios elaborados, el diseño y construcción de resúmenes, así, como la confrontación de ideas y modos de ver, etc. Por lo que esta asignatura presenta mucha potencialidad a nivel formativo.

### **III. OBJETIVOS GENERALES**

1. Analizar y comprender el proceso de transmisión de las señales de los sistemas de comunicación de las redes mundiales (internet, telefonía, radio, televisión, etc.) que viene desde un satélite y llega a los hogares, la industria, los centros educativos, etc.

2. Comprender, con la ayuda de un contexto experimental, que las aplicaciones de las Ondas electromagnéticas son muy variadas y que dependen del rango de frecuencias en las que se encuentren.

#### IV. DESCRIPCIÓN

Esta asignatura está estructurada en dos módulos, uno centrado en promover la comprensión de conceptos fundamentales y la otra de corte totalmente aplicativo. Estos dos módulos se pasan a describir a continuación.

**Módulo 1.** *El estudio del movimiento ondulatorio en diferentes contextos.*

Objetivo analizar e identificar las características de los distintos tipos de ondas, similitudes y diferencias.

**Módulo 2.** *Aplicaciones más comunes de las ondas electromagnéticas.*

Promover que los estudiantes comprendan que las aplicaciones de las Ondas electromagnéticas son muy variadas y que dependen del rango de frecuencias en las que se encuentren. Conocer y reflexionar sobre el hecho de que las frecuencias que no percibe el ser humano a través de sus sentidos (20 hz a 300 hz) son utilizadas en las comunicaciones, en la industria, en la medicina, navegación, etc.

#### V. COMPETENCIAS

**Genéricas:** Tomadas del Proyecto Tuning.

- Capacidad de abstracción, análisis y síntesis.
- Capacidad de aplicar los conocimientos en la práctica.

- Capacidad para organizar y planificar el tiempo.
- Capacidad de comunicación oral y escrita.
- Habilidades en el uso de las tecnologías de la información y de la comunicación.
- Capacidad de investigación.
- Habilidades para buscar, procesar y analizar información procedente de fuentes diversas.
- Capacidad para identificar, plantear y resolver problemas.
- Capacidad de trabajo en equipo.
- Habilidad para trabajar en forma autónoma.

### **Específicas**

1. Identifica las características fundamentales de los procesos de transmisión de señales desde un satélite hasta los hogares, la industria, los centros educativos, etc., para comprender la importancia de las ondas en la vida cotidiana y el papel de la Física como ciencia experimental que está a la base de la mejora de la calidad de vida de las personas, todo esto desde criterios científicos válidos.
2. Comprende el papel de la experimentación en Física para el desarrollo de las aplicaciones de las ondas electromagnéticas en la vida cotidiana teniendo como criterio el hecho de que las ondas, de acuerdo con su tipo, dependen del rango de frecuencias en las que se encuentren.

## VI. CONTENIDO

**Módulo 1.** *El estudio del movimiento ondulatorio en diferentes contextos.*

- El movimiento oscilatorio de un péndulo simple.
- Estudio del análisis de las oscilaciones de un sistema masa-resorte.
- Estudio del fenómeno de superposición de dos movimientos armónicos simples.
- Oscilaciones eléctricas en el contexto de la electricidad: Circuito RLC
- Análisis de las ondas sonoras de un movimiento natural a través del análisis de Fourier.
- Experiencias con la cubeta de ondas.

**Módulo 2.** *Aplicaciones más comunes de las ondas electromagnéticas.*

- Principio de Huygens: Difracción.
- Experimento de Hertz: propagación de ondas electromagnéticas.
- Polarización de la luz (Fresnell): variaciones de intensidad de luz polarizada al pasar a través de dos láminas de plástico.
- Reflexión de la luz en medios dieléctricos: Cambios de fase por la reflexión de la luz en un dieléctrico.
- Estudio de la frecuencia de sonidos.
- Estudio del funcionamiento de las guías de ondas.
- La polarización de las ondas electromagnéticas en la región de las microondas.
- Características del cableado (cobre, coaxial) y fibra óptica para la transmisión de ondas

- Campos electromagnéticos generados por las emisoras de radios: inducción electromagnética en las antenas de recepción producidas por campos electromagnéticos.
- Diseño de una experiencia de una onda como radar.
- Estudio y análisis de las ondas de radio conocidas como las señales moduladas en amplitud de Onda Media y Onda Corta, las moduladas en frecuencia (FM), las señales de televisión, las señales de Internet.
- Experiencia donde se simula un sistema de ondas en telecomunicaciones (ondas mecánicas y ondas electromagnéticas): envió de una onda a un satélite y recepción de la onda en el satélite y regreso de la onda a la Tierra.

## VII. METODOLOGÍA Y RECURSOS

De manera general para todas las asignaturas de esta carrera se recomienda que la metodología y los recursos didácticos a utilizar en el aula al desarrollar los contenidos que las conforman, deben ser programados. En este sentido se sugiere, por ejemplo, organizar discusiones centradas en la interacción e intercambio de ideas entre docentes y estudiantes. Como eje central de esto último se pueden utilizar, por ejemplo, lecturas comentadas, el análisis y propuestas de soluciones de problemas reales, asociados con preguntas pertinentes sobre estos. Si el contenido a desarrollar lo permite se propone, además, introducir problemas históricos, realizar demostraciones, organizar conferencias, charlas, diseñar trabajos en equipo, desarrollar actividades experimentales sobre temas específicos de Física y discutir lo esperado en contraste con los resultados, analizar y resolver situaciones similares

sobre esos mismos temas. El uso de applets, simulaciones, videos, software, páginas web, bases de datos bibliográficos y otros recursos debe ser parte fundamental del trabajo en el aula. Se recomienda, por último, que se tome en cuenta los marcos conceptuales, las metodologías y los recursos tecnológicos actualizados. Esto garantizará la actualización continua de los contenidos, la metodología y los recursos.

En cuanto a esta asignatura es necesario poner sobre la mesa, de manera global, los temas que se desarrollan a lo largo de esta asignatura en cada módulo (*Propiedades de la materia-energía y del espacio-tiempo, Estructuras organizativas del universo desde la Mecánica, El principio de mínima acción y Estructuras organizativas del universo desde la Mecánica. Conservación y cambio*), como temas centrales para su discusión en foros presenciales y/o virtuales (sincrónicos y asincrónicos). Se sugiere, además, que al final de cada tema se abra un espacio para la reflexión, el análisis crítico y las sugerencias para el establecimiento de un puente entre la imagen de física que se maneja, la función de esta ciencia en la sociedad, y la naturaleza de la Física asociada a su fenomenología.

## VIII. CRITERIOS DE EVALUACIÓN

La evaluación debe ser formativa y sumativa.

- *Evaluación formativa.* Se recomienda que en este punto se ponga especial atención a las diferencias entre evaluación de los aprendizajes y evaluación para los aprendizajes. Ello con el objetivo de diseñar y elaborar evaluaciones

que realmente pongan a prueba el conocimiento construido al aplicarlo a situaciones específicas que demuestren el nivel comprensión de los contenidos.

- *Evaluación Sumativa.* En este sentido se sugiere, por ejemplo, a partir de la amplia gama que existe, pruebas parciales escritas u orales, trabajos en grupo de carácter analítico, evaluación de trabajos escritos, pruebas orales de valoración de contenidos, defensa de un proyecto final sobre alguno de los temas estudiados o desarrollados.

En cuanto a la ponderación global de la evaluación se debe tener en cuenta lo establecido en el Estatuto Universitario, a saber:

Pruebas parciales	30 --- 40 %
Presentaciones orales, informes, trabajos en grupos, etc.	20 --- 30 %
Examen Semestral	30 --- 40 %

## IX. BIBLIOGRAFÍA

1. Andrés, M., Pesa, M., Meneses, J., (2006). Desarrollo conceptual acerca de ondas mecánicas en un laboratorio guiado por el modelo MATLaF. *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias*. Vol 5. No.2. pp, 266-287.
2. Aranda Muelas, R. (2013). Los experimentos en el aula como estrategia para ayudar a mejorar las dificultades de aprendizaje en el comportamiento de las ondas luminosas en estudiantes de grado noveno. Universidad Nacional de Colombia. Facultad de Ingeniería y Administración Maestría en Enseñanza de las Ciencias Exactas y Naturales.
3. Bocanegra Cifuentes, J. A. (2012). Laboratorio de ondas mecánicas apoyado con Tecnologías de la Información y la Comunicación de libre acceso. *Facultad de Ciencias*.
4. Cumbreira, R. (2007). El desarrollo de la actividad experimental en física general y el uso de las TIC en las prácticas de laboratorio. *Revista Pedagogía Universitaria*, 12(5). pp 33-42.
5. Riascos, E. (2011). La indagación en la enseñanza de la física: movimiento en el juego de baloncesto. Trabajo de grado para optar al título de Magister en la Enseñanza de las Ciencias Exactas y Naturales, Facultad de Ingeniería y Administración, Universidad Nacional de Colombia, Palmira, Colombia.
6. Rojas, G. (2011). La enseñanza de los fenómenos de óptica geométrica a estudiantes de undécimo grado desde la perspectiva del aprendizaje activo. Trabajo de grado para optar al título de Magister en la Enseñanza de las Ciencias Exactas y Naturales, Facultad de Ciencias, Universidad Nacional de Colombia, Bogotá D.C., Colombia.

# UNIVERSIDAD DE PANAMÁ

Facultad de Ciencias Naturales, Exactas y Tecnología

Escuela de Física

Licenciatura Didáctica de la Física

Programa sintético de asignatura

## ELECTROMAGNETISMO Y RELATIVIDAD ESPECIAL (FIS 103)

### I. DATOS GENERALES

Denominación: Electromagnetismo y relatividad especial.

Código de Horario: \_\_\_\_\_; Código de Asignatura: \_\_\_\_\_

Cuatrimestre: III (primer año).

Créditos:

Horas de Dedicación: Totales: Teóricas: Práctica: Laboratorio:0

Pre-requisitos: Fundamento de Mecánica I (FIS 100 B), Física Experimental II (FIS 101 B), Calculo diferencial II (Mat 102).

### II. JUSTIFICACIÓN

Con el desarrollo de esta asignatura se busca promover que el estudiante analice y reflexione sobre la unificación del saber de la Física. Ello a partir de que comprender que la naturaleza tiene una estructura matemática coherente y que se expresa de múltiples maneras. Por lo que se propone partir del hecho de que la

ecuación de onda contiene tres magnitudes fundamentales para la física *el espacio, el tiempo y la rapidez de propagación de la onda* y que *la Relatividad Especial* une espacio y tiempo a través de una constante universal que se llama “c”. ¿Quién hace la unión? Maxwell, en la época hace una recopilación sobre todo lo que se conocía referente a la electricidad y el magnetismo, y sintetiza el saber recopilado en sus cuatro ecuaciones, con esto llega a establecer (predecir) la existencia de las ondas electromagnéticas y su velocidad. Una de las conclusiones es que la luz (longitud de onda en el rango de lo visible) es una onda electromagnética. Con esto, tiende un puente entre el Electromagnetismo y la Relatividad Especial (de Albert Einstein). Es conocido que las ecuaciones de Maxwell son invariantes ante las ecuaciones de Lorentz, que no se comprendían en la época y que Einstein incorpora a su Relatividad Especial.

### III. OBJETIVOS GENERALES

1. Analizar y reflexionar sobre lo implica para el desarrollo del electromagnetismo y la Relatividad Especial el concepto de unificación del saber de la Física.
2. Analizar, reflexionar y comprender el papel de Maxwell en la construcción de puentes entre tres magnitudes fundamentales para la física *el espacio, el tiempo y la rapidez de propagación de la onda* y que *la Relatividad Especial* une espacio y tiempo a través de una constante universal que se llama “c”.
3. Analizar como el esfuerzo de recopilación de Maxwell sobre el conocimiento de la época referente a la electricidad y el magnetismo se traduce en cuatro

ecuaciones que fundamentan la existencia de las ondas electromagnéticas y su velocidad.

4. Analizar y reflexionar sobre la importancia que tiene que las ecuaciones de Maxwell son invariantes ante las ecuaciones de Lorentz, hecho que Einstein incorpora a su Relatividad Especial.

#### IV. DESCRIPCIÓN

El contenido de esta materia se desarrolla en tres módulos que se describen a continuación.

**Módulo 1.** *Las ecuaciones de Maxwell como unificación de la electricidad y el magnetismo.* Este módulo tiene como objetivo estudiar y analizar la estructura conceptual que fundamenta la unificación de la electricidad y el magnetismo.

**Módulo 2.** *Ondas electromagnéticas.* Este módulo tiene como objetivo estudiar las soluciones de las ecuaciones de Maxwell, el espectro electromagnético y sus diferencias según la longitud de onda y el concepto de sensor y la transmisión de información usando ondas electromagnéticas.

**Módulo 3.** *El segundo postulado de la Relatividad Especial de Einstein y la unificación.* Este módulo tiene como objetivo estudiar y reflexionar sobre los conceptos tiempo, espacio, materia y energía. Como fundamentos del segundo postulado de Einstein hacia la unificación del electromagnetismo.

## V. COMPETENCIAS

**Genéricas:** Tomadas del Proyecto Tuning.

- Capacidad de abstracción, análisis y síntesis.
- Capacidad de aplicar los conocimientos en la práctica.
- Capacidad para organizar y planificar el tiempo.
- Capacidad de comunicación oral y escrita.
- Habilidades en el uso de las tecnologías de la información y de la comunicación.
- Capacidad de investigación.
- Habilidades para buscar, procesar y analizar información procedente de fuentes diversas.
- Capacidad para identificar, plantear y resolver problemas.
- Capacidad de trabajo en equipo.
- Habilidad para trabajar en forma autónoma.

**Específicas**

1. Analiza las ecuaciones de Maxwell para fundamentar su comprensión de la unificación de la electricidad y el magnetismo desde la estructura matemática que la sustentan.
2. Estudia y reflexiona sobre las soluciones de las ecuaciones de Maxwell, el espectro electromagnético y sus diferencias según la longitud de onda hacia

la construcción del concepto de sensor y la transmisión de información usando ondas electromagnéticas.

## VI. CONTENIDO

**Módulo 1.** *Las ecuaciones de Maxwell como unificación de la electricidad y el magnetismo.*

- El concepto Campo.
- Conceptos básicos de la electricidad y el magnetismo sintetizados por Maxwell en sus cuatro ecuaciones.
- Propiedades del espacio que aparecen en el electromagnetismo que son  $\epsilon_0$  y  $\mu_0$  que a la vez expresan la rapidez de las ondas electromagnéticas en las ecuaciones de Maxwell.

**Módulo 2.** *Ondas electromagnéticas.*

- Ondas electromagnéticas como una predicción de Maxwell: análisis de las soluciones de las ecuaciones de Maxwell.
- El espectro electromagnético y sus diferencias según la longitud de onda.
- El concepto de sensor y la transmisión de información usando ondas electromagnéticas.

**Módulo 3.** *El segundo postulado de la Relatividad Especial de Einstein y la unificación.*

- La relatividad del tiempo y del espacio, la materia y la energía.
- La velocidad de la luz y el segundo postulado de Einstein.
- La unificación del electromagnetismo.

- Postulados de Einstein.
- Transformaciones de Lorentz.
- Espacio de Minkowski.
- Espacio-tiempo, energía-impulso
- Consecuencias de la Relatividad Especial y los límites las rapideces pequeñas.

## VII. METODOLOGÍA Y RECURSOS

De manera general para todas las asignaturas de esta carrera se recomienda que la metodología y los recursos didácticos a utilizar en el aula al desarrollar los contenidos que las conforman, deben ser programados. En este sentido se sugiere, por ejemplo, organizar discusiones centradas en la interacción e intercambio de ideas entre docentes y estudiantes. Como eje central de esto último se pueden utilizar, por ejemplo, lecturas comentadas, el análisis y propuestas de soluciones de problemas reales, asociados con preguntas pertinentes sobre estos. Si el contenido a desarrollar lo permite se propone, además, introducir problemas históricos, realizar demostraciones, organizar conferencias, charlas, diseñar trabajos en equipo, desarrollar actividades experimentales sobre temas específicos de Física y discutir lo esperado en contraste con los resultados, analizar y resolver situaciones similares sobre esos mismos temas. El uso de applets, simulaciones, videos, software, páginas web, bases de datos bibliográficos y otros recursos debe ser parte fundamental del trabajo en el aula. Se recomienda, por último, que se tome en cuenta los marcos conceptuales, las metodologías y los recursos tecnológicos actualizados. Esto

garantizará la actualización continua de los contenidos, la metodología y los recursos.

En cuanto a metodología y los recursos a utilizar en el desarrollo de esta asignatura es necesario promover la reflexión y el análisis, por ejemplo, sobre el concepto campo y su importancia en Física y La diferencia entre una carga en reposo y una carga en movimiento y las consecuencias en la interacción electromagnética, y otros más. Es fundamental que se comprenda la diferencia entre campo escalar y campo vectorial, por lo que la interacción y discusión entre pares apoya la construcción de conocimiento en este sentido. En consecuencia, se sugiere promover la participación de los estudiantes en foros de discusión presenciales y/o virtuales (sincrónicos y asincrónicos) sobre los temas medulares que estructuran esta asignatura.

## VIII. CRITERIOS DE EVALUACIÓN

La evaluación debe ser formativa y sumativa.

- *Evaluación formativa.* Se recomienda que en este punto se ponga especial atención a las diferencias entre evaluación de los aprendizajes y evaluación para los aprendizajes. Ello con el objetivo de diseñar y elaborar evaluaciones que realmente pongan a prueba el conocimiento construido al aplicarlo a situaciones específicas que demuestren el nivel comprensión de los contenidos.

- *Evaluación Sumativa*. En este sentido se sugiere, por ejemplo, a partir de la amplia gama que existe, pruebas parciales escritas u orales, trabajos en grupo de carácter analítico, evaluación de trabajos escritos, pruebas orales de valoración de contenidos, defensa de un proyecto final sobre alguno de los temas estudiados o desarrollados.

En cuanto a la ponderación global de la evaluación se debe tener en cuenta lo establecido en el Estatuto Universitario, a saber:

Pruebas parciales	30 --- 40 %
Presentaciones orales, informes, trabajos en grupos, etc.	20 --- 30 %
Examen Semestral	30 --- 40 %

## IX. BIBLIOGRAFÍA

1. Beléndez, A. (2008). La unificación de luz, electricidad y magnetismo: la "síntesis electromagnética" de Maxwell. *Revista Brasileira de Ensino de Física*, 30, 2601-1.
2. Bernal, A. N., & Sánchez, M. (2015). Un paseo por las geometrías del espaciotiempo en el centenario de la Relatividad General. *Gaceta RSME*, 18, 521-542.
3. Cassini, A., & Levinas, L. (2005). La reinterpretación radical del experimento de Michelson-Morley por la relatividad especial. *Scientiae Studia*, 3, 547-581.

4. Janssen, B. (2013). Teoría de la Relatividad General. *Granada: Universidad de Granada*.
5. Janssen, B. (2017). Breve repaso de la Relatividad Especial. *Recuperado de <http://www.ugr.es/~bjanssen/text/repaso.pdf> LA FACTORIA HISTORICA MICHAEL FARADAY. 05*.
6. Munevar Espejo, C. A. (2019). Las ecuaciones de Maxwell: una estrategia tecnológica para abordar fenómenos que relacionan la Relatividad Especial con el Electromagnetismo.
7. Ramos-Sánchez, S. (2018). *Relatividad para futuros físicos* (Vol. 1). CopIt ArXives.
8. Smith, J. H. (2003). *Introducción a la relatividad especial*. Reverté.
9. Soto, A. S. (2021). *Electromagnetismo*. Universidad de Antioquia.

# UNIVERSIDAD DE PANAMÁ

Facultad de Ciencias Naturales, Exactas y Tecnología

Escuela de Física

Licenciatura Didáctica de la Física

Programa sintético de asignatura

## TERMODINÁMICA E INTRODUCCIÓN A LA FÍSICA ESTADÍSTICA (FIS 200)

### I. DATOS GENERALES

Denominación: Termodinámica e introducción a la Física Estadística.

Código de Horario: \_\_\_\_\_; Código de Asignatura: \_\_\_\_\_

Cuatrimestre: IV (segundo año).

Créditos:

Horas de Dedicación: Totales: Teóricas: Práctica: Laboratorio:0

Pre-requisitos: Fundamento de Mecánica II (FIS 100 C), Campos y Ondas (FIS 102 C), Ecuaciones diferenciales (Mat 103).

### II. JUSTIFICACIÓN

La termodinámica como rama de la Física está constituida por los modelos físicos que sustentan el comportamiento de los sistemas que proporcionan energía para distintas actividades diarias del Ser Humano. Es fundamental diferenciar

entre las propiedades de los sistemas y sus interacciones energéticas. La Física Estadística es la parte de la Física que trata de relacionar el comportamiento de cada componente de un sistema formado por gran cantidad de partículas y el comportamiento colectivo de dicho conjunto. Por ello, es fundamental comenzar con el estudio de principios básicos de la termodinámica para sentar las bases de la Física Estadística. Esta última permite predecir el comportamiento termodinámico de sistemas macroscópicos a partir de consideraciones microscópicas de las partículas que lo forman, utilizando para ello herramientas estadísticas. Esta rama de la Física puede describir numerosos campos con una naturaleza estocástica (reacciones nucleares, sistemas biológicos, químicos, neurológicos, etc.). La Física Estadística clásica es determinista pues pretende que puede obtenerse toda la información necesaria sobre el comportamiento del sistema macroscópico construyendo e integrando las ecuaciones del movimiento para todos los grados de libertad del sistema. Sin embargo, debido al orden de magnitud del número de partículas en los sistemas macroscópicos tal enfoque es impracticable, ya que requeriría la resolución de un número increíblemente grande de ecuaciones diferenciales; además, introducir las condiciones iniciales de tal sistema sería imposible. Por ello se procede a elaborar un mecanismo de tipo estadístico para hacer un colapso de los grados de libertad mediante la clasificación de los conjuntos como microcanónicos, canónicos y grandes canónicos. Sin embargo, existe una Física Estadística Cuántica que permite introducir las leyes cuánticas al introducir principios cuánticos básicos como por ejemplo la indiscernibilidad de las partículas o el principio de exclusión de Pauli. La utilidad de la física estadística consiste en ligar el comportamiento microscópico de los sistemas con su comportamiento

macroscópico, de modo que conociendo el comportamiento de uno se pueden averiguar detalles del comportamiento del otro.

### III. OBJETIVOS GENERALES:

1. Estudiar los macrosistemas y sus interacciones en forma de calor y trabajo.
2. Promover la comprensión sobre los aspectos medulares que forman un puente entre la termodinámica y la Estadística.
3. Interrelacionar, desde una perspectiva fenomenológica y desde las leyes del movimiento el comportamiento microscópico con el comportamiento macroscópico.
4. Utilizar adecuadamente las estadísticas para prever los comportamientos macroscópicos de los cuerpos.
5. Reconocer el aporte de la teoría del caos a la mejor comprensión de la Física Estadística.

### IV. DESCRIPCIÓN

**Módulo 1.** *Conceptos termodinámicos fundamentales y leyes de la Termodinámica.* Introducir los conceptos termodinámicos fundamentales y el objeto de estudio de la Termodinámica, analizar el comportamiento de los sistemas termodinámicos a través de las variables de estado. A continuación, se promueve el estudio de las características de las sustancias a partir de las variables

termodinámicas básicas (presión, temperatura, volumen, etc.). Con lo anterior se prepara el camino para las leyes de la termodinámica.

**Módulo 2.** *Descripción termodinámica de los gases ideales y reales, incluyendo la aproximación de Vander Waals.* Introducir las herramientas necesarias para entender la relación entre lo microscópico (Física Estadística) y lo macroscópico (Termodinámica) en el caso del gas ideal y las modificaciones introducidas por la interacción a través de modelos fenomenológicos. Por último, se trata el Teorema de Liouville.

**Módulo 3.** *La distribución de Maxwell Boltzmann y el Movimiento Browniano.* Este módulo se centra en analizar los conceptos relevantes que dan forma a la distribución clásica de Maxwell Boltzmann hasta la distribución del movimiento Browniano como expresión del caos determinista.

**Módulo 4.** *Fenómenos de transporte y Fenómenos colectivos.* La actividad de este módulo se centra el estudio de modelos de los fenómenos de transporte, así como promover la comprensión sobre que las propiedades macroscópicas no siempre son la suma simple de las propiedades microscópicas.

## V. COMPETENCIAS

**Genéricas:** Tomadas del Proyecto Tuning.

- Capacidad de abstracción, análisis y síntesis.
- Capacidad de aplicar los conocimientos en la práctica.
- Capacidad para organizar y planificar el tiempo.
- Capacidad de comunicación oral y escrita.

- Habilidades en el uso de las tecnologías de la información y de la comunicación.
- Capacidad de investigación.
- Habilidades para buscar, procesar y analizar información procedente de fuentes diversas.
- Capacidad para identificar, plantear y resolver problemas.
- Capacidad de trabajo en equipo.
- Habilidad para trabajar en forma autónoma.

### **Específicas**

1. Identifica los conceptos fundamentales que están a la base del comportamiento de los sistemas termodinámicos, para construir bases sólidas que permitan trabajar con las variables termodinámicas a través del manejo adecuado de las variables de estado.
2. Describe, desde la termodinámica de los gases ideales y reales, incluyendo la aproximación de Vander Waals para entender la relación entre la Física Estadística y la Termodinámica, en el caso del gas ideal y las modificaciones introducidas por la interacción a través de modelos fenomenológicos y el estudio del Teorema de Liouville.
3. Estudia y describe los conceptos relevantes que dan forma a la distribución clásica de Maxwell Boltzmann hasta la distribución del movimiento Browniano como expresión del caos determinista.

4. Explica y comprende que las propiedades macroscópicas no siempre son la suma simple de las propiedades microscópicas para el estudio de los fenómenos de transporte y fenómenos colectivos.

## VI. CONTENIDO

**Módulo 1.** *Conceptos termodinámicos fundamentales y leyes de la Termodinámica.*

- Magnitudes Termodinámicas.
- Ley Cero.
- Primera Ley de la Termodinámica.
- Segunda Ley de la Termodinámica-
- Coordenadas termodinámicas, estado y proceso.
- Presión, volumen, temperatura y energía interna.
- Calor y Trabajo.

**Módulo 2.** *Descripción termodinámica de los gases ideales y reales, incluyendo la aproximación de Vander Waals.*

- Introducir un desarrollo en serie polinomial del cociente  $PV/RT$  en función de  $T$  y de  $V$ .
- Ecuación de Van der Waals
- Potencial de Lenard-Jones, interacción dipolo-dipolo.
- Potencial de London.
- Teorema del virial.
- Escalas físicas de tiempo, distancias de energía.

- Estabilidad de las trayectorias.
- Escalas cuánticas.
- Concepto de función de distribución.
- Magnitudes físicas promedios.
- Ecuación de Liouville de una partícula.
- Teorema de Liouville y su demostración.
- Promedios locales
- Factor de Boltzmann
- Concepto de entropía clásica.

**Módulo 3.** *La distribución de Maxwell Boltzmann y el Movimiento Browniano.*

- La distribución de Maxwell Boltzmann.
- Propiedades de la distribución Maxwell Boltzmann
- La entropía de los gases ideales y el segundo principio de la termodinámica.
- Entropía, probabilidad e información.
- Estudio de la distribución de Maxwell Boltzmann en presencia de un campo externo
- Hidrodinámica de un gas ideal.
- Movimiento browniano.
- Camino al azar.
- Ecuación de difusión.
- Ecuación de Langevin cerca del equilibrio.
- Soluciones para la posición y la velocidad.
- Experiencia de Kappler.

- Carácter gaussiano de la fuerza aleatoria.
- Ecuación de FOKKER-PLANCK.
- Irreversibilidad del movimiento browniano.

**Módulo 4.** *Fenómenos de transporte y Fenómenos colectivos.*

- Aproximación del tiempo de relajamiento.
- Ecuación cinética y solución aproximada.
- Fenómenos de transporte: conductividad eléctrica, conductividad térmica y conductividad de un gas monoatómico.
- Régimen colectivo y régimen de colisión.
- Ecuación de Vlasov y su linearización.
- La conductividad y el tensor dieléctrico.
- Ondas en plasmas.
- Amortiguamiento de Landau.

## VII. METODOLOGÍA Y RECURSOS

De manera general para todas las asignaturas de esta carrera se recomienda que la metodología y los recursos didácticos a utilizar en el aula al desarrollar los contenidos que las conforman, deben ser programados. En este sentido se sugiere, por ejemplo, organizar discusiones centradas en la interacción e intercambio de ideas entre docentes y estudiantes. Como eje central de esto último se pueden utilizar, por ejemplo, lecturas comentadas, el análisis y propuestas de soluciones de problemas reales, asociados con preguntas pertinentes sobre estos. Si el contenido a desarrollar lo permite se propone, además, introducir problemas históricos,

realizar demostraciones, organizar conferencias, charlas, diseñar trabajos en equipo, desarrollar actividades experimentales sobre temas específicos de Física y discutir lo esperado en contraste con los resultados, analizar y resolver situaciones similares sobre esos mismos temas. El uso de applets, simulaciones, videos, software, páginas web, bases de datos bibliográficos y otros recursos debe ser parte fundamental del trabajo en el aula. Se recomienda, por último, que se tome en cuenta los marcos conceptuales, las metodologías y los recursos tecnológicos actualizados. Esto garantizará la actualización continua de los contenidos, la metodología y los recursos.

Es importante la discusión de lecturas que abarquen el contenido total de cada módulo. Por ejemplo, discusiones guiadas alrededor de los temas: Conceptos termodinámicos fundamentales y leyes de la Termodinámica; Descripción termodinámica de los gases ideales y reales, incluyendo la aproximación de Vander Waals; La distribución de Maxwell Boltzmann y el Movimiento Browniano; Fenómenos de transporte y Fenómenos colectivos. Se debe tener presente la apertura de espacios de reflexión y análisis sobre las discusiones.

## VIII. CRITERIOS DE EVALUACIÓN

La evaluación debe ser formativa y sumativa.

- *Evaluación formativa.* Se recomienda que en este punto se ponga especial atención a las diferencias entre evaluación de los aprendizajes y evaluación para los aprendizajes. Ello con el objetivo de diseñar y elaborar evaluaciones que realmente pongan a prueba el conocimiento construido al aplicarlo a

situaciones específicas que demuestren el nivel comprensión de los contenidos.

- *Evaluación Sumativa*. En este sentido se sugiere, por ejemplo, a partir de la amplia gama que existe, pruebas parciales escritas u orales, trabajos en grupo de carácter analítico, evaluación de trabajos escritos, pruebas orales de valoración de contenidos, defensa de un proyecto final sobre alguno de los temas estudiados o desarrollados.

En cuanto a la ponderación global de la evaluación se debe tener en cuenta lo establecido en el Estatuto Universitario, a saber:

Pruebas parciales	30 --- 40 %
Presentaciones orales, informes, trabajos en grupos, etc.	20 --- 30 %
Examen Semestral	30 --- 40 %

## IX. BIBLIOGRAFÍA

1. Basin, C., & Herminia, M. E. (2012). Primera y Segunda Leyes de la Termodinámica Clásica, y Potenciales Termodinámicos.
2. Cengel, Y. A., & Ghajar, A. J. (2007). *Transferencia de calor y masa* (Vol. 53). McGraw-Hill Interamericana.
3. Cerón-Reyes, M. G., González-Reyes, J., & Monroy-Ballesteros, E. (2020). Temperatura y ley cero de la termodinámica. *TEPEXI Boletín Científico de La Escuela Superior Tepeji Del Río*, 7(14), 70-73.

4. Fischer, J., Fellmuth, B., & Gaiser, C. ¿Cuánta energía hay en la temperatura? Determinación de la constante de Boltzmann. *mitteilungen E*, 89.
5. Herrero, J. M. S. (2006). *Curso de física estadística* (Vol. 28). Edicions Universitat Barcelona.
6. Médez Álvarez, R. A., & MENDEZ ALVAREZ, R. A. (2015). *Ecuaciones cubicas de estado* (Bachelor's thesis, Benemérita Universidad Autónoma de Puebla).
7. Landau, L. D., Lifshitz, E. M., Berestetskii, V. B., & Pitaevskii, L. P. (2021). *Física teórica. Física estadística*. Reverté.
8. Reif, F., de la Rubia Pacheco, J., & Belarra, J. B. (1967). *Fundamentos de física estadística y térmica* (p. 675). Ediciones del Castillo.
9. Rus Prados, I. (2017). El movimiento browniano: Teoría cinética de la dinámica de una partícula masiva en un baño térmico.
10. Tamir, A., & Ruiz Beviá, F. (2011). Ley cero de la termodinámica.

# UNIVERSIDAD DE PANAMÁ

Facultad de Ciencias Naturales, Exactas y Tecnología

Escuela de Física

Licenciatura Didáctica de la Física

Programa sintético de asignatura

## FÍSICA EXPERIMENTAL V (FIS 201 A)

(Termodinámica y Transiciones de Fase).

### I. DATOS GENERALES

Denominación: Física Experimental V (Termodinámica y transiciones de fase)

Código de Horario: \_\_\_\_\_; Código de Asignatura: \_\_\_\_\_

Cuatrimestre: IV (segundo año)

Créditos:

Horas de Dedicación: Totales: Teóricas: Práctica: Laboratorio: 0

Pre-requisitos: Fundamento de Mecánica II (FIS 100 C), Física Experimental IV (FIS 101 D), Campos y ondas (FIS 102 C), Ecuaciones diferenciales (Mat 103).

### II. JUSTIFICACIÓN

La Termodinámica y Transiciones de fase en su parte experimental es muy importante para el estudiante de física. Es una exploración de las relaciones entre

el mundo macroscópico y el microscópico. Se trata de identificar y medir las variables macroscópicas que traducen el comportamiento mecánico clásico (en su parte cinética) de los componentes microscópicos de un sistema. Se trata de la energía cinética (T), del impulso (P), de la vecindad cinética compartida más cercana (distancia de correlación o volumen efectivo  $V$ ). Ante un número muy grande de partículas, hay información pertinente que se debe retener e información que se puede perder, pero con control de variables. ¿Cómo medir la pérdida de información? El concepto de entropía y su medición.

### III. OBJETIVOS GENERALES

1. Discutir los antecedentes que generan el contexto histórico para que se den experiencias claves como, por ejemplo, la de medición de temperatura.
2. Analizar las características de los ambientes que nos rodean y su influencia sobre nosotros: atmósfera, sistemas acuáticos y objetos sólidos y las fases en las que están de donde la importancia de las propiedades termodinámicas, etc.
3. Estudiar fenómenos termodinámicos simples y su predictibilidad. Leyes de la Termodinámica.

#### IV. DESCRIPCIÓN

Esta asignatura tiene tres módulos.

**Módulo 1.** *Conceptos básicos de Calorimetría.* El primero es una introducción sintética de los conceptos básicos de Termodinámica como calor, temperatura, presión, volumen, etc.

**Módulo 2.** *Cambio de fases.* El segundo módulo introduce el cambio de fase y las condiciones en las que se da este fenómeno.

**Módulo 3.** *Noción de temperatura, calor, y leyes de la termodinámica.* El tercer módulo es una presentación formal de la Termodinámica en su fase experimental.

#### V. COMPETENCIAS

**Genéricas:** Tomadas del Proyecto Tuning.

- Capacidad de abstracción, análisis y síntesis.
- Capacidad de aplicar los conocimientos en la práctica.
- Capacidad para organizar y planificar el tiempo.
- Capacidad de comunicación oral y escrita.
- Habilidades en el uso de las tecnologías de la información y de la comunicación.
- Capacidad de investigación.
- Habilidades para buscar, procesar y analizar información procedente de fuentes diversas.
- Capacidad para identificar, plantear y resolver problemas.

- Capacidad de trabajo en equipo.
- Habilidad para trabajar en forma autónoma.

### Específicas

1. Explica y maneja el contexto histórico en el que se generan los modelos explicativos de ciertos comportamientos macroscópicos de los objetos, como las fases gas, líquido y sólido, a partir del comportamiento microscópico.
2. Explica y argumenta como se explican los cambios de fase en los cuerpos macroscópicos, por ejemplo, el agua al hervir pasa de líquido a gas.
3. Comprende y explica la simplicidad y la complejidad, al mismo tiempo, de la transmisión de energía a nivel macroscópico.
4. Explica con simplicidad, la relación que hay entre variables macroscópicas y microscópicas.

## VI. CONTENIDO

Utilización del modelo matemático que estudia el caos determinista alrededor de las transiciones de fase o bifurcaciones a través de la actividad experimental. Esto se hace suponiendo que el comportamiento de grandes números puede ser descrito por las funciones de la estadística y que la transición de fase está asociada a los parámetros de esas funciones. Por lo que se desarrollará en el curso los siguientes temas:

**Módulo 1.** *Conceptos básicos de Calorimetría.*

- Se parte de la hipótesis que la energía de base que interviene en los procesos termodinámicos es el promedio de la energía cinética asociada a cada partícula del sistema, llamada temperatura. Para un sistema ideal, determinista, se supone que esta energía total promedio está en relación simple con el volumen total y la presión del sistema sobre las paredes de confinamiento. Se trata de medir, con un calorímetro, para un gas ideal, la relación entre calor suministrado al sistema y su temperatura primero a presión constante y después a volumen constante.
- Calor específico. Estudiar experimentalmente la relación entre calor suministrado (temperatura) y la presión a volumen constante y con el volumen, pero a presión constante.
- Medir la dilatación térmica de algunos cuerpos con el aumento de temperatura. Derivar la posibilidad de la construcción de un termómetro clásico.
- Estudiar experimentalmente la ley de los gases ideales y sus límites al acercarse al gas real, por ejemplo, la relación: presión vs volumen (temperatura constante); volumen vs temperatura (presión constante); temperatura vs volumen (presión constante). Estudiar la reversibilidad haciendo ciclos y establecer las leyes de invariancia de escala.

## **Módulo 2. Cambio de fases.**

Experiencias de cambio de fase, por ejemplo, el agua hirviendo, la formación de hielo, el monitoreo del cambio de propiedades de la parafina con respecto al tiempo, al aumentar el calor.

- Estudio de la entropía como pérdida de información a través del estudio de un sistema que experimenta cambios termodinámicos irreversibles.
- Encontrar un sistema termodinámico tal que una variable tenga con comportamiento gaussiano.

**Módulo 3.** *Noción de temperatura, calor, y leyes de la termodinámica.* Este módulo está dividido en unidades.

- UNIDAD I: introducción a la noción de temperatura.
  - Descripción macroscópica y microscópica de la temperatura.
  - Experiencia de equilibrio térmico y la Ley Cero de la Termodinámica - relación entre calor y temperatura. Propiedad de transitividad de la temperatura
  - Medición de la temperatura: construcción de un termómetro.
  - Construir un Termómetro de gas a volumen constante.
  - Hacer un video con experiencias sobre la Dilatación térmica de sólidos, líquidos y gases.
  - Construcción de escalas termométricas: calibración de un termómetro de columna.
- UNIDAD II: el calor y la primera ley de la termodinámica.
  - Medir la cantidad de calor y definir el calor específico.
  - Montar una experiencia de Cambio de fase donde aparezca el calor latente.
  - Ilustrar experimentalmente los casos de transferencias de calor por: conducción, convección y radiación.
  - Ejemplo experimental de Enfriamiento de Newton.

- Establecer experimentalmente el equivalente mecánico del calor.
- Diferenciar experimentalmente entre calor y trabajo.
- Ilustrar experimentalmente la Primera Ley de la Termodinámica.
- Buscar aplicaciones de la Primera Ley de la Termodinámica
- UNIDAD III: entropía y segunda ley de la termodinámica.
  - Mostrar experimentalmente procesos reversibles e irreversibles. Discutir el concepto de información y de reversibilidad.
  - Hacer experimentalmente un Ciclo de Carnot.
  - Analizar, en una experiencia, la Segunda Ley de la Termodinámica.
  - Mostrar la diferencia de eficiencia de las máquinas.
  - Motores de Stirling, Bencinero y Petrolero.

## VII. METODOLOGÍA Y RECURSOS

De manera general para todas las asignaturas de esta carrera se recomienda que la metodología y los recursos didácticos a utilizar en el aula al desarrollar los contenidos que las conforman, deben ser programados. En este sentido se sugiere, por ejemplo, organizar discusiones centradas en la interacción e intercambio de ideas entre docentes y estudiantes. Como eje central de esto último se pueden utilizar, por ejemplo, lecturas comentadas, el análisis y propuestas de soluciones de problemas reales, asociados con preguntas pertinentes sobre estos. Si el contenido a desarrollar lo permite se propone, además, introducir problemas históricos, realizar demostraciones, organizar conferencias, charlas, diseñar trabajos en equipo, desarrollar actividades experimentales sobre temas específicos de Física y discutir

lo esperado en contraste con los resultados, analizar y resolver situaciones similares sobre esos mismos temas. El uso de applets, simulaciones, videos, software, páginas web, bases de datos bibliográficos y otros recursos debe ser parte fundamental del trabajo en el aula. Se recomienda, por último, que se tome en cuenta los marcos conceptuales, las metodologías y los recursos tecnológicos actualizados. Esto garantizará la actualización continua de los contenidos, la metodología y los recursos.

Las discusiones y las experiencias de Termodinámica son importantes para que el estudiante relacione el comportamiento microscópico de la materia en movimiento y de la energía con el macroscópico. Esa relación pasa por comprender que, si es medible la pérdida de información, luego controlable, podemos mejorar la eficiencia en el uso de la energía. De allí el papel de la máquina de vapor para el desarrollo de la sociedad industrial.

## VIII. CRITERIOS DE EVALUACIÓN

La evaluación debe ser formativa y sumativa.

- *Evaluación formativa.* Se recomienda que en este punto se ponga especial atención a las diferencias entre evaluación de los aprendizajes y evaluación para los aprendizajes. Ello con el objetivo de diseñar y elaborar evaluaciones que realmente pongan a prueba el conocimiento construido al aplicarlo a situaciones específicas que demuestren el nivel comprensión de los contenidos.

- *Evaluación Sumativa*. En este sentido se sugiere, por ejemplo, a partir de la amplia gama que existe, pruebas parciales escritas u orales, trabajos en grupo de carácter analítico, evaluación de trabajos escritos, pruebas orales de valoración de contenidos, defensa de un proyecto final sobre alguno de los temas estudiados o desarrollados.

En cuanto a la ponderación global de la evaluación se debe tener en cuenta lo establecido en el Estatuto Universitario, a saber:

Pruebas parciales	30 --- 40 %
Presentaciones orales, informes, trabajos en grupos, etc.	20 --- 30 %
Examen Semestral	30 --- 40 %

## IX. BIBLIOGRAFÍA

1. Blázquez, J. P. F. (2006). *Síntesis, transiciones de fase y fenómenos de orientación en cristales líquidos polímeros* (Doctoral dissertation, Universidad Complutense de Madrid).
2. Cavalli-Sforza, M., & Barreiro, F. (2011). La calorimetría de ATLAS. *Revista Española de Física*, 22(2).
3. Cyrulies, E., & Schamne, M. (2020). La relación superficie-volumen en los homeotermos: experiencia didáctica en el laboratorio de física. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 17(3), 320401-320411.

4. Domingo, A. M. (2015). Apuntes de los temas de termodinámica. *España: Creative commons. Obtenido de [http://oa.upm.es/38735/1/amd-apuntes-termodinamica-v3\\_0.pdf](http://oa.upm.es/38735/1/amd-apuntes-termodinamica-v3_0.pdf)*.
5. Gratton, J. (2003). Termodinámica e introducción a la mecánica estadística. *Departamento de Física, Buenos Aires*.
6. Gil, S., & Rodriguez, E. (2001). *Física re-creativa* (pp. 268-274). Buenos Aires: Prentice Hall.
7. Juárez Zerón, T. A. (2022). Curso termodinámica.
8. Manrique, E. A. F. Ecuacion de estado de Van Der Waals: transiciones de fase e inestabilidad termodinámica.
9. Mendoza Zélis, L. A. (2018). Termodinámica. *Series: Libros de Cátedra*.
10. Pérez Reche, F. J. (2005). *Experimentos y modelos en sistemas que presentan transiciones de fase de primer orden con dinámica de avalanchas*. Universitat de Barcelona.
11. Rodríguez, J. A. (2009). Introducción a la termodinámica: Con algunas aplicaciones de ingeniería.
12. Valencia Villca, m. e. (2022). Termodinámica I (doctoral dissertation).

# UNIVERSIDAD DE PANAMÁ

Facultad de Ciencias Naturales, Exactas y Tecnología

Escuela de Física

Licenciatura Didáctica de la Física

Programa sintético de asignatura

## INTRODUCCIÓN A LA GRAVITACIÓN (FIS 202)

### I. DATOS GENERALES

Denominación: Introducción a la gravitación

Código de Horario: \_\_\_\_\_; Código de Asignatura: \_\_\_\_\_

Cuatrimestre: IV (segundo año)

Créditos:

Horas de Dedicación: Totales: Teóricas: Práctica: Laboratorio: 0

Pre-requisitos: Fundamento de Mecánica II (FIS 100 C), Física Experimental IV (FIS 100 D), Campos y ondas (FIS 102 C), Electromagnetismo y Relatividad Especial (FIS 103), Ecuaciones diferenciales (Mat 103).

### II. JUSTIFICACIÓN

El desarrollo de esta asignatura tiene como objetivo hacer hincapié en tres aspectos: 1) la importancia que tiene para un estudiante de física conocer cómo un modelo físico (incluso establecido por un gran científico como Newton) requirió de

la “experimentación” para que fuese aceptado definitivamente por la comunidad científica. O sea que la experimentación es el criterio de Verdad en Física. 2) El análisis y reflexión sobre los requerimientos de una experiencia científica (de Cavendish) en una época en la que la tecnología no tenía el desarrollo suficiente para proporcionar la instrumentación adecuada, pero que el ingenio del experimentador pudo suplir. 3) Cómo leyes fenomenológicas como las leyes de Kepler, sustentadas con buenas observaciones experimentales, se ajustan a un excelente modelo teórico, la Ley de la Gravitación Universal.

### III. OBJETIVOS GENERALES

1. Hacer una búsqueda bibliográfica sobre la experiencia del péndulo de Cavendish, específicamente, sobre elementos claves que permitieron la comprensión del contexto, la toma de datos, el modelo físico que manejaba Cavendish, la metodología, el diseño experimental, etc.
2. Analizar y reflexionar sobre el contexto histórico en el que Cavendish realizó su famosa y genial experiencia a pesar de no contar con el instrumento adecuado y cómo la comprensión del fenómeno y del modelo le permitió construir un instrumento que implicó experimentalmente realizar una experiencia que respeta el rigor científico.
3. Estudiar y analizar las Leyes de Kepler y la Ley de la Gravitación Universal de Newton.
4. Buscar y analizar datos que se encuentran disponible en la Internet y que permiten comprobar mediante la Ley Universal de Newton las

características del movimiento de alguno de los planetas de la Vía Láctea (nuestra galaxia).

5. Elaborar conclusiones que expliquen el movimiento planetario desde la comprensión que se adquirió al respecto.

#### IV. DESCRIPCIÓN

Esta asignatura distribuye el contenido a desarrollar en tres módulos.

**Módulo 1. *El péndulo de Cavendish.*** Se pretende con el desarrollo de este módulo que los estudiantes comprendan: 1) el contexto histórico en el que Cavendish realizó su famosa y genial experiencia a pesar de no contar con el instrumento adecuado y cómo la comprensión del fenómeno y del modelo le permitió construir un instrumento que implicó experimentalmente realizar una experiencia que respeta el rigor científico. Específicamente, modelo-montaje experimental-experiencia. Newton señala en su *Principia mathematica* que los planetas son atraídos hacia el centro del Sol con una fuerza central que es el inverso del cuadrado de la distancia. Este es el modelo que Cavendish debía comprobar con la experimentación. Pero, en su momento, esto no era fácil de demostrar/comprobar por el hecho real que la fuerza gravitatoria es muy pequeña y medirla, por lo tanto, no era y no es una tarea fácil. En la actualidad todavía no es tan fácil. Por ello, la experiencia del péndulo de Cavendish fue tan importante, pues, sus resultados apoyaron el modelo de la ley de la Gravitación Universal de Newton al medir el valor de la constante  $G$  con una precisión no tan alejada del

valor actual. Esto último, a pesar de los inconvenientes que se tienen al no contar con instrumentos con una precisión aceptable.

**Módulo 2.** *Las leyes de Kepler y la concepción de un sistema planetario.* Este módulo tiene como objetivo que los estudiantes comprendan el alcance que tiene la mecánica desde su perspectiva dinámica. Específicamente, al comprender que las leyes de Kepler son fenomenológicas en el sentido de que ilustran la cinemática del movimiento de los planetas, pero, a la vez contienen implícita la dinámica del movimiento de los planetas debido a la existencia de una fuerza llamada gravitatoria entre los planetas cuyo modelo fue propuesto por Newton. La belleza de la conjunción de la cinemática obtenida con la fenomenología, producto de observaciones controladas del movimiento de los planetas y la dinámica al proponer el modelo de la fuerza gravitatoria sustentan la construcción, más allá del sistema planetario, del movimiento de todos los astros. Lo anterior debe llevar a los estudiantes, a reflexionar sobre la estructura matemática que sustentan las leyes de Kepler (sus tres leyes) y su aplicabilidad al movimiento de los astros (y su relación con la geometría de las cónicas), lo que apoya la coherencia del movimiento de los sistemas astronómicos.

**Módulo 3.** *La ley de la Gravitación Universal.* Con el desarrollo de este módulo se busca que los estudiantes comprendan la interacción gravitatoria que expresa la simplicidad y la complejidad al mismo tiempo. Depende linealmente de un parámetro de cada cuerpo (masa) y linealmente de su separación, pero de manera inversa por la razón lógica de evitar la divergencia de la energía. Específicamente, el hecho que la energía potencial gravitatoria esté en relación directa con las masas y en relación inversa con la distancia, habla de sencillez y a

la vez de la universalidad increíble de la ley de la gravitación universal. Por lo que se propone hacer hincapié en la aplicabilidad de esta ley, específicamente, en 1) como le permitió al Ser Humano colocar satélites alrededor de la Tierra; 2) como en la actualidad la NASA y la Internet facilita datos que le pueden permitir al estudiante comprender el papel del cálculo en la determinación de las órbitas planetarias, sus características, etc.

## V. COMPETENCIAS

**Genéricas:** Tomadas del Proyecto Tuning.

- Capacidad de abstracción, análisis y síntesis.
- Capacidad de aplicar los conocimientos en la práctica.
- Capacidad para organizar y planificar el tiempo.
- Capacidad de comunicación oral y escrita.
- Habilidades en el uso de las tecnologías de la información y de la comunicación.
- Capacidad de investigación.
- Habilidades para buscar, procesar y analizar información procedente de fuentes diversas.
- Capacidad para identificar, plantear y resolver problemas.
- Capacidad de trabajo en equipo.
- Habilidad para trabajar en forma autónoma.

## Específicas

1. Explica y maneja el contexto histórico en el que Cavendish realizó su famosa y genial experiencia a pesar de no contar con el instrumento adecuado y cómo la comprensión del fenómeno y del modelo le permitió construir un instrumento que implicó experimentalmente realizar una experiencia que respeta el rigor científico.
2. Explica y argumenta el alcance que tiene la mecánica a través de las leyes de Kepler y la concepción de un sistema planetario desde su perspectiva dinámica.
3. Comprende y explica la simplicidad y la complejidad, al mismo tiempo, de la interacción gravitatoria para una mejor fundamentación de la ley de la Gravitación Universal desde el modelo Físico que la sustenta.

## VI. CONTENIDO

### Módulo 1. *El péndulo de Cavendish.*

- La construcción del péndulo de Cavendish como una obra de arte industrial hecha artesanalmente.
- Las mediciones de Cavendish y el valor  $G$ .
- La medición del radio de la Tierra.

### Módulo 2. *Las leyes de Kepler y la construcción de un sistema planetario.*

- Las cónicas.
- El movimiento elíptico: las elipses.

- Las leyes de Kepler y el movimiento circular y su extensión elíptica.
- Las cónicas hacia el movimiento en el sistema planetario.

**Módulo 3.** *La ley de Gravitación Universal.*

- Variación de la intensidad de la gravedad.
- El movimiento de los satélites.
- Movimiento de las mareas.
- Deducción de las trayectorias posibles en un campo  $1/r^2$ .

## VII. METODOLOGÍA Y RECURSOS

De manera general para todas las asignaturas de esta carrera se recomienda que la metodología y los recursos didácticos a utilizar en el aula al desarrollar los contenidos que las conforman, deben ser programados. En este sentido se sugiere, por ejemplo, organizar discusiones centradas en la interacción e intercambio de ideas entre docentes y estudiantes. Como eje central de esto último se pueden utilizar, por ejemplo, lecturas comentadas, el análisis y propuestas de soluciones de problemas reales, asociados con preguntas pertinentes sobre estos. Si el contenido a desarrollar lo permite se propone, además, introducir problemas históricos, realizar demostraciones, organizar conferencias, charlas, diseñar trabajos en equipo, desarrollar actividades experimentales sobre temas específicos de Física y discutir lo esperado en contraste con los resultados, analizar y resolver situaciones similares sobre esos mismos temas. El uso de applets, simulaciones, videos, software, páginas web, bases de datos bibliográficos y otros recursos debe ser parte fundamental del trabajo en el aula. Se recomienda, por último, que se tome en cuenta los marcos

conceptuales, las metodologías y los recursos tecnológicos actualizados. Esto garantizará la actualización continua de los contenidos, la metodología y los recursos.

Se sugiere promover el uso de softwares de simulación para el estudio de las leyes de Kepler y la ley de Gravitación Universal.

## VIII. CRITERIOS DE EVALUACIÓN

La evaluación debe ser formativa y sumativa.

- *Evaluación formativa.* Se recomienda que en este punto se ponga especial atención a las diferencias entre evaluación de los aprendizajes y evaluación para los aprendizajes. Ello con el objetivo de diseñar y elaborar evaluaciones que realmente pongan a prueba el conocimiento construido al aplicarlo a situaciones específicas que demuestren el nivel comprensión de los contenidos.
- *Evaluación Sumativa.* En este sentido se sugiere, por ejemplo, a partir de la amplia gama que existe, pruebas parciales escritas u orales, trabajos en grupo de carácter analítico, evaluación de trabajos escritos, pruebas orales de valoración de contenidos, defensa de un proyecto final sobre alguno de los temas estudiados o desarrollados.

En cuanto a la ponderación global de la evaluación se debe tener en cuenta lo establecido en el Estatuto Universitario, a saber:

Pruebas parciales	30 --- 40 %
Presentaciones orales, informes, trabajos en grupos, etc.	20 --- 30 %
Examen Semestral	30 --- 40 %

## IX. BIBLIOGRAFÍA

1. Bernal Sánchez, P. A. (2021). De la historia a la modelación: una estrategia pedagógica para la enseñanza de las leyes de Kepler a partir de la representación de elipses en GeoGebra.
2. Brahe, T. Gravitación y las leyes de Kepler.
3. De Bernardini, E. (2010). Leyes de kepler. *Astronomía Sur*—<http://astrosurf.com/astronosur>.
4. de Kepler, I. L. L., & la ley de Gravitación Universal, I. Física Plan Específico.
5. Isaza, K. J. R., Benítez, A. G., & Mosquera, Y. A. (2015). Una recontextualización de las Leyes de Kepler en la enseñanza media desde un enfoque histórico y epistemológico. *Lat. Am. J. Sci. Educ*, 1, 12132.
6. Marquina, J. E. (2005). La construcción newtoniana de la gravitación universal. *Revista mexicana de Física*, 51(1), 45-53.
7. Perez, I. I. C. (2015). Leyes de Kepler.
8. Taborda, J. (2010). La recensión de las leyes de Kepler en Inglaterra (Recension of Kepler´ s Laws in England). *Trilogía Ciencia Tecnología Sociedad*, 2(3).

# UNIVERSIDAD DE PANAMÁ

Facultad de Ciencias Naturales, Exactas y Tecnología

Escuela de Física

Licenciatura Didáctica de la Física

Programa sintético de asignatura

## OBSERVACIÓN DE FENÓMENOS ASTRONÓMICOS Y ASTROFÍSICOS (FIS 203)

### I. DATOS GENERALES

Denominación: Observación de Fenómenos y astronómicos y astrofísicos.

Código de Horario: \_\_\_\_\_; Código de Asignatura: \_\_\_\_\_

Cuatrimestre: IV (segundo año).

Créditos:

Horas de Dedicación: Totales: Teóricas: Práctica: Laboratorio:0

Pre-requisitos: Fundamento de Mecánica II (FIS 100 C), Física Experimental IV (FIS 101 D), Campos y ondas (FIS 102 C), Electromagnetismo y Relatividad Especial (FIS 103), Ecuaciones diferenciales (Mat 103).

### II. JUSTIFICACIÓN

Los jóvenes, al oír de astronomía y Astrofísica, se muestran muy interesados. Lo anterior se ve reflejado en la proliferación de asociaciones de astronomía, en las

cuales sus miembros muestran más inclinación por la especulación, que por la ciencia. Ante esta realidad los futuros docentes de Física deben manejar correctamente los conceptos básicos sobre los fenómenos astronómicos y astrofísicos. De esa forma podrían educar en conciencia, a la población estudiantil, sobre estos temas cumpliendo con un deber importante de su labor como docentes de física.

### III. OBJETIVOS GENERALES

1. Analizar y reflexionar sobre los conceptos y métodos a la base de las “observaciones” de los fenómenos astronómicos y astrofísicos.
2. Diferenciar entre las observaciones de fenómenos astronómicos y astrofísicos y así tejer un discurso coherente, al explicar esos fenómenos desde la física.
3. Estudiar y comprender de manera crítica la evolución de los modelos básicos en las observaciones astronómicas y astrofísicas y los fundamentos epistemológicos de los modelos, de manera a elaborar criterios para diferenciar entre ciencia y no ciencia.

### IV. DESCRIPCIÓN

Esta asignatura consta de cinco módulos que se describen a continuación.

**Modulo 1.** *Astronomía clásica o de posición.* En la observación de fenómenos astronómicos, los conceptos iniciales que dan forma a la astronomía clásica es la astronomía de posición (también denominada astronomía esférica) que

constituye la base necesaria para la ubicación relativa de los objetos “celestes” en el firmamento. El módulo se centrará en la construcción del conocimiento necesario para comprender la astronomía de posición.

**Modulo 2.** *El problema de Kepler.* Los temas que se desarrollarán en este módulo giran alrededor de la hipótesis de Copérnico y las leyes de Kepler, que describen fenomenológicamente el movimiento de los planetas alrededor del Sol, conocimiento que se demostrará que tienen sus fundamentos formales en los estudios de Galileo y Newton.

**Modulo 3.** *Física moderna aplicada a la astronomía y astrofísica.*

La física moderna marcó un punto de inflexión en las observaciones astronómicas al cambiar de imágenes obtenidas con placas fotográficas a imágenes digitalizadas, con mayor resolución sin que se degrade la información y mediante el análisis de los espectros de las estrellas con técnicas basadas en la física moderna.

**Modulo 4.** *Distancias en astronomía.* El desarrollo del contenido de este módulo gira alrededor del concepto de distancia en cosmología. Este concepto cambia la percepción de la medición, ya que, para comprender y manejar adecuadamente el concepto de distancia cosmológica, se deben tomar en cuenta los resultados relativistas de dilatación del tiempo y contracción de longitudes y el concepto de comparar con un patrón no resulta ser simple.

**Modulo 5.** *Telescopios e instrumentos astronómicos.* Comprender la razón por la cual los telescopios son la base de las investigaciones astrofísicas. Pero, los telescopios han evolucionado y en la actualidad al hablar de un telescopio es más que un solo instrumento, pues, se recoge información de distintos instrumentos acoplados.

## V. COMPETENCIAS

**Genéricas:** Tomadas del Proyecto Tuning.

- Capacidad de abstracción, análisis y síntesis.
- Capacidad de aplicar los conocimientos en la práctica.
- Capacidad para organizar y planificar el tiempo.
- Capacidad de comunicación oral y escrita.
- Habilidades en el uso de las tecnologías de la información y de la comunicación.
- Capacidad de investigación.
- Habilidades para buscar, procesar y analizar información procedente de fuentes diversas.
- Capacidad para identificar, plantear y resolver problemas.
- Capacidad de trabajo en equipo.
- Habilidad para trabajar en forma autónoma.

### **Específicas**

1. Construye conocimiento sobre los modelos físicos y matemáticos que se requieren para ubicar objetos celestes en el firmamento, desde la astronomía clásica, teniendo presente que la observación de fenómenos astronómicos se debe realizar desde una perspectiva científica y no desde una perspectiva que fortalece la construcción de visiones no científicas de la astronomía y su hacer.

2. Comprende la cinemática del movimiento de los planetas usando las características del problema de Kepler, lo que le facilita construir criterios científicos que facilitan argumentar la complejidad de la construcción de un modelo físico para explicar el movimiento planetario según Kepler.
3. Asocia la construcción de modelos en física moderna con las observaciones astronómicas, y explica coherentemente, con argumentos científicos sólidos, lo que implicó cambiar, por ejemplo, de placas fotográficas a imágenes digitales con mayor resolución.
4. Asocia el concepto de distancia en astronomía a conceptos como paralaje, magnitud absoluta, módulo de la distancia, efecto Doppler, desplazamiento al rojo cósmico lo que facilita explicar el concepto distancia en astronomía con criterios y argumentos científicos sólidos.

## VI. CONTENIDO

### *Modulo 1. Astronomía clásica o de posición.*

- Trigonometría esférica.
- Sistemas de coordenadas.
  - a. Horizontales.
  - b. Horarias.
  - c. Eclípticas.
  - d. Ecuatoriales.
  - e. Galácticas.
- Transformación de coordenadas.

- Consecuencias de los movimientos planetarios en distintos sistemas de coordenadas.
  - a. Movimiento diurno aparente.
  - b. Ciclo estacional.
  - c. El tiempo (día sidéreo, rotación de la tierra, tiempo solar, el año y el calendario).
  - d. Otros y ocasos.
- Movimientos de la tierra (rotación, traslación, precesión, nutación y aberración).

**Modulo 2.** *El problema de Kepler.*

- El problema de dos cuerpos y su reducción a un cuerpo sometido a una fuerza central.
- El problema de un cuerpo en un campo central conservativo.
- Potencial newtoniano.

**Modulo 3.** *Física moderna aplicada a la astronomía y astrofísica.*

- El espectro electromagnético.
- La radiación del cuerpo negro.
- Elementos de espectroscopía y líneas espectrales.

**Modulo 4.** *Distancias en astronomía.*

- Paralaje.
- Magnitud Absoluta y módulo de la distancia.
- Efecto Doppler y desplazamiento cósmico hacia el rojo.

**Modulo 5.** *Telescopios e instrumentos astronómicos.*

- Telescopio óptico clásico.

- Telescopios modernos, tipos de montura y seguimiento.
- Instrumentos astronómicos.
  - a. Fotómetros
  - b. Cámaras CCD
  - c. Espectrógrafos

## VII. METODOLOGÍA Y RECURSOS

De manera general para todas las asignaturas de esta carrera se recomienda que la metodología y los recursos didácticos a utilizar en el aula al desarrollar los contenidos que las conforman, deben ser programados. En este sentido se sugiere, por ejemplo, organizar discusiones centradas en la interacción e intercambio de ideas entre docentes y estudiantes. Como eje central de esto último se pueden utilizar, por ejemplo, lecturas comentadas, el análisis y propuestas de soluciones de problemas reales, asociados con preguntas pertinentes sobre estos. Si el contenido a desarrollar lo permite se propone, además, introducir problemas históricos, realizar demostraciones, organizar conferencias, charlas, diseñar trabajos en equipo, desarrollar actividades experimentales sobre temas específicos de Física y discutir lo esperado en contraste con los resultados, analizar y resolver situaciones similares sobre esos mismos temas. El uso de applets, simulaciones, videos, software, páginas web, bases de datos bibliográficos y otros recursos debe ser parte fundamental del trabajo en el aula. Se recomienda, por último, que se tome en cuenta los marcos conceptuales, las metodologías y los recursos tecnológicos actualizados. Esto

garantizará la actualización continua de los contenidos, la metodología y los recursos.

En cuanto a esta asignatura en específico, por el interés que genera en los jóvenes, se propone la participación de los estudiantes en foros de discusión presenciales y/o virtuales (sincrónicos y asincrónicos) con temas que den importancia a los conceptos básicos y fundamentales en la física de las radiaciones. Las clases tendrán un carácter teórico-práctico, lo que les permitirá a los participantes desarrollar e integrar los contenidos conceptuales, actitudinales y procedimentales (factuales). Se sugiere que al final de cada tema se abra un espacio para la reflexión, el análisis crítico y las sugerencias para el establecimiento de un puente entre la práctica en el aula, los temas discutidos en el desarrollo de esta asignatura y la aplicabilidad para el desarrollo social.

## VIII. CRITERIOS DE EVALUACIÓN

La evaluación debe ser formativa y sumativa.

- *Evaluación formativa.* Se recomienda que en este punto se ponga especial atención a las diferencias entre evaluación de los aprendizajes y evaluación para los aprendizajes. Ello con el objetivo de diseñar y elaborar evaluaciones que realmente pongan a prueba el conocimiento construido al aplicarlo a situaciones específicas que demuestren el nivel comprensión de los contenidos.
- *Evaluación Sumativa.* En este sentido se sugiere, por ejemplo, a partir de la amplia gama que existe, pruebas parciales escritas u orales, trabajos en

grupo de carácter analítico, evaluación de trabajos escritos, pruebas orales de valoración de contenidos, defensa de un proyecto final sobre alguno de los temas estudiados o desarrollados.

En cuanto a la ponderación global de la evaluación se debe tener en cuenta lo establecido en el Estatuto Universitario, a saber:

Pruebas parciales	30 --- 40 %
Presentaciones orales, informes, trabajos en grupos, etc.	20 --- 30 %
Examen Semestral	30 --- 40 %

## IX. BIBLIOGRAFÍA

1. Arredondo, J. A., & Manotas, A. T. (2019). Potencial homogéneo generalizado y el problema de Kepler. *Miscelánea Matemática*, 68, 85-112.
2. Bachiller, R. (2009). *Astronomía: de Galileo a los telescopios espaciales*. Editorial CSIC-CSIC Press.
3. Berrocoso Domínguez, M., Ramírez, M. E., Enríquez-Salamanca, J. M., & Pérez Peña, A. (2003). *Notas y apuntes de trigonometría esférica y astronomía de posición*. Universidad de Cádiz.
4. Crespo, L. C., & Zelmanovitch, N. R. (2005). Grandes telescopios del mundo y paraísos astronómicos. *Ars Medica*, 4, 58-74.
5. Criollo, A., & Pedraza, O. (2020). Aspectos cualitativos del problema de kepler en mundos brana. *Pädi Boletín Científico de Ciencias Básicas e Ingenierías del ICBI*, 7(14), 1-9.

6. de Orús Navarro, J. J., Poch, M. A. C., & de Murga, J. N. (2007). *Astronomía esférica y mecánica celeste*. Publicacions i Edicions de la Universitat de Barcelona.
7. Esteve Gómez, N. (2007). Ensanchamiento de líneas espectrales de estrellas.
8. Furones, A. (2010). Sistema y marco de referencia terrestre. Sistemas de coordenadas. *Universidad Politécnica de Valencia, Departamento de ingeniería Cartográfica, Geodesia y Fotogrametría*. Valencia: Universidad Politécnica de Valencia.
9. Goldstein, H. (1987b). *Mecánica clásica* (1.). Reverté.
10. Karttunen, H., Kroger, P., Oja, H., Poutanen, M. & Donner, K. J. (2007). *Fundamental Astronomy* (5th ed.). Springer.
11. Perilla Triana, W. Y. (2012). La astronomía de posición y tiempo: una aproximación a los lineamientos curriculares de la educación media. *Facultad de Ciencias*.
12. Rivas, F. M., & Vázquez, A. R. (2021). Series de Fourier en el movimiento de los planetas. Un estudio de replicación. *Quintaesencia*, 12(1), 124-130.
13. Soriano Hernández, C. D. (2017). Diseño de una simulación para el análisis de un sistema de dos cuerpos bajo los efectos de una fuerza central.
14. Villoro Arnau, A., Abad Medina, A., & Floría Gimeno, L. (2018). Órbitas de sistemas cuasi-keplerianos.
15. MORENO, C. E. M. (2017). Estudio comparativo de leyes de control Aplicadas en sistema alt-azimut de grandes telescopios.
16. Voelkel, J. R. (2001). *The composition of Kepler's Astronomia nova*. Princeton University Press.

# UNIVERSIDAD DE PANAMÁ

Facultad de Ciencias Naturales, Exactas y Tecnología

Escuela de Física

Licenciatura Didáctica de la Física

Programa sintético de asignatura

## FÍSICA MODERNA E INTRODUCCIÓN A LA FÍSICA CUÁNTICA (FIS 204)

### I. DATOS GENERALES

Denominación: Física Moderna e introducción a la Física Cuántica.

Código de Horario: \_\_\_\_\_; Código de Asignatura: \_\_\_\_\_

Cuatrimestre: V (segundo año).

Créditos:

Horas de Dedicación: Totales: Teóricas: Práctica: Laboratorio:0

Pre-requisitos: Termodinámica e Introducción a la Física Estadística (FIS 200), Campos y Ondas (FIS 102 C), Fundamentos de Mecánica II (FIS 100 C), Electricidad y Magnetismo (FIS 103), Métodos matemáticos en Física I (Fis 200).

### II. JUSTIFICACIÓN

La física moderna tiene dos grandes áreas: la Física relativista que introduce la constante universal  $c$  y la física cuántica que introduce la constante universal  $h$ .

La primera constante  $c$ , acota el valor de la rapidez de los fenómenos en la vecindad espaciotemporal (compartida) que es causal y la segunda constante  $h$  introduce la vecindad próxima irreductible a un punto sin dimensiones de los objetos con una estructura interna de espacio de Hilbert que genera la coherencia cuántica. La conexión entre ambas vecindades se hace a través de un formalismo en el que los elementos del espacio de Hilbert son funciones de probabilidad. Eso define nuevas formas de medición en Física.

### III. OBJETIVOS GENERALES

1. Discutir los antecedentes que generan el contexto histórico para que se den experiencias claves como, por ejemplo, la de medición de la rapidez de la luz, la del efecto fotoeléctrico.
2. Analizar las consecuencias sobre el espacio, el tiempo, la energía y la materia en movimiento de la existencia de las constantes universales  $c$  y  $h$ , así como su unificación  $hc$ , específicamente sobre la invariancia de escala.
3. Estudiar algunos fenómenos relativistas en comparación con los mismos fenómenos a escalas de rapidezces pequeñas con respecto a  $c$  y fenómenos cuánticos comparados con situaciones de grandes acciones con respecto a  $h$ , o sea  $\Delta E \Delta t = \Delta r \Delta p \gg h$  (macroscópicos o de grandes  $r$  y de grandes tiempos).

## IV. DESCRIPCIÓN

Esta asignatura tiene tres módulos.

**Módulo 1.** *Introducción sintética de la Física clásica.* El primero es una introducción sintética de la Física clásica incluyendo sus diferentes partes o áreas: Mecánica, electromagnetismo, termodinámica, física estadística (fluidos: líquidos y gases, y los sólidos).

**Módulo 2.** *Contexto histórico del desarrollo de la Relatividad Especial y de la Física Cuántica.* El segundo módulo introduce el contexto histórico creador de las condiciones para el desarrollo de la relatividad especial (grandes rapidezces) y de la física cuántica (pequeñas distancias).

**Módulo 3.** *Introducción a la Física Cuántica.*

## V. COMPETENCIAS

**Genéricas:** Tomadas del Proyecto Tuning.

- Capacidad de abstracción, análisis y síntesis.
- Capacidad de aplicar los conocimientos en la práctica.
- Capacidad para organizar y planificar el tiempo.
- Capacidad de comunicación oral y escrita.
- Habilidades en el uso de las tecnologías de la información y de la comunicación.
- Capacidad de investigación.

- Habilidades para buscar, procesar y analizar información procedente de fuentes diversas.
- Capacidad para identificar, plantear y resolver problemas.
- Capacidad de trabajo en equipo.
- Habilidad para trabajar en forma autónoma.

### Específicas

1. Explica y maneja el contexto histórico en el que se generan los modelos de la luz de Newton y Huygens, los principios de Fermat y Maupertuis, la ley de Snell-Descartes, el formalismo de Lagrange y de Hamilton, las experiencias de Hertz, de Michelson y Morley, el modelo de Lorenz, la hipótesis de Planck y de Louis de Broglie, los cinco artículos del año maravillosos de A. Einstein.
2. Explica y argumenta el alcance que tiene diferenciar entre la vecindad compartida (representada por el espacio-tiempo o energía-impulso) y la vecindad próxima (representada por el espacio de funciones: funciones de ondas, espacio de Hilbert).
3. Comprende y explica la simplicidad y la complejidad, al mismo tiempo, de la representación corpuscular y ondulatoria del fenómeno físico.
4. Explica con simplicidad la relación que a través del espacio de Minkowski establece  $c$  (Relatividad) del espacio perceptual con el tiempo y de la energía con el impulso, así como de la relación entre esos dos espacios entre sí con la constante de Planck (principio de mínima acción).

## VI. CONTENIDO

**Módulo 1.** *Introducción sintética de la Física clásica.* En esta descripción se incluye sus diferentes partes o áreas: Mecánica, electromagnetismo, termodinámica, física estadística (fluidos: líquidos y gases, y los sólidos).

- Fundamentos de la Mecánica Newtoniana, Lagrangiana y Hamiltoniana
- Fundamentos del Electromagnetismo Clásico,
- Fundamentos de la Termodinámica.
- Fundamentos del Física Estadística

**Módulo 2.** *Contexto histórico del desarrollo de la Relatividad Especial y de la Física Cuántica.*

- Experiencia de Michelson Morley.
- El modelo de Lorentz y los aportes de Poincaré.
- La propuesta de Einstein a la Relatividad.
- Las experiencias de Hertz y el efecto fotoeléctrico.
- La radiación del cuerpo negro y la propuesta de Planck.
- La mediación de Einstein ante la propuesta de Planck.

**Módulo 3.** *Introducción a la Física Cuántica.*

- Principio de Mínima Acción y constante de Planck.
- Espacio de funciones con propiedades similares a las del espacio euclidiano.
- Estructura del Espacio de Hilbert y diferencias con el espacio euclidiano.
- Simetrías y valores propios.
- Entrelazamiento cuántico y paradojas de D´Espagnat.

- La medición y los operadores en cuántica.

## VII. METODOLOGÍA Y RECURSOS

De manera general para todas las asignaturas de esta carrera se recomienda que la metodología y los recursos didácticos a utilizar en el aula al desarrollar los contenidos que las conforman, deben ser programados. En este sentido se sugiere, por ejemplo, organizar discusiones centradas en la interacción e intercambio de ideas entre docentes y estudiantes. Como eje central de esto último se pueden utilizar, por ejemplo, lecturas comentadas, el análisis y propuestas de soluciones de problemas reales, asociados con preguntas pertinentes sobre estos. Si el contenido a desarrollar lo permite se propone, además, introducir problemas históricos, realizar demostraciones, organizar conferencias, charlas, diseñar trabajos en equipo, desarrollar actividades experimentales sobre temas específicos de Física y discutir lo esperado en contraste con los resultados, analizar y resolver situaciones similares sobre esos mismos temas. El uso de applets, simulaciones, videos, software, páginas web, bases de datos bibliográficos y otros recursos debe ser parte fundamental del trabajo en el aula. Se recomienda, por último, que se tome en cuenta los marcos conceptuales, las metodologías y los recursos tecnológicos actualizados. Esto garantizará la actualización continua de los contenidos, la metodología y los recursos.

En cuanto a metodología y los recursos a utilizar en el desarrollo de esta asignatura es necesario promover la reflexión y el análisis, por ejemplo, sobre el

concepto campo y su importancia en Física y La diferencia entre una carga en reposo y una carga en movimiento y las consecuencias en la interacción electromagnética, y otros más. Es fundamental que se comprenda la diferencia entre campo escalar y campo vectorial, por lo que la interacción y discusión entre pares apoya la construcción de conocimiento en este sentido. En consecuencia, se sugiere promover la participación de los estudiantes en foros de discusión presenciales y/o virtuales (sincrónicos y asincrónicos) sobre los temas medulares que estructuran esta asignatura.

## VIII. CRITERIOS DE EVALUACIÓN

La evaluación debe ser formativa y sumativa.

- *Evaluación formativa.* Se recomienda que en este punto se ponga especial atención a las diferencias entre evaluación de los aprendizajes y evaluación para los aprendizajes. Ello con el objetivo de diseñar y elaborar evaluaciones que realmente pongan a prueba el conocimiento construido al aplicarlo a situaciones específicas que demuestren el nivel comprensión de los contenidos.
- *Evaluación Sumativa.* En este sentido se sugiere, por ejemplo, a partir de la amplia gama que existe, pruebas parciales escritas u orales, trabajos en grupo de carácter analítico, evaluación de trabajos escritos, pruebas orales de valoración de contenidos, defensa de un proyecto final sobre alguno de los temas estudiados o desarrollados.

En cuanto a la ponderación global de la evaluación se debe tener en cuenta lo establecido en el Estatuto Universitario, a saber:

Pruebas parciales	30 --- 40 %
Presentaciones orales, informes, trabajos en grupos, etc.	20 --- 30 %
Examen Semestral	30 --- 40 %

## IX. BIBLIOGRAFÍA

1. A., & Rosa Cintas, S. (2016). La enseñanza problematizada de la física cuántica en el nivel introductorio. Una propuesta fundamentada.
2. Alonso M. y Finn E. J. Física. Editorial Addison-Wesley Interamericana (1995).  
Burbano S., Burbano E., Gracia C. Física General. Editorial Tebar (2004) económica, 2014.
3. De La Peña, Luis. *Introducción a la mecánica cuántica*. Fondo de Cultura  
Eisberg, Lerner. Física. Fundamentos y Aplicaciones. Editorial McGraw-Hill (1983).
4. French, Anthony Philip, and Edwin F. Taylor. *Introducción a la física cuántica*. Reverté, 2012.
5. Gettys, Keller, Skove. Física Clásica y Moderna. Editorial McGraw-Hill (1991).
6. Goldemberg. Física general y experimental. Editorial Interamericana (1972).

7. Martínez-Torregrosa, J., Savall Alemany, F., Domenech Blanco, J. L., Rey Cubero,
8. Sánchez Guillén, J., & Braun, M. A. (1993). *Física cuántica*. Alianza.
9. Sears, Zemansky, Young. Física Universitaria. Editorial Fondo Educativo Interamericano (1986).
10. Serway. Física. Editorial McGraw-Hill (1992)
11. Solbes, J., & Sinarcas, V. (2009). Utilizando la historia de la ciencia en la enseñanza de los conceptos claves de la física cuántica. *Didáctica de las Ciencias Experimentales y Sociales*, (23), 123-151.
12. Tipler P. A. Física. Editorial Reverté (1994).

# UNIVERSIDAD DE PANAMÁ

Facultad de Ciencias Naturales, Exactas y Tecnología

Escuela de Física

Licenciatura Didáctica de la Física

Programa sintético de asignatura

## FÍSICA EXPERIMENTAL VI (FIS 201 B)

(Física Moderna)

### I. DATOS GENERALES

Denominación: Física experimental VI.

Código de Horario: \_\_\_\_\_; Código de Asignatura: \_\_\_\_\_

Cuatrimestre: V (segundo año).

Créditos:

Horas de Dedicación: Totales: Teóricas: Práctica: Laboratorio:0

Pre-requisitos: Termodinámica e Introducción a la Física Estadística (FIS 200), Campos y Ondas (FIS 102 C), Fundamentos de Mecánica II (FIS 100 C), Electricidad y Magnetismo (FIS 103), Métodos matemáticos en Física I (Fis 200).

### II. JUSTIFICACIÓN

La Física experimental, como criterio de verdad en Física, es fundamental y nos permite conocer fenómenos reales empleando sensores y tratando las señales

obtenidas. Por ejemplo, medir altas rapidezces requiere medir tiempos cortos o sea fenómenos especiales los cuales implican sensores, transductores y procesadores de las señales. De allí el curso de Física experimental de Física Moderna. La filosofía de este curso no se centra únicamente en los instrumentos (saber hacer), sino también en los diseños experimentales (actitudes y conocimientos) que integren todos los saberes. La historia nos muestra el ingenio que ha tenido el físico para superar las dificultades. De allí la reproducción de experiencias clásicas que han sido ejemplarizantes.

### III. OBJETIVOS GENERALES

1. Reproducir, con equipo moderno, las experiencias históricas claves como, por ejemplo, la de medición de la rapidez de la luz, el efecto fotoeléctrico, etc.
2. Obtener con la mayor precisión y exactitud posible los valores de  $c$  y  $h$ .
3. Obtener experimentalmente algunos valores de fenómenos relativistas y cuánticos como el efecto Zeeman, espesores micrométricos, radiactividad, etc. con instrumentos como interferómetro de Perot-Fabry, efecto Hall, elipsometría, detectores de Ioduro de Sodio, microscopio a efecto túnel, aparato de rayos X, etc.

### IV. DESCRIPCIÓN

Esta asignatura tiene cuatro módulos.

**Módulo 1.** *Contexto experimental histórico.* En este primer módulo se promueve un análisis de la instrumentación inicial, en los primeros momentos, en

contraste con la actual, las variables y modelos teóricos en juego de las experiencias antes y después de su realización y que abrieron las puertas a la física moderna.

**Módulo 2.** *Análisis de experiencias modernas y paradigmáticas.* En este segundo módulo se discuten las experiencias paradigmáticas actuales como detección del Bosón de Higgs, las ondas gravitacionales, los agujeros negros, etc. en contraste con las que iniciaron la Física Moderna.

**Módulo 3.** *Experiencias de física moderna.* Este tercer módulo se centra en la realización de experiencias claves con instrumentación moderna.

**Módulo 4.** *Métodos y técnicas experimentales modernas.* Este último módulo se centra en el análisis y reflexión, de manera sintética, sobre el concepto actual de experiencia en Física.

## V. COMPETENCIAS

**Genéricas:** Tomadas del Proyecto Tuning.

- Capacidad de abstracción, análisis y síntesis.
- Capacidad de aplicar los conocimientos en la práctica.
- Capacidad para organizar y planificar el tiempo.
- Capacidad de comunicación oral y escrita.
- Habilidades en el uso de las tecnologías de la información y de la comunicación.
- Capacidad de investigación.
- Habilidades para buscar, procesar y analizar información procedente de fuentes diversas.

- Capacidad para identificar, plantear y resolver problemas.
- Capacidad de trabajo en equipo.
- Habilidad para trabajar en forma autónoma.

### **Específicas**

1. Explica y maneja el contexto histórico en el que se generan las experiencias paradigmáticas que condujeron a la Física Moderna.
2. Explica, construye y opera sensores modernos lo que incluye transductor, software y procesador de la información para su análisis.
3. Arma el sistema experimental y realiza las experiencias de física moderna.
4. Explica y sustenta con simplicidad la relación entre los resultados experimentales y el modelo teórico de las experiencias realizadas.

## **VI. CONTENIDO**

**Módulo 1.** *Contexto experimental histórico.* Realiza una búsqueda bibliográfica exhaustiva y elabora un documento, informe, o mapa conceptual que sintetiza los cambios y aportes de la Física Moderna.

**Módulo 2.** *Análisis de experiencias modernas paradigmáticas.* Organiza un mini Simposio explicativo del diseño y resultados de las experiencias sobre la detección: Del Bosón de Higgs, las ondas gravitacionales, los agujeros negros, big bang y el fondo radiactivo del universo y la propagación planetaria de una onda radiactiva.

**Módulo 3.** *Experiencias de Física Moderna.* Efecto Zeeman, espesores micrométricos, radiactividad, etc. con instrumentos como interferómetro de Perot-Fabry, efecto Hall, elipsometría, detectores de Ioduro de Sodio, microscopio a efecto túnel, aparato de rayos X.

**Módulo 4.** *Métodos y técnicas experimentales modernas.* En un foro explica el diseño experimental y los resultados de sus experiencias.

## VII. METODOLOGÍA Y RECURSOS

De manera general para todas las asignaturas de esta carrera se recomienda que la metodología y los recursos didácticos a utilizar en el aula al desarrollar los contenidos que las conforman, deben ser programados. En este sentido se sugiere, por ejemplo, organizar discusiones centradas en la interacción e intercambio de ideas entre docentes y estudiantes. Como eje central de esto último se pueden utilizar, por ejemplo, lecturas comentadas, el análisis y propuestas de soluciones de problemas reales, asociados con preguntas pertinentes sobre estos. Si el contenido a desarrollar lo permite se propone, además, introducir problemas históricos, realizar demostraciones, organizar conferencias, charlas, diseñar trabajos en equipo, desarrollar actividades experimentales sobre temas específicos de Física y discutir lo esperado en contraste con los resultados, analizar y resolver situaciones similares sobre esos mismos temas. El uso de applets, simulaciones, videos, software, páginas web, bases de datos bibliográficos y otros recursos debe ser parte fundamental del trabajo en el aula. Se recomienda, por último, que se tome en cuenta los marcos conceptuales, las metodologías y los recursos tecnológicos actualizados. Esto

garantizará la actualización continua de los contenidos, la metodología y los recursos.

Se sugiere promover la participación de los estudiantes en foros de discusión presenciales y/o virtuales (sincrónicos y asincrónicos) alrededor del contexto experimental histórico, el análisis de experiencias modernas y paradigmáticas y métodos y técnicas modernas en el contexto de la física moderna.

## VIII. CRITERIOS DE EVALUACIÓN

La evaluación debe ser formativa y sumativa.

- *Evaluación formativa.* Se recomienda que en este punto se ponga especial atención a las diferencias entre evaluación de los aprendizajes y evaluación para los aprendizajes. Ello con el objetivo de diseñar y elaborar evaluaciones que realmente pongan a prueba el conocimiento construido al aplicarlo a situaciones específicas que demuestren el nivel comprensión de los contenidos.
- *Evaluación Sumativa.* En este sentido se sugiere, por ejemplo, a partir de la amplia gama que existe, pruebas parciales escritas u orales, trabajos en grupo de carácter analítico, evaluación de trabajos escritos, pruebas orales de valoración de contenidos, defensa de un proyecto final sobre alguno de los temas estudiados o desarrollados.

En cuanto a la ponderación global de la evaluación se debe tener en cuenta lo establecido en el Estatuto Universitario, a saber:

Pruebas parciales	30 --- 40 %
Presentaciones orales, informes, trabajos en grupos, etc.	20 --- 30 %
Examen Semestral	30 --- 40 %

## IX. BIBLIOGRAFÍA

1. Maiztegui, A. (1995). Física real y física enseñada. *Revista de Enseñanza de la Física*, 8(1), 51-56.
2. Manuales de laboratorio de **PASCO**, **PHYWE**, etc.
3. Ostermann, F., & Moreira, M. A. (2000). Uma revisão bibliográfica sobre a área de pesquisa " Física Moderna e Contemporânea no Ensino Médio". *Investigações em ensino de ciências. Porto Alegre. Vol. 5, n. 1 (jan./abr. 2000)*, p. 23-48.
4. Pereira, A. P. D., & Ostermann, F. (2009). Sobre o ensino de Física Moderna e Contemporânea: uma revisão da produção acadêmica recente. *Investigações em ensino de ciências. Porto Alegre. Vol. 14, n. 3 (dez. 2009)*, p. 393-420.
5. Sales, G. L., Vasconcelos, F. H. L., Castro Filho, J. A. D., & Pequeno, M. C. (2008). Atividades de modelagem exploratória aplicada ao ensino de física moderna com a utilização do objeto de aprendizagem pato quântico. *Revista Brasileira de Ensino de Física*, 30, 3501-1.

6. Solbes Matarredona, J. (1986). La introducción de los conceptos básicos de física moderna.
7. Tole Ardila, I. J. (2019). Práctica experimental en Física Moderna: diseño para la comprensión de la interacción radiación materia a partir de la caracterización de Rayos X.
8. Vallejo, E. T. M. (2014). *Fundamentos matemáticos para física moderna con Modellus* (Doctoral dissertation, UNIVERSIDAD DE CUENCA).

# UNIVERSIDAD DE PANAMÁ

Facultad de Ciencias Naturales, Exactas y Tecnología

Escuela de Física

Licenciatura Didáctica de la Física

Programa sintético de asignatura

## LOS MODELOS EN FÍSICA (FIS 205)

### I. DATOS GENERALES

Denominación: Los modelos en Física.

Código de Horario: \_\_\_\_\_; Código de Asignatura: \_\_\_\_\_

Cuatrimestre: V (segundo año).

Créditos:

Horas de Dedicación: Totales: Teóricas: Práctica: Laboratorio: 0

Pre-requisitos: Termodinámica e Introducción a la Física Estadística (FIS 200), Campos y Ondas (FIS 102 C), Fundamentos de Mecánica II (FIS 100 C), Electricidad y Magnetismo (FIS 102 B), Introducción a la Gravitación (FIS 202), Electromagnetismo y Relatividad Especial (FIS 103), Métodos matemáticos en Física I (Fis 200).

## II. JUSTIFICACIÓN

En este curso se analiza y reflexiona sobre el concepto modelo en Física (tipos de modelos y sus características), sus distintas definiciones y usos hasta llegar al concepto modelo en Ciencias, y, por lo tanto, en Física. Todo esto para promover la comprensión del concepto modelo en Física, más allá de la fórmula o ecuación. Es decir, se pretende promover una comprensión de la Física más cercana a su realidad y naturaleza. Esto implica ir un poco más lejos, por ejemplo, estudiar la génesis del concepto modelo a través del estudio de algunos modelos en astronomía y los modelos en Ciencia y su representación. Se cierra el ciclo de esta asignatura con un ejemplo de aplicación, es decir, la construcción de un modelo para estudiar un fenómeno natural.

## III. OBJETIVOS GENERALES

1. Reconocer la importancia que tiene el concepto modelo en Física en el proceso de construcción de conocimiento.
2. Valorar la eficacia y pertinencia de los modelos para la comprensión de conceptos Físicos.
3. Iniciar de manera reflexiva el proceso formal de construcción de modelos en Física a partir de la elaboración de modelos simples.

## IV. DESCRIPCIÓN

Este curso consta de tres módulos.

**Módulo 1.** *Tipos de modelos y sus características.* Con el desarrollo de este módulo, se pretende promover el conocimiento sobre algunos criterios que se utilizan para clasificar los distintos tipos de modelos hasta llegar a los modelos científicos. Y de esta forma establecer diferencias claras, entre la forma en que se usa el termino modelo en la vida cotidiana vs la forma en que se utiliza en Física.

**Módulo 2.** *Genesis y evolución de los modelos en Astronomía.* Se plantea en este módulo el estudio de algunos modelos elaborados para el estudio de fenómenos astronómicos. Y como la evolución de estos modelos iniciales llevo a un cambio de paradigma.

**Módulo 3.** *Construcción de un modelo simple para estudiar un fenómeno natural.* Se pretende con el desarrollo de este módulo sumergir al aprendiz en la experiencia de reconstruir el proceso de construcción de un modelo conocido en Física. Esta recreación tiene como objetivo que se vean las distintas posibles arista o dificultades a superar que tuvieron los que han elaborado modelos en Física.

## V. COMPETENCIAS

**Genéricas:** Tomadas del Proyecto Tuning.

- Capacidad de abstracción, análisis y síntesis.
- Capacidad de aplicar los conocimientos en la práctica.
- Capacidad para organizar y planificar el tiempo.

- Capacidad de comunicación oral y escrita.
- Habilidades en el uso de las tecnologías de la información y de la comunicación.
- Capacidad de investigación.
- Habilidades para buscar, procesar y analizar información procedente de fuentes diversas.
- Capacidad para identificar, plantear y resolver problemas.
- Capacidad de trabajo en equipo.
- Habilidad para trabajar en forma autónoma.

### **Específicas**

1. Aplica y utiliza un conjunto de criterios para diferenciar la forma en que se usa el término modelo en la vida cotidiana, con respecto a la forma en que se usa en Física, teniendo presente criterios científicos que den valor al papel que este concepto en la experimentación como criterio de verdad en Física.
2. Identifica los aspectos fundamentales en la génesis y evolución de los modelos en Astronomía para el estudio de fenómenos astronómicos, teniendo presente el papel que jugó el estudio de los cielos y los movimientos planetarios al momento de construir explicaciones de estos fenómenos.
3. Reconstruye un modelo simple, conocido para estudiar, analizar y reflexionar sobre el proceso de construcción de modelos en Física, tomando en cuenta el contexto social, político, económico, instrumentos de medición, etc., que de una u otra forma inciden en este proceso científico.

## VI. CONTENIDO

### Módulo 1. *Tipos de modelos y sus características.*

- El concepto modelo.
- El modelo científico como imágenes: concretas, mentales y mixtas de los objetos, los procesos y de las acciones.
- Los tipos de Modelos: Modelos icónicos o a escala; Modelos analógicos; Modelos y metáforas;
- Dibujos, maquetas, esquemas y mapas conceptuales; Caja negra; Modelos matemáticos; Modelos conceptuales; Modelos científicos; Modelos en Física.
- La construcción de criterios para la evaluación de los modelos científicos.
- La evaluación de la representación en ciencia: el papel del lenguaje y sus categorías, de la matemática y de la lógica.
- Kuhn, Popper y otros: la contrastabilidad y selección de modelos.

### Módulo 2. *Genesis y evolución de los modelos en Astronomía.*

- La búsqueda de modelos (La óptica).
- La génesis y evolución de algunos modelos científicos (modelos planetarios: geocéntrico, epiciclos, Ptolomeico, Copernicano).
- La Revolución Científica y los cambios de paradigma (Kepler, Newton y el sistema solar actual).
- Introducción a un modelo actual.

### Módulo 3. *Construcción de un modelo simple para estudiar un fenómeno natural*

Construcción de modelos en la experimentación: diseñar y construcción un modelo para explicar un fenómeno simple en Física.

## VII. METODOLOGÍA Y RECURSOS

De manera general para todas las asignaturas de esta carrera se recomienda que la metodología y los recursos didácticos a utilizar en el aula al desarrollar los contenidos que las conforman, deben ser programados. En este sentido se sugiere, por ejemplo, organizar discusiones centradas en la interacción e intercambio de ideas entre docentes y estudiantes. Como eje central de esto último se pueden utilizar, por ejemplo, lecturas comentadas, el análisis y propuestas de soluciones de problemas reales, asociados con preguntas pertinentes sobre estos. Si el contenido a desarrollar lo permite se propone, además, introducir problemas históricos, realizar demostraciones, organizar conferencias, charlas, diseñar trabajos en equipo, desarrollar actividades experimentales sobre temas específicos de Física y discutir lo esperado en contraste con los resultados, analizar y resolver situaciones similares sobre esos mismos temas. El uso de applets, simulaciones, videos, software, páginas web, bases de datos bibliográficos y otros recursos debe ser parte fundamental del trabajo en el aula. Se recomienda, por último, que se tome en cuenta los marcos conceptuales, las metodologías y los recursos tecnológicos actualizados. Esto garantizará la actualización continua de los contenidos, la metodología y los recursos.

En cuanto a metodología y los recursos a utilizar en el desarrollo de esta asignatura se sugiere promover la participación de los estudiantes en foros de

discusión presenciales y/o virtuales (sincrónicos y asincrónicos) sobre los temas medulares que estructuran esta asignatura.

## VIII. CRITERIOS DE EVALUACIÓN

La evaluación debe ser formativa y sumativa.

- *Evaluación formativa.* Se recomienda que en este punto se ponga especial atención a las diferencias entre evaluación de los aprendizajes y evaluación para los aprendizajes. Ello con el objetivo de diseñar y elaborar evaluaciones que realmente pongan a prueba el conocimiento construido al aplicarlo a situaciones específicas que demuestren el nivel comprensión de los contenidos.
- *Evaluación Sumativa.* En este sentido se sugiere, por ejemplo, a partir de la amplia gama que existe, pruebas parciales escritas u orales, trabajos en grupo de carácter analítico, evaluación de trabajos escritos, pruebas orales de valoración de contenidos, defensa de un proyecto final sobre alguno de los temas estudiados o desarrollados.

En cuanto a la ponderación global de la evaluación se debe tener en cuenta lo establecido en el Estatuto Universitario, a saber:

Pruebas parciales	30 --- 40 %
Presentaciones orales, informes, trabajos en grupos, etc.	20 --- 30 %
Examen Semestral	30 --- 40 %

## IX. BIBLIOGRAFÍA

1. Aznar, M. A. S. (1998). *Evolución de la materia en el espacio: modelos de laboratorio para aplicaciones astrofísicas* (Doctoral dissertation, Universitat d'Alacant-Universidad de Alicante).
2. Concari, S. B. (2001). Las teorías y modelos en la explicación científica: implicancias para la enseñanza de las ciencias. *Ciência & Educação (Bauru)*, 7, 85-94.
3. Greca, I., & Moreira, M. A. (1996). Un estudio piloto sobre representaciones mentales, imágenes, proposiciones y modelos mentales respecto al concepto de campo electromagnético en alumnos de física general, estudiantes de postgrado y físicos profesionales. *Investigações em ensino de ciências*, 1(1), 95-108.
4. Greca, I. M., & Moreira, M. A. (1998). Modelos mentales, modelos conceptuales y modelización. *Caderno catarinense de ensino de física. Florianópolis. Vol. 15, no. 2 (ago. 1998), p. 107-120.*
5. Kofman, H. (2000). Modelos y simulaciones computacionales en la enseñanza de la Física. *Revista educación en física*, 6, 13-22.
6. Karplus, Walter J. (1976): "The Spectrum of Mathematical Modeling and Systems Simulation", Proceedings Eight AICA Congress on Simulation of Systems, (L.Dekker, ed.), North Holland, Amsterdam.
7. Kästner, Johannes y Arnold, Eckhart (2012): "When can a Computer Simulation act as Substitute for an Experiment? A Case-Study from Chemistry". Preprint Series, Stuttgart Research Centre for Simulation Technology (SRC SimTech). University of Stuttgart.

8. Kleijnen, Jack P. C. (1982): “Experimentation with Models: Statistical Design and Analysis Techniques” en F. E. Cellier (editor) *Progress in Modelling and Simulation*, Academic Press, Londres.
9. Islas, S. M., & Pesa, M. A. (2003). ¿Qué rol asignan los profesores de física de nivel medio a los modelos científicos ya las actividades de modelado? *Enseñanza de las ciencias: revista de investigación y experiencias didácticas*, 57-66.
10. Hughes, R. I. G. (1997): “Models and Representation”, *Philosophy of Science*, 64: 325–336.
11. Humphreys, P. (1994): “Numerical Experimentation”. En P. Humphreys y Patrick Suppes (eds.): *Scientific Philosopher*, Vol. 2, 103–121, Dordrecht.
12. Machado, J., & Braga, M. (2020). A conceitualização de modelos em física: aproximações e distanciamentos entre as visões de mario bunge e gérard vergnaud. *Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências (Belo Horizonte)*, 22.
13. Moreira, M. A., Greca, I. M., & Palmero, M. L. R. (2002). Modelos mentales y modelos conceptuales en la enseñanza & aprendizaje de las ciencias. *Revista brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências*, 2(3).
14. López, S., Veit, E. A., & Araujo, I. S. (2016). Una revisión de literatura sobre el uso de modelación y simulación computacional para la enseñanza de la física en la educación básica y media. *Revista Brasileira de Ensino de Física*, 38.
15. Shitu, J. (2014). Experimentos sencillos en magnetismo con materiales de bajo costo: desarrollo de modelos y terminología a partir de las observaciones. *Latin-American Journal of Physics Education*, 8(2).

# UNIVERSIDAD DE PANAMÁ

Facultad de Ciencias Naturales, Exactas y Tecnología

Escuela de Física

Licenciatura Didáctica de la Física

Programa sintético de asignatura

## INSTRUMENTACIÓN Y CIRCUITO (FIS 206)

### I. DATOS GENERALES

Denominación: Instrumentación y circuitos.

Código de Horario: \_\_\_\_\_; Código de Asignatura: \_\_\_\_\_

Cuatrimestre: V (segundo año).

Créditos:

Horas de Dedicación: Totales: Teóricas: Práctica: Laboratorio: 0

Pre-requisitos: Experimental III y IV (FIS 101 C, FIS 101 D), Electricidad y Magnétismo (FIS 102 B), Campos y Ondas (FIS 102 C), Métodos matemáticos en Física I (Fis 200).

### II. JUSTIFICACIÓN

Este es un curso experimental centrado en introducir al estudiante en el análisis y estudio de los aspectos instrumentales de los circuitos eléctricos, circuitos electrónicos y sistemas de comunicación para el proceso de medición de variables

físicas dentro del estudio de un fenómeno. Para el logro de lo anterior se sugiere culminar el desarrollo de esta asignatura con la formulación de un proyecto experimental donde los estudiantes utilicen todas las habilidades y capacidades conceptuales y experimentales adquiridas a lo largo de este curso. Es importante la aplicación de aprendizajes previamente adquiridos con respecto a la planificación de una experiencia, por ejemplo, en referencia al montaje experimental, el proceso de medición, la diferencien entre la medición directa e indirecta, la propagación de la dispersión, la precisión de los aparatos de medición, que usen sensores de tipo Pasco, Arduino, Raspberry PI, entre otros.

### III. OBJETIVOS GENERALES

1. Armar circuitos eléctricos AC y medir corriente y voltaje.
2. Utilizar el osciloscopio, en su modalidad Instrumental y virtual, para describir fenómenos y realizar mediciones.
3. Estudiar experimentalmente leyes fundamentales del magnetismo (Biot Savart, Ampere, Faraday, etc.) para introducir el concepto de corriente alterna.
4. Construir algún aparato de medición ya sea a partir del uso de material de bajo costo o usando sensores lineales (PASCO, Arduino / Raspberry PI, etc.).

#### IV. DESCRIPCIÓN

El contenido de esta asignatura se desglosa en tres módulos.

**Módulo 1.** *Conducción en Semiconductores.* Se pretende con el desarrollo de este módulo que el estudiante conozca y comprenda las características esenciales y el funcionamiento de los semiconductores, como se producen y para que se les utiliza, además que identifique y conozca las características de la unión tipo p-n.

**Módulo 2.** *Circuitos eléctricos AC.* Con el desarrollo de este módulo se pretende que el estudiante desarrolle habilidades de tipo procedimental adecuadamente integrada a la comprensión del manejo de los modelos físicos, que sustentan el proceso de armado de circuitos. Así como la medición de magnitudes físicas fundamentales en la electricidad en sistemas con corriente alterna para el análisis de circuitos de corriente dependientes del tiempo. Esto requiere el manejo de instrumentos de medición de magnitudes físicas mediante osciloscopios y el uso de una interfaz tipo PASCO, o de código libre y hardware abierto tipo ARDUINO/Raspberry PI para medir las variables eléctricas de interés (potencial eléctrico, voltaje, corriente, potencia, energía eléctrica, etc.). Con esto último el estudiante se enfrentará a lo que implica preparar y poner a punto el instrumento de medición, lo que implica a su vez, entrar en un proceso de calibración para verificar la calidad de sus resultados.

**Módulo 3.** *Sensores.* Este módulo tiene como objetivo diseñar y construir sistema para la captación de señales usando sensores de tipo Arduino y/o Raspberry PI, con énfasis en el uso sensores e interfaces tipo PASCO, o de código libre y hardware abierto tipo ARDUINO/Raspberry PI.

## V. COMPETENCIAS

**Genéricas:** Tomadas del Proyecto Tuning.

- Capacidad de abstracción, análisis y síntesis.
- Capacidad de aplicar los conocimientos en la práctica.
- Capacidad para organizar y planificar el tiempo.
- Capacidad de comunicación oral y escrita.
- Habilidades en el uso de las tecnologías de la información y de la comunicación.
- Capacidad de investigación.
- Habilidades para buscar, procesar y analizar información procedente de fuentes diversas.
- Capacidad para identificar, plantear y resolver problemas.
- Capacidad de trabajo en equipo.
- Habilidad para trabajar en forma autónoma.

### **Específicas**

1. Conocer y comprender las características esenciales y funcionamiento de los semiconductores para que completar su formación en electricidad y magnetismo hacia el mundo de la electrónica teniendo como base las características fundamentales de la unión p-n.
2. Desarrolle habilidades relacionados con los procesos de calibración de instrumentos de medición de variables eléctricas para integrar el hacer en

Física a los modelos a la base del funcionamiento de circuitos eléctricos de corriente alterna.

3. Diseñe y construya un sistema de captación de señales para el estudio de fenómenos físico donde la captación de señales no sea evidente.

## VI. CONTENIDO

### **Módulo 1.** *Conducción en Semiconductores.*

- Semiconductores (funcionamiento y uso);
- Semiconductores puros (constitución), y los conceptos electrón libre y hueco (características, diferencias y similitudes);
- Semiconductores de tipo p y tipo n: características, diferencias y similitudes; 3) unión P-N en polarización directa y polarización inversa;
- Diodo con control (cuadrupolo), transistores y amplificadores operacionales;
- Uso y manejo del osciloscopio para el estudio del comportamiento de diodos, transistores y amplificadores operacionales.
- Figuras de lissajous.

### **Módulo 2.** *Circuitos eléctricos AC.*

- Impedancia, reactancia y capacitancia.
- Filtros.
- Circuitos RL en AC.
- Circuitos RL en AC.
- Circuitos RLC en AC.

- Fasores en circuitos AC.

### Módulo 3. *Sensores.*

- Elaboración de un proyecto final.
- Diseño del sistema de captación de señales.
- Elaboración del informe de los resultados obtenidos con la aplicación del proyecto diseñado

## VII. METODOLOGÍA Y RECURSOS

De manera general para todas las asignaturas de esta carrera se recomienda que la metodología y los recursos didácticos a utilizar en el aula al desarrollar los contenidos que las conforman, deben ser programados. En este sentido se sugiere, por ejemplo, organizar discusiones centradas en la interacción e intercambio de ideas entre docentes y estudiantes. Como eje central de esto último se pueden utilizar, por ejemplo, lecturas comentadas, el análisis y propuestas de soluciones de problemas reales, asociados con preguntas pertinentes sobre estos. Si el contenido a desarrollar lo permite se propone, además, introducir problemas históricos, realizar demostraciones, organizar conferencias, charlas, diseñar trabajos en equipo, desarrollar actividades experimentales sobre temas específicos de Física y discutir lo esperado en contraste con los resultados, analizar y resolver situaciones similares sobre esos mismos temas. El uso de applets, simulaciones, videos, software, páginas web, bases de datos bibliográficos y otros recursos debe ser parte fundamental del trabajo en el aula. Se recomienda, por último, que se tome en cuenta los marcos

conceptuales, las metodologías y los recursos tecnológicos actualizados. Esto garantizará la actualización continua de los contenidos, la metodología y los recursos.

En cuanto a metodología y los recursos a utilizar en el desarrollo de esta asignatura se sugiere promover la participación de los estudiantes en foros de discusión presenciales y/o virtuales (sincrónicos y asincrónicos) sobre los temas medulares que estructuran esta asignatura.

## VIII. CRITERIOS DE EVALUACIÓN

La evaluación debe ser formativa y sumativa.

- *Evaluación formativa.* Se recomienda que en este punto se ponga especial atención a las diferencias entre evaluación de los aprendizajes y evaluación para los aprendizajes. Ello con el objetivo de diseñar y elaborar evaluaciones que realmente pongan a prueba el conocimiento construido al aplicarlo a situaciones específicas que demuestren el nivel comprensión de los contenidos.
- *Evaluación Sumativa.* En este sentido se sugiere, por ejemplo, a partir de la amplia gama que existe, pruebas parciales escritas u orales, trabajos en grupo de carácter analítico, evaluación de trabajos escritos, pruebas orales de valoración de contenidos, defensa de un proyecto final sobre alguno de los temas estudiados o desarrollados.

En cuanto a la ponderación global de la evaluación se debe tener en cuenta lo establecido en el Estatuto Universitario, a saber:

Pruebas parciales	30 --- 40 %
Presentaciones orales, informes, trabajos en grupos, etc.	20 --- 30 %
Examen Semestral	30 --- 40 %

## IX. BIBLIOGRAFÍA

1. Pacheco Páramo, D. F., & Gutiérrez Jaimes, A. (2004). Unidad de aprendizaje interactiva de manejo de circuitos eléctricos e instrumentación.
2. Sánchez, J. A. (2013). *Instrumentación y control básico de procesos*. Ediciones Díaz de Santos.
3. Salas, R., Pérez, J., & Ramírez, J. (2007). Técnicas de diseño, desarrollo y montaje de circuitos impresos. *Universidad de los Andes. Venezuela*.
4. Quintero, C. G., López, J. O., & de la Hoz, H. A. (2011). *Instrumentación electrónica aplicada. Prácticas del laboratorio*. Universidad del Norte.
5. Boylestad, R. L., Nashelsky, L., Barraza, C. M., & Fernández, A. S. (2003). *Electrónica: teoría de circuitos y dispositivos electrónicos* (Vol. 8). PEARSON educación.
6. Cirovic, M. M. (2020). *Electrónica fundamental: dispositivos, circuitos y sistemas*. Reverte.

7. Cevallos Barahona, D. M. (2020). *Análisis de circuitos electrónicos para el proceso de enseñanza aprendizaje de la asignatura de robótica en la carrera tecnología de la información* (Bachelor's thesis, Jipijapa. UNESUM).
8. Floyd, T. L., Salas, R. N., González, L. M. O., & López, G. P. (2007). *Principios de circuitos eléctricos*. Pearson Educación.
9. Sirur Flores, J., & Benegas, J. (2008). Aprendizaje de circuitos eléctricos en el Nivel Polimodal: resultados de distintas aproximaciones didácticas. *Enseñanza de las ciencias: revista de investigación y experiencias didácticas*.
10. Cavalcante, M. A., Tavolaro, C. R. C., & Molisani, E. (2011). Física com Arduino para iniciantes. *Revista Brasileira de Ensino de Física*, 33, 4503-4503.
11. Barros, T. R., & Dias, W. S. (2019). Práticas experimentais de Física a distância: Desenvolvimento de uma aplicação com Arduino para a realização do Experimento de Millikan remotamente. *Revista Brasileira de Ensino de Física*, 41.

# UNIVERSIDAD DE PANAMÁ

Facultad de Ciencias Naturales, Exactas y Tecnología

Escuela de Física

Licenciatura Didáctica de la Física

Programa sintético de asignatura

## PROGRAMACIÓN PARA FÍSICOS I (INF 207 A)

(Introducción al Lenguaje Python)

### I. DATOS GENERALES

Denominación: Programación para Físicos – 1 (Introducción al lenguaje Python).

Código de Horario: \_\_\_\_\_; Código de Asignatura: \_\_\_\_\_

Cuatrimestre: V (segundo año).

Créditos:

Horas de Dedicación: Totales: Teóricas: Práctica: Laboratorio: 0

Pre-requisitos: Termodinámica e Introducción a la Física Estadística (FIS 200), Campos y Ondas (FIS 102 C), Fundamentos de Mecánica II (FIS 100 C), Electricidad y Magnetismo (FIS 102 B), Introducción a la Gravitación (FIS 202), Electromagnetismo y Relatividad Especial (FIS 103), Métodos matemáticos en Física I (Fis 200).

## II. JUSTIFICACIÓN

Python es un lenguaje que se caracteriza por una sintaxis sencilla y para muchos es un lenguaje muy cercano a la lógica del ser humano. Unido a lo anterior es un programa poderoso, flexible y versátil. Esto significa que con Python se pueden crear todo tipo de programas y herramientas, que son compatibles con otros lenguajes de programación. Por ello, facilita al programador trabajar con distintos modelos de programación. Y, además, pone a disponibilidad del usuario una gran variedad de librerías y entornos especializados en temas muy diversos para el análisis de datos en matemática y en ciencias básicas, configurar y gestionar recursos en la nube, desarrollar aplicaciones en la Web, etc. Lo que lo hace el lenguaje de referencia en Data Science y Machine Learning. En consecuencia, todo esto lo hace el lenguaje de referencia en el campo educativo. Esto hace que en la actualidad no se concibe la formación de físicos sin el aprendizaje de Python.

## III. OBJETIVO GENERAL

1. Manejar desde una perspectiva técnica las herramientas conceptuales necesarias para introducirse en el mundo de la programación con Python, un lenguaje multimodal, que permite hacer multitareas de manera pertinente y eficiente.
2. Promover la construcción de las competencias necesarias para manejar de manera integral Python, ya sea en tareas relacionadas con la formación a

distintos niveles y/o al investigar fenómenos naturales con estructura matemática.

#### IV. DESCRIPCIÓN

Esta primera asignatura introductoria a Python consta de tres módulos, que se describen a continuación.

**Módulo 1.** *Introducción a la programación con Python.* La introducción a Python como lenguaje de programación implica, conocer algo de su historia, en lo referente a su origen y potencialidades, los entornos de desarrollo más utilizados y las características que hacen de Python un lenguaje de programación poderoso para el futuro.

**Módulo 2.** *Fundamentos de Python.* La formación en la programación en Python requiere de la comprensión y manejo de las variables y operadores que lo caracterizan, seguido de las sentencias de control, los ciclos, las colecciones, etc., que conduzcan a una programación estructurada.

**Módulo 3.** *Programación Orientada a Objeto en Python (POO).* En este tercer módulo todo gira alrededor de la programación orientada a Objeto en Python. Se intenta proporcionar todo lo necesario para que se aprenda a pensar en problemas complejos como objetos. Por lo que se busca proporcionar todas las herramientas necesarias para resolver problemas complejos.

## V. COMPETENCIAS

**Genéricas:** Tomadas del Proyecto Tuning.

- Capacidad de abstracción, análisis y síntesis.
- Capacidad de aplicar los conocimientos en la práctica.
- Capacidad para organizar y planificar el tiempo.
- Capacidad de comunicación oral y escrita.
- Habilidades en el uso de las tecnologías de la información y de la comunicación.
- Capacidad de investigación.
- Habilidades para buscar, procesar y analizar información procedente de fuentes diversas.
- Capacidad para identificar, plantear y resolver problemas.
- Capacidad de trabajo en equipo.
- Habilidad para trabajar en forma autónoma.

### Específicas

1. Maneja eficientemente las características esenciales de la programación en Python, y las utiliza para identificar las características que debe tener el entorno de desarrollo a utilizar con este lenguaje de programación, en función de las características del problema o situación a resolver.

2. Piensa en problemas complejos como un objeto, lo que le permite encontrar solución al problema que se plantea resolver desde el uso coherente del conjunto de librerías y códigos de Python.

## VI. CONTENIDO

### *Módulo 1. Introducción a la programación con Python.*

- Introducción a Python: historia y potencialidades
- Entornos de desarrollo integrados (jupyter, coolab, spyder, anaconda, etc.)
- Características y ventajas del lenguaje Python en ciencias básicas.

### *Módulo 2. Fundamentos de Python.*

- Manejo de Variables con Python.
- Manejo de Operadores en Python.
- Manejo de Sentencias de Control If-Else.
- Uso de Ciclos While y For en Python.
- Colecciones en Python (List, Tuple, Set y Dictionary).
- Creación y Uso de Funciones en Python (Programación Estructurada).

### *Módulo 3. Programación Orientada a Objetos en Python (POO).*

- Clases y Objetos en Python (Programación Orientada a Objeto).
- Encapsulamiento en Python (Programación Orientada a Objeto).
- Herencia en Python (Programación Orientada a Objeto).
- Módulos en Python.
- Herencia Múltiple en Python.
- Clases Abstractas en Python.

- Contexto Estático en Python.
- Manejo de Constantes.
- Diseño de Clases con Python y POO.
- Sobrecarga de Operadores en Python.
- Polimorfismo en Python.
- Manejo de Excepciones.
- Manejo de Archivos.

## VII. METODOLOGÍA Y RECURSOS

De manera general para todas las asignaturas de esta carrera se recomienda que la metodología y los recursos didácticos a utilizar en el aula al desarrollar los contenidos que las conforman, deben ser programados. En este sentido se sugiere, por ejemplo, organizar discusiones centradas en la interacción e intercambio de ideas entre docentes y estudiantes. Como eje central de esto último se pueden utilizar, por ejemplo, lecturas comentadas, el análisis y propuestas de soluciones de problemas reales, asociados con preguntas pertinentes sobre estos. Si el contenido a desarrollar lo permite se propone, además, introducir problemas históricos, realizar demostraciones, organizar conferencias, charlas, diseñar trabajos en equipo, desarrollar actividades experimentales sobre temas específicos de Física y discutir lo esperado en contraste con los resultados, analizar y resolver situaciones similares sobre esos mismos temas. El uso de applets, simulaciones, videos, software, páginas web, bases de datos bibliográficos y otros recursos debe ser parte fundamental del trabajo en el aula. Se recomienda, por último, que se tome en cuenta los marcos

conceptuales, las metodologías y los recursos tecnológicos actualizados. Esto garantizará la actualización continua de los contenidos, la metodología y los recursos.

En cuanto a esta asignatura en específico, por el interés que genera en los jóvenes, se sugiere que al final de cada tema se abra un espacio para la reflexión, el análisis crítico y las sugerencias para el establecimiento de un puente entre la práctica en el aula. Es necesario tener presente que la interacción entre pares es fundamental en la construcción de conocimientos.

## VIII. CRITERIOS DE EVALUACIÓN

La evaluación debe ser formativa y sumativa.

- *Evaluación formativa.* Se recomienda que en este punto se ponga especial atención a las diferencias entre evaluación de los aprendizajes y evaluación para los aprendizajes. Ello con el objetivo de diseñar y elaborar evaluaciones que realmente pongan a prueba el conocimiento construido al aplicarlo a situaciones específicas que demuestren el nivel comprensión de los contenidos.
- *Evaluación Sumativa.* En este sentido se sugiere, por ejemplo, a partir de la amplia gama que existe, pruebas parciales escritas u orales, trabajos en grupo de carácter analítico, evaluación de trabajos escritos, pruebas orales de valoración de contenidos, defensa de un proyecto final sobre alguno de los temas estudiados o desarrollados.

En cuanto a la ponderación global de la evaluación se debe tener en cuenta lo establecido en el Estatuto Universitario, a saber:

Pruebas parciales	30 --- 40 %
Presentaciones orales, informes, trabajos en grupos, etc.	20 --- 30 %
Examen Semestral	30 --- 40 %

## IX. BIBLIOGRAFÍA

1. Bruce, P., Bruce, A., & Gedeck, P. (2022). Estadística práctica para ciencia de datos con R y Python. Marcombo.
2. Bolaños-Acosta, A. F., & Narváez-Romo, B. (2020). Una breve introducción a Python y sus aplicaciones en la ingeniería. D. Flórez-Orrego, B. Narváez-Romo, F. Ramírez-Gil, C. Arrieta-González, V. Posada-Pérez, S. Henao-Aguirre, & J. Isaza-López, La ingeniería y sus aplicaciones una perspectiva desde la industria, la investigación y la educación, 86-103.
3. Chazallet, S. (2020). Python 3 - Los fundamentos del lenguaje (3<sup>o</sup> edición)
4. Delgado, A. J. L. (2020). Aprende a programar con Python.
5. López, F. J. T. (2022). Ciencia de los datos con Python. Ecoe Ediciones.
6. Summerfield, M. (2010). Programming in Python 3: a complete introduction to the Python language. Addison-Wesley Professional.
7. Training, A. (2018). Curso de Python de Cero a Experto-Auribox Training.

# UNIVERSIDAD DE PANAMÁ

Facultad de Ciencias Naturales, Exactas y Tecnología

Escuela de Física

Licenciatura Didáctica de la Física

Programa sintético de asignatura

## EPISTEMOLOGICA E HISTORIA DE LA FÍSICA (FIS 208)

### I. DATOS GENERALES

Denominación: Epistemología e historia de la Física.

Código de Horario: \_\_\_\_\_; Código de Asignatura: \_\_\_\_\_

Cuatrimestre: VI (segundo año).

Créditos:

Horas de Dedicación: Totales: Teóricas: Práctica: Laboratorio: 0

Pre-requisitos: Los modelos en Física (FIS 205).

### II. JUSTIFICACIÓN

En la formación científica de futuros físicos es fundamental la epistemología e historia de la Física. La cultura es creación humana, la epistemología e historia de la Física son creaciones humanas y como tales no se deben perder, pues, proporcionan a las próximas generaciones de Físicos información sobre las bases de esta Ciencia que es fundamental para mantener su riqueza y su naturaleza. El

conocimiento de las distintas visiones históricas y epistemológicas a la base de la construcción y evolución de las teorías y modelos físicos pueden facilitar al físico en formación y fuerte asidero sobre el cual sentar su reflexión en el proceso de construcción de conocimiento y cosmovisiones sobre su ser, hacer y aprender mirando hacia el futuro.

### III. OBJETIVOS GENERALES

1. Valorar la importancia y la utilidad de la epistemología y la historia de la física en su formación como físico y en especial en el proceso de construcción de los modelos que sustenta a la Física como Ciencia Experimental.
2. Identificar los aspectos fundamentales de las distintas corrientes filosóficas con respecto al proceso de construcción de conocimiento.
3. Analizar y comprender la evolución histórica de conceptos fundamentales que estructuran las teorías de la física e imágenes del universo y el comportamiento de la naturaleza, desde una perspectiva epistemológica.

## IV. DESCRIPCIÓN

Esta asignatura se desglosa en cuatro módulos.

**Módulo 1.** *Introducción a la historia y epistemología: conceptos fundamentales.* Se busca con el desarrollo de este módulo el estudio y comprensión de conceptos básicos para la historia y la epistemología de la Física.

**Módulo 2.** *Filósofos y la corriente filosófica que sustentan.* En este módulo se promoverá el análisis y estudio de los filósofos y epistemólogos más connotados en el mundo de las Ciencias.

**Módulo 3.** *Enfoques epistemológicos contemporáneos y los epistemólogos que los sustentan.* Con el desarrollo de este módulo se busca promover el análisis y estudio de los enfoques epistemológicos contemporáneos.

**Módulo 4.** *Enfoques epistemológicos contemporáneos y los epistemólogos que los sustentan.* Se pretende con el desarrollo de este módulo la evolución histórica de conceptos fundamentales que estructuran las teorías de la física e imágenes del universo y el comportamiento de la naturaleza, desde una perspectiva epistemológica.

## VI. CONTENIDO

**MÓDULO 1:** *Introducción a la epistemología: conceptos fundamentales.*

- Creación de nuevo conocimiento.
- Qué hacen los científicos.
- Argumentar.

- ¿Qué es Ciencia?
- Pensamiento creativo.
- Concepción inductivista de la Ciencia.
- Falsacionismo.
- Filosofía natural-Historia natural-Ciencia.
- Epistemología de las Ciencias.
- El mito.
- El conocimiento ordinario.
- La Filosofía.
- La Ciencia.
- Historia de la física.
- Epistemología e Historia de la física.

**MÓDULO 2:** *Filósofos y la corriente filosófica que sustentan.*

- Platón y el idealismo griego.
- Aristóteles y el materialismo griego.
- Tomás de Aquino y la tradición escolástica.
- René Descartes y el racionalismo.
- Francis Bacon, John Locke y el empirismo.
- David Hume y el empirismo en la filosofía moderna.
- Immanuel Kant y el criticismo.
- Augusto Comte y el positivismo.
- Bertrand Russell y la lógica matemática.
- El Círculo de Viena y el empirismo lógico.
- Racionalismo versus empirismo en la época actual.

- Idealismo versus materialismo en la época actual.

**MÓDULO 3.** *Enfoques epistemológicos contemporáneos y los epistemólogos que los sustentan.*

- Karl Popper y el falsacionismo
- Thomas Kuhn y las revoluciones científicas.
- Gastón Bachelard y los obstáculos epistemológicos.
- Imre Lakatos y los programas de investigación.
- Larry Laudan y la resolución de problemas.
- Stephen Toulmin y el modelo de argumentación.
- Paul Feyerabem y el anarquismo filosófico.
- Edgar Morín y los siete saberes.

**MÓDULO 4:** *Evolución historias y epistemológica de algunos conceptos fundamentales en Física.*

- De la concepción geocéntrica a la concepción heliocéntrica del universo.
- De la concepción aristotélica a la concepción newtoniana del movimiento.
- Del concepto de éter al concepto de campo.
- La luz ¿onda o partícula?
- Del calórico al principio de conservación de la energía.
- Del átomo a la radioactividad.
- De la mecánica clásica a la mecánica relativista.

## V. COMPETENCIAS

**Genéricas:** Tomadas del Proyecto Tuning.

- Capacidad de abstracción, análisis y síntesis.
- Capacidad de aplicar los conocimientos en la práctica.
- Capacidad para organizar y planificar el tiempo.
- Capacidad de comunicación oral y escrita.
- Habilidades en el uso de las tecnologías de la información y de la comunicación.
- Capacidad de investigación.
- Habilidades para buscar, procesar y analizar información procedente de fuentes diversas.
- Capacidad para identificar, plantear y resolver problemas.
- Capacidad de trabajo en equipo.
- Habilidad para trabajar en forma autónoma.

**Específicas**

1. Comprende y maneja los conceptos básicos que fundamentan y dan forma a la historia y la epistemología de la Física, para articular de manera pertinente su conocimiento en este campo teniendo como base la búsqueda de información sobre la naturaleza de la Física como Ciencia.
2. Argumenta y defiende los conocimientos generados por los filósofos y las corrientes filosóficas que sustentan desde su carga teórica.

3. Explica el análisis y estudio de los enfoques epistemológicos contemporáneos para aplicarlos a su proceso de construcción de saber en Física, no perder de vista la naturaleza de la Física.
4. Describe y explica la evolución histórica de conceptos fundamentales que estructuran las teorías de la física e imágenes del universo y el comportamiento de la naturaleza, desde una perspectiva epistemológica teniendo presente la importante que es para su formación la construcción robusta de conocimiento.

## VII. METODOLOGÍA Y RECURSOS

De manera general para todas las asignaturas de esta carrera se recomienda que la metodología y los recursos didácticos a utilizar en el aula al desarrollar los contenidos que las conforman, deben ser programados. En este sentido se sugiere, por ejemplo, organizar discusiones centradas en la interacción e intercambio de ideas entre docentes y estudiantes. Como eje central de esto último se pueden utilizar, por ejemplo, lecturas comentadas, el análisis y propuestas de soluciones de problemas reales, asociados con preguntas pertinentes sobre estos. Si el contenido a desarrollar lo permite se propone, además, introducir problemas históricos, realizar demostraciones, organizar conferencias, charlas, diseñar trabajos en equipo, desarrollar actividades experimentales sobre temas específicos de Física y discutir lo esperado en contraste con los resultados, analizar y resolver situaciones similares sobre esos mismos temas. El uso de applets, simulaciones, videos, software, páginas web, bases de datos bibliográficos y otros recursos debe ser parte fundamental del

trabajo en el aula. Se recomienda, por último, que se tome en cuenta los marcos conceptuales, las metodologías y los recursos tecnológicos actualizados. Esto garantizará la actualización continua de los contenidos, la metodología y los recursos.

En cuanto a metodología y los recursos a utilizar en el desarrollo de esta asignatura, se sugiere promover la participación de los estudiantes en foros de discusión presenciales y/o virtuales (sincrónicos y asincrónicos) sobre los temas medulares que estructuran esta asignatura.

## VIII. CRITERIOS DE EVALUACIÓN

La evaluación debe ser formativa y sumativa.

- *Evaluación formativa.* Se recomienda que en este punto se ponga especial atención a las diferencias entre evaluación de los aprendizajes y evaluación para los aprendizajes. Ello con el objetivo de diseñar y elaborar evaluaciones que realmente pongan a prueba el conocimiento construido al aplicarlo a situaciones específicas que demuestren el nivel comprensión de los contenidos.
- *Evaluación Sumativa.* En este sentido se sugiere, por ejemplo, a partir de la amplia gama que existe, pruebas parciales escritas u orales, trabajos en grupo de carácter analítico, evaluación de trabajos escritos, pruebas orales de valoración de contenidos, defensa de un proyecto final sobre alguno de los temas estudiados o desarrollados.

En cuanto a la ponderación global de la evaluación se debe tener en cuenta lo establecido en el Estatuto Universitario, a saber:

Pruebas parciales	30 --- 40 %
Presentaciones orales, informes, trabajos en grupos, etc.	20 --- 30 %
Examen Semestral	30 --- 40 %

## IX. BIBLIOGRAFÍA

1. Bachelard, G. (1972). La formación del espíritu científico, Bs. Aires, (4) <https://doctoradousbcienciaseducacion.files.wordpress.com/2013/01/bachelard-la-formacion-del-espiritu-cientifico.pdf>
2. Bauman, Zygmunt (2004) Modernidad líquida, F.C.E., México. [http://www.elsarbresdefahrenheit.net/documentos/obras/1595/ficheros/modernidad\\_liquida.pdf](http://www.elsarbresdefahrenheit.net/documentos/obras/1595/ficheros/modernidad_liquida.pdf)
3. Bayarres, M.(2007) Verdad, lenguaje y pensamiento, Montevideo.
4. Bernal, J.(1969) La historia social de la ciencia, Edición 62, Barcelona.
5. Bunge, M. (1973) La investigación científica, Barcelona.
6. Bunge, M.(1999) La ciencia, su método y su filosofía, Bs. Aires. [http://users.dcc.uchile.cl/~cguierr/cursos/INV/bunge\\_ciencia.pdf](http://users.dcc.uchile.cl/~cguierr/cursos/INV/bunge_ciencia.pdf)
7. Capra, F. (2007) El punto crucial. [http://cursos.academiasostenibilidad.com/wp-content/uploads/2014/09/El-Punto-Crucial\\_Fritjof-Capra.pdf](http://cursos.academiasostenibilidad.com/wp-content/uploads/2014/09/El-Punto-Crucial_Fritjof-Capra.pdf)

8. Carnap, R. (1969) Fundamentación lógica de la Física, Bs. Aires
  9. Chalmers, A. (1992) ¿Qué es esa cosa llamada ciencia? , Madrid 1992.  
<https://ulagos.files.wordpress.com/2012/03/libro-que-es-esa-cosa-llamada-ciencia.pdf>
  10. Colom, A. y Melich, J. (1997) Después de la Modernidad, Bs. Aires.
  11. Dancy, J.(1993) Introducción a la epistemología, Gredos, Madrid.
  12. Davidson, D.(1992) Mente, mundo y acción, Barcelona,
  - 13, Díaz, E. y Heler M.(1992) Hacia una visión crítica de la ciencia, Bs. Aires.
- Díaz, Esther (2004) La Pos-ciencia, Bs. Aires.

# UNIVERSIDAD DE PANAMÁ

Facultad de Ciencias Naturales, Exactas y Tecnología

Escuela de Física

Licenciatura Didáctica de la Física

Programa sintético de asignatura

## PROBABILIDAD Y ESTADÍSTICA EN FÍSICA (FIS 209)

### I. DATOS GENERALES

Denominación: Probabilidad y Estadística en Física.

Código de Horario: \_\_\_\_\_; Código de Asignatura: \_\_\_\_\_

Cuatrimestre: VI (segundo año).

Créditos:

Horas de Dedicación: Totales: Teóricas: Práctica: Laboratorio: 0

Pre-requisitos: Termodinámica e Introducción a la Física Estadística (FIS 200), Física Experimental V (FIS 201 A), Métodos matemáticos en Física II (Mat 201).

### II. JUSTIFICACIÓN

La Termodinámica es una rama de la Física clásica que establece relaciones entre el mundo macroscópico y el microscópico. Se trata de identificar y medir las variables macroscópicas que traducen el comportamiento mecánico clásico (en su parte cinética) de los componentes microscópicos de un sistema. Ante un

número muy grande de partículas, lo pertinente es hacer un modelo de comportamiento probabilista y abordar un tratamiento estadístico de la información con control de variables. Una vez caracterizadas las variables y su comportamiento, establecer las relaciones pertinentes entre las variables microscópicas y macroscópicas usando la estadística.

### III. OBJETIVOS GENERALES

1. Discutir el contexto histórico que condujeron a utilización de las variables macroscópicas que caracterizan el comportamiento colectivo de las partículas que constituyen los cuerpos macroscópicos: temperatura, volumen, presión, etc. y los comportamientos como las fases, líquidos, gases, sólidos, superconductores, superfluidos, plasma y las transiciones de fase, etc.
2. Analizar las funciones de probabilidad como la de Maxwell-Boltzmann, Fermi-Dirac, Bose -Einstein y su relación con las variables termodinámicas.
3. Establecer relaciones entre los fenómenos físicos, las variables que los caracterizan, su medición y las características estadísticas de las funciones de probabilidad.

### IV. DESCRIPCIÓN

La asignatura tiene varios módulos según los temas. El primer módulo es la introducción a la Termodinámica y su relación con la Estadística. El segundo

módulo estudia la relación entre Probabilidades y Estadística. El tercero estudia las distintas funciones de probabilidad en Física. El cuarto módulo caracteriza los líquidos, gases, sólidos, superconductores, superfluidos, plasma y las transiciones de fase.

## V. COMPETENCIAS

**Genéricas:** Tomadas del Proyecto Tuning.

- Capacidad de abstracción, análisis y síntesis.
- Capacidad de aplicar los conocimientos en la práctica.
- Capacidad para organizar y planificar el tiempo.
- Capacidad de comunicación oral y escrita.
- Habilidades en el uso de las tecnologías de la información y de la comunicación.
- Capacidad de investigación.
- Habilidades para buscar, procesar y analizar información procedente de fuentes diversas.
- Capacidad para identificar, plantear y resolver problemas.
- Capacidad de trabajo en equipo.
- Habilidad para trabajar en forma autónoma.

## Específicas

1. Discute la diferencia entre relaciones causales y las probabilistas.
2. Explica la diferencia entre un fenómeno probabilista y uno estadístico.
3. Comprende y explica la simplicidad y la complejidad, al mismo tiempo, de la transmisión de energía a nivel macroscópico y el papel del calor en el proceso.
4. Explica con simplicidad, la relación que hay entre variables macroscópicas y microscópicas.
5. Discute las propiedades macroscópicas y su relación con las propiedades microscópicas.
6. Explica los cambios de fase en los cuerpos macroscópicos.

## VI. CONTENIDO

### *Modulo 1. La Termodinámica y su relación con la Mecánica.*

- Entropía y pérdida de información.
- Calor y Temperatura
- Otras variables termodinámicas.

### *Módulo 2: Conceptos básicos de probabilidades y estadística.*

- Probabilidades y Estadística y su relación con la Termodinámica.
- Distribución binomial, de Poisson, gaussiana, otras. Dispersión, sus características y la medición. Propiedades Termodinámicas y la Física Estadística.

- Los gases ideales y los gases reales. Reversibilidad y entropía. Otras fases de la materia.
- Cambio de fases

### Módulo 3. *Funciones de Probabilidad.*

- Maxwell-Boltzmann.
- Fermi-Dirac.
- Bose -Einstein.

### Módulo 4. *Fases de la materia.*

- Los líquidos.
- Gases.
- Sólidos.
- Superconductores.
- Superfluidos.
- Plasma.
- las transiciones de fase.

## VII. METODOLOGÍA Y RECURSOS

De manera general para todas las asignaturas de esta carrera se recomienda que la metodología y los recursos didácticos a utilizar en el aula al desarrollar los contenidos que las conforman, deben ser programados. En este sentido se sugiere, por ejemplo, organizar discusiones centradas en la interacción e intercambio de ideas entre docentes y estudiantes. Como eje central de esto último se pueden utilizar, por ejemplo, lecturas comentadas, el análisis y propuestas de soluciones de

problemas reales, asociados con preguntas pertinentes sobre estos. Si el contenido a desarrollar lo permite se propone, además, introducir problemas históricos, realizar demostraciones, organizar conferencias, charlas, diseñar trabajos en equipo, desarrollar actividades experimentales sobre temas específicos de Física y discutir lo esperado en contraste con los resultados, analizar y resolver situaciones similares sobre esos mismos temas. El uso de applets, simulaciones, videos, software, páginas web, bases de datos bibliográficos y otros recursos debe ser parte fundamental del trabajo en el aula. Se recomienda, por último, que se tome en cuenta los marcos conceptuales, las metodologías y los recursos tecnológicos actualizados. Esto garantizará la actualización continua de los contenidos, la metodología y los recursos.

En cuanto a metodología y los recursos a utilizar en el desarrollo de esta asignatura, se sugiere promover la participación de los estudiantes en foros de discusión presenciales y/o virtuales (sincrónicos y asincrónicos) sobre los temas medulares que estructuran esta asignatura.

## VIII. CRITERIOS DE EVALUACIÓN

La evaluación debe ser formativa y sumativa.

- *Evaluación formativa.* Se recomienda que en este punto se ponga especial atención a las diferencias entre evaluación de los aprendizajes y evaluación para los aprendizajes. Ello con el objetivo de diseñar y elaborar evaluaciones que realmente pongan a prueba el conocimiento construido al aplicarlo a

situaciones específicas que demuestren el nivel comprensión de los contenidos.

- *Evaluación Sumativa.* En este sentido se sugiere, por ejemplo, a partir de la amplia gama que existe, pruebas parciales escritas u orales, trabajos en grupo de carácter analítico, evaluación de trabajos escritos, pruebas orales de valoración de contenidos, defensa de un proyecto final sobre alguno de los temas estudiados o desarrollados.

En cuanto a la ponderación global de la evaluación se debe tener en cuenta lo establecido en el Estatuto Universitario, a saber:

Pruebas parciales	30 --- 40 %
Presentaciones orales, informes, trabajos en grupos, etc.	20 --- 30 %
Examen Semestral	30 --- 40 %

## IX. BIBLIOGRAFÍA

1. Angel, M. E., Fernández, G., & Polola, L. C. (2022). Génesis y evolución histórica de la probabilidad y estadística.
2. Bolívar Cely, S., & Riscanevo, L. E. (2015, March). Aplicaciones estadísticas en física experimental. In *II Encuentro Internacional de Matemáticas, Estadística y Educación Matemática*.

3. Casesnoves, D. M. (2007). El azar en física y biología y las matemáticas del azar. *Revista de la Real Academia de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales*, 101(1), 35-58.
4. Miller, I., & Freund, J. E. (2021). *Probabilidad y estadística para ingenieros*. Reverté.
5. Panteleeva, O. V., & González, E. G. (2014). *Probabilidad y Estadística: Aplicaciones a la ingeniería y ciencias*. Grupo Editorial Patria.
6. Serra, R. C. S., & Peña, P. D. J. P. (2016). Un enfoque interdisciplinar de la Física General y Probabilidades y Estadística, carrera Matemática Física. *Atenas*, 3(35), 141-155.
7. Walpole, R. E., Myers, R. H., Myers, S. L., & Ye, K. (2012). Probabilidad y estadística para ingeniería y ciencias. *Norma*, 162, 157.
8. Vidal, F. M. Estadística en física de partículas.  
Disponible en: [https://metode.cat/wp-content/uploads/2014/11/83ES4\\_estadistica\\_fisica\\_particulas.pdf](https://metode.cat/wp-content/uploads/2014/11/83ES4_estadistica_fisica_particulas.pdf)

# UNIVERSIDAD DE PANAMÁ

Facultad de Ciencias Naturales, Exactas y Tecnología

Escuela de Física

Licenciatura Didáctica de la Física

Programa sintético de asignatura

## FÍSICA AMBIENTAL Y SOCIEDAD (FIS 210)

### I. DATOS GENERALES

Denominación: Física Ambiental y sociedad.

Código de Horario: \_\_\_\_\_; Código de Asignatura: \_\_\_\_\_

Cuatrimestre: VI (segundo año).

Créditos:

Horas de Dedicación: Totales: Teóricas: Práctica: Laboratorio:0

Pre-requisitos: Termodinámica e Introducción a la Física Estadística, (FIS 200)  
Física moderna e introducción a la física cuántica, (FIS 204) Campos y ondas (FIS  
101 C), Electromagnetismo y relatividad especial (FIS 103), Métodos matemáticos  
en Física II (Mat 201).

## II. JUSTIFICACIÓN

Con el desarrollo de esta asignatura se busca promover que el estudiante adquiriera los conocimientos adecuados y pertinentes, fundamentados en el análisis y estudio de la evidencia, para que comprenda los riesgos de la contaminación ambiental producida por fenómenos naturales y por las actividades de los seres humanos. También, se busca promover que el estudiante reflexione sobre el hecho que el análisis de la evidencia y el tratamiento de los datos, para extraer conclusiones científicamente válidas, implica comprender el proceso de medición, el uso adecuado de instrumentos de medición, la identificación de las variables que caracterizan el entorno natural a su alrededor, la identificación del posible origen de la contaminación, entre otros aspectos. Por lo que se ha estructurado el contenido de este curso en cinco módulos que se describen a continuación.

## III. OBJETIVOS GENERALES

1. Adquirir conocimientos fundamentales de carácter formativo, que permitan comprender los riesgos de la contaminación ambiental producida por fenómenos naturales y por las actividades de los seres humanos.
2. Comprender y manejar que la medición permite llevar a un lenguaje numérico, vía los sensores, las variables que caracterizan y las que influyen sobre los fenómenos que están al origen de la contaminación y con ello hacer un tratamiento de los datos para extraer conclusiones científicamente válidas.

#### IV. DESCRIPCIÓN

**Módulo 1.** *Introducción a la Física ambiental.* Este primer módulo tiene como objetivos que el estudiante, con información bibliográfica, 1) construya una definición de lo que es el ambiente y su evolución (incluyendo variables físicas y abióticas) y sus relaciones con la sociedad. 2) Analice y reflexione sobre las clases y tipos de impactos ambientales (aspectos técnicos y legales generales) y la necesidad de un monitoreo permanente (con sus manuales de operaciones) de las variables esenciales que inciden sobre el deterioro del ambiente.

**Módulo 2.** *Acústica ambiental.* Este módulo tiene como objetivos que el estudiante: 1) Comprenda que el sonido es una onda de presión y por ello es un fenómeno que estudia la Física. 2) Construya un modelo de la onda acústica en diferentes medios, su origen e incidencia (rangos y límites) según la frecuencia y la intensidad (concepto de ruido). 3) Compare los sensores naturales de sonido (anatomía y fisiología del oído) y los sensores hechos por el hombre (receptores y emisores). Estudie las filtraciones de sonido para su estudio para obtener el ruido y estudiarlo. 4) Analice de manera objetiva desde su comprensión y manejo (medición), diferentes ambientes donde la contaminación acústica incide de manera negativa en los ciudadanos.

**Módulo 3.** *Contaminación electromagnética.* Este módulo tiene como objetivo promover el conocimiento sobre la contaminación electromagnética desde la Física y sus modelos y su incidencia sobre la salud. Por ello se propone el desarrollo de los siguientes temas: 1) Espectro electromagnético: Radiación ionizante y la no ionizante; 2) Campos electromagnéticos de baja frecuencia, radiofrecuencia y de microondas; 3) Exposición, medición y efecto de la radiación

electromagnética sobre la salud del Ser Humano; 4) Ejemplos de fuentes de radiaciones no ionizantes.

**Módulo 4.** *Contaminación por partículas suspendidas en el aire y gases atmosféricos.* Este módulo tiene como objetivos que el estudiante: 1) Identifique las consecuencias de la contaminación por partículas suspendidas en el aire y gases atmosféricos sobre la *contaminación térmica y el calentamiento global.* 2) Comprenda el origen y perjuicio social del material particulado en el aire, los gases atmosféricos y en general el calentamiento global.

## V. COMPETENCIAS

**Genéricas:** Tomadas del Proyecto Tuning.

- Capacidad de abstracción, análisis y síntesis.
- Capacidad de aplicar los conocimientos en la práctica.
- Capacidad para organizar y planificar el tiempo.
- Capacidad de comunicación oral y escrita.
- Habilidades en el uso de las tecnologías de la información y de la comunicación.
- Capacidad de investigación.
- Habilidades para buscar, procesar y analizar información procedente de fuentes diversas.
- Capacidad para identificar, plantear y resolver problemas.
- Capacidad de trabajo en equipo.
- Habilidad para trabajar en forma autónoma.

## Específicas

1. Construye el concepto ambiente y su evolución (incluyendo variables físicas y abióticas) y sus relaciones con la sociedad, para analizar y reflexionar sobre los impactos ambientales (aspectos técnicos y legales generales), usando como criterio los aspectos que fundamenten el monitoreo permanente (con sus manuales de operaciones) de las variables esenciales que inciden sobre el deterioro del ambiente.
2. Comprende y maneja el modelo de la onda acústica para el sonido en diferentes medios, su origen e incidencia (rangos y límites) según la frecuencia y la intensidad (concepto de ruido), usando como criterio el hecho que existen diferentes ambientes donde la contaminación acústica incide de manera negativa en los ciudadanos.
3. Maneja y aplica el conocimiento sobre la contaminación electromagnética, y su incidencia sobre la salud, desde sus diferentes formas radiación ionizante, no ionizante; baja frecuencia, radiofrecuencia y de microondas.
2. Conoce las consecuencias de la contaminación por partículas suspendidas en el aire y gases atmosféricos, para comprender el origen y perjuicio social del *material particulado* en el aire, los gases atmosféricos y en general el calentamiento teniendo como ejes medulares el conocimiento de la *contaminación térmica y el calentamiento global*.

## CONTENIDOS

### **Módulo 1.** *Introducción a la Física ambiental.*

- El ambiente, su evolución y su relación con la sociedad a partir de variables físicas y abióticas.
- La importancia de registros históricos de las variables meteorológicas básicas, las afectaciones naturales más comunes que inciden sobre el ambiente, la actividad del hombre que afecta al ambiente, etc.
- El concepto de monitoreo ambiental con algunos ejemplos.

### **Módulo 2.** *Acústica ambiental.*

- Descripción de una onda sonora, su reflexión y transmisión en el ambiente.
- Conceptos de intensidad, impedancia, absorción y atenuación del sonido.
- Espectros sonoros, superposición de ondas acústicas y medición del campo acústico.
- El oído humano.
- Umbrales auditivos y niveles de sonoridad, tono y timbre, frecuencias y anchos de banda normalizados;
- Efectos del ruido en la salud, escalas de ponderación (índices), medición del ruido.
- Fuentes de ruido ambiental; fundamentos físicos de los materiales absorbentes, coeficiente de absorción, propagación del sonido en lugares cerrados (Tiempo de reverberación), propagación del sonido en el aire libre (Barreras acústicas) y aislamiento acústico.

- Planificación y control del ruido comunitario;
- Normativa y legislación sobre el ruido.

**Módulo 3.** *Contaminación electromagnética.*

- *Contaminación lumínica.* promover el conocimiento sobre la contaminación lumínica (luz visible) desde la Física y sus modelos, así como su incidencia sobre la salud. 1) concepto de contaminación lumínica, fuentes de contaminación lumínica; 2) el funcionamiento del ojo humano y los efectos de la contaminación lumínica sobre el Ser Humano; 3) Conceptos físicos a la base de la comprensión de la contaminación lumínica; 4) Tipos de contaminación lumínica; 4) el ahorro energético como una forma de combatir la contaminación lumínica.
- *Otras contaminaciones electromagnéticas.* Las estaciones de radiodifusión de frecuencia y/o amplitud modulada (FM y AM) y no modulada, los equipos de tecnología médica que utilizan radiaciones de radiofrecuencias, los rayos láser y del espectro ultravioleta cercano en sus diversas aplicaciones clínicas, dispositivos de mantenimiento de energía eléctrica que al cargarse generan grandes campos estáticos, sistemas de resonancia magnética nuclear, etc.
- *Radiación ultravioleta y otros contaminantes atmosféricos.* 1) fundamentos de fotoquímica y dinámica atmosférica; 2) gases de invernadero y CO<sub>2</sub>; 3) ozono estratosférico; 4) hidrocarburos halogenados; 5) fuentes de emisiones 6) clasificación de la radiación UV, medición de la radiación ultravioleta, índice de radiación ultravioleta (UVI), protección frente a la radiación ultravioleta y el cáncer de piel.

**Módulo 4.** *Contaminación por partículas suspendidas en el aire y gases atmosféricos.*

- Origen de los contaminantes, modelos de transporte de contaminantes atmosféricos y el concepto de estabilidad atmosférica.
- Modelo de partículas suspendidas en el aire hacia la construcción del concepto de material particulado y su clasificación.
- Fuentes antropogénicas y naturales de material particulado.
- Medición de la contaminación ambiental por material particulado.
- Normativas para el control del material particulado en el aire elaboradas por la OMS (Organización Mundial de la Salud). Contaminantes gaseosos. Origen e incidencias negativas sobre la salud y la propiedad.
- *Contaminación térmica.* 1) energía y medio ambiente, transferencia de energía, transmisión por radiación (balance radiactivo); 2) contaminación por variaciones térmicas, entropía y energía inutilizada, y rendimiento termodinámico; 3) máquinas y centrales térmicas; 4) energías renovables y calentamiento global.

## VII. METODOLOGÍA Y RECURSOS

De manera general para todas las asignaturas de esta carrera se recomienda que la metodología y los recursos didácticos a utilizar en el aula al desarrollar los contenidos que las conforman, deben ser programados. En este sentido se sugiere, por ejemplo, organizar discusiones centradas en la interacción e intercambio de ideas entre docentes y estudiantes. Como eje central de esto último se pueden

utilizar, por ejemplo, lecturas comentadas, el análisis y propuestas de soluciones de problemas reales, asociados con preguntas pertinentes sobre estos. Si el contenido a desarrollar lo permite se propone, además, introducir problemas históricos, realizar demostraciones, organizar conferencias, charlas, diseñar trabajos en equipo, desarrollar actividades experimentales sobre temas específicos de Física y discutir lo esperado en contraste con los resultados, analizar y resolver situaciones similares sobre esos mismos temas. El uso de applets, simulaciones, videos, software, páginas web, bases de datos bibliográficos y otros recursos debe ser parte fundamental del trabajo en el aula. Se recomienda, por último, que se tome en cuenta los marcos conceptuales, las metodologías y los recursos tecnológicos actualizados. Esto garantizará la actualización continua de los contenidos, la metodología y los recursos.

En cuanto a metodología y los recursos a utilizar en el desarrollo de esta asignatura es necesario promover la reflexión y el análisis, por ejemplo, sobre el concepto campo y su importancia en Física y La diferencia entre una carga en reposo y una carga en movimiento y las consecuencias en la interacción electromagnética, y otros más. Es fundamental que se comprenda la diferencia entre campo escalar y campo vectorial, por lo que la interacción y discusión entre pares apoya la construcción de conocimiento en este sentido. En consecuencia, se sugiere promover la participación de los estudiantes en foros de discusión presenciales y/o virtuales (sincrónicos y asincrónicos) sobre los temas medulares que estructuran esta asignatura.

## VIII. CRITERIOS DE EVALUACIÓN

La evaluación debe ser formativa y sumativa.

- *Evaluación formativa.* Se recomienda que en este punto se ponga especial atención a las diferencias entre evaluación de los aprendizajes y evaluación para los aprendizajes. Ello con el objetivo de diseñar y elaborar evaluaciones que realmente pongan a prueba el conocimiento construido al aplicarlo a situaciones específicas que demuestren el nivel comprensión de los contenidos.
- *Evaluación Sumativa.* En este sentido se sugiere, por ejemplo, a partir de la amplia gama que existe, pruebas parciales escritas u orales, trabajos en grupo de carácter analítico, evaluación de trabajos escritos, pruebas orales de valoración de contenidos, defensa de un proyecto final sobre alguno de los temas estudiados o desarrollados.

En cuanto a la ponderación global de la evaluación se debe tener en cuenta lo establecido en el Estatuto Universitario, a saber:

Pruebas parciales	30 --- 40 %
Presentaciones orales, informes, trabajos en grupos, etc.	20 --- 30 %
Examen Semestral	30 --- 40 %

## IX. BIBLIOGRAFÍA

1. Ribelles, R., Solbes, J., & Vilches, A. (1995). Las interacciones CTS en la enseñanza de las ciencias. Análisis comparativo de la situación para la Física y Química y la Biología y Geología. *Comunicación, Lenguaje y Educación*, 7(4), 135-143.

2. Estrada Guerrero, R. F. (2010). La enseñanza de la física y las matemáticas: un enfoque hacia la educación ambiental.

Disponible en: <https://www.jstor.org/stable/40420984>

3. Navone, H. D., Niell, L., Bertoldi, M., Menchón, R., & Fourty, A. L. (2020). La cuestión ambiental en la Revista de Enseñanza de la Física (2015-2019). *Revista de Enseñanza de la Física*, 32, 271-278.

Disponible en:

<https://revistas.unc.edu.ar/index.php/revistaEF/article/view/31003>

4. Machín Armas, F. O., Céspedes Montano, S. G., Riverón Mena, A. N., & Fernández Santiesteban, E. (2017). Sostenibilidad, ingeniería y enseñanza de las ciencias básicas: marco teórico conceptual. *Revista Iberoamericana de Educación*.

Disponible en:

<https://revistas.unc.edu.ar/index.php/revistaEF/article/view/31003>

5. Pontes Pedrajas, A., & Varo Martínez, M. (2016). Mapas conceptuales aplicados al tratamiento de temas medioambientales en la formación del profesorado de física. *Profesorado: Revista de curriculum y formación del profesorado*.

Disponible en: <https://redined.educacion.gob.es/xmlui/handle/11162/122302>

6. Cruz, A. C. (2008). ¿ Qué hace un buen maestro?: la visión del estudiante en ciencias físico matemáticas. *Latin-American Journal of Physics Education*, 2(2), Disponible en: <https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/2735591.pdf>
7. Sosa Sosa, L. H., & Rivero Cabrales, L. (2018). El tratamiento a la relación ciencia, tecnología sociedad y medio ambiente en el proceso de enseñanza aprendizaje de la física. *Atlante Cuadernos de Educación y Desarrollo*, (septiembre).  
Disponible en: <https://www.eumed.net/rev/atlante/2018/09/ciencia-tecnologia-sociedad.html>
8. Ruiz, A. G., Guío, M. D. C., & Fernández, R. G. Modelo de enfoque ciencia, tecnología, sociedad y ambiente en la didáctica de física y química en la enseñanza secundaria: contaminación atmosférica. *Didáctica de la Física y la Química en los distintos niveles educativos*, 337.  
**Disponible en:**  
[https://www.quimicaysociedad.org/wp-content/uploads/2013/11/didactica\\_de\\_la\\_fisica\\_y\\_la\\_quimica\\_en\\_los\\_distintos\\_niveles\\_educativos\\_2.pdf#page=337](https://www.quimicaysociedad.org/wp-content/uploads/2013/11/didactica_de_la_fisica_y_la_quimica_en_los_distintos_niveles_educativos_2.pdf#page=337)

# UNIVERSIDAD DE PANAMÁ

Facultad de Ciencias Naturales, Exactas y Tecnología

Escuela de Física

Licenciatura Didáctica de la Física

Programa sintético de asignatura

## INTRODUCCIÓN A LA FÍSICA DE LAS RADIACIONES Y SUS APLICACIONES (FIS 211)

### I. DATOS GENERALES

Denominación: Introducción a la Física de las radiaciones y sus aplicaciones.

Código de Horario: \_\_\_\_\_; Código de Asignatura: \_\_\_\_\_

Cuatrimestre: VI (segundo año).

Créditos:

Horas de Dedicación: Totales: Teóricas: Práctica: Laboratorio: 0

Pre-requisitos: Termodinámica e Introducción a la Física Estadística, (FIS 200) Física moderna e introducción a la física cuántica, (FIS 204) Campos y ondas (FIS 101 C), Electromagnetismo y relatividad especial (FIS 103), Métodos matemáticos en Física II (Mat 201).

## II. JUSTIFICACIÓN

En la actualidad la energía nuclear se usa entre otras cosas, en los hospitales para el diagnóstico de enfermedades. Sin embargo, porque hay riesgos, es fundamental que los futuros docentes de física manejen correctamente algunos conceptos básicos sobre la física de las radiaciones y sus aplicaciones ya que la radiactividad puede marcar positiva o negativamente el futuro del ser humano sobre la Tierra. Entonces, educar en conciencia a la población sobre estos temas será una parte importante de la labor de los docentes de física.

## III. OBJETIVOS GENERALES

1. Analizar y reflexionar sobre la diferencia de estructura de los sistemas cuánticos (átomos y moléculas) con el exterior espaciotemporal y cómo el ser humano, a partir de la construcción de modelos explicativos, intenta comprender el interior de la materia, su entrelazamiento cuántico y la emisión de radiaciones, sobre todo las que son ionizantes.
2. Comprender la evolución de los modelos físicos básicos que explican las radiaciones ionizantes y como el desarrollo científico y tecnológico en este campo fundamenta el manejo, control y las distintas aplicaciones centradas en mejorar la calidad de vida de los seres humanos.

## IV. DESCRIPCIÓN

Esta asignatura consta de cinco módulos que se describen a continuación.

**Módulo 1.** *Estructura del átomo.* El desarrollo del contenido de este módulo se centra en el estudio de la naturaleza cuántica de la materia (atómica-molecular o sea parte indivisible desde la perspectiva clásica), partiendo con una breve introducción histórica de la construcción y desarrollo de los modelos atómicos, para luego centrarse en los conceptos que dan forma a los distintos modelos que explican la constitución básica de la materia.

**Módulo 2:** *Características de las radiaciones no ionizantes y ionizantes.* Las cuatro interacciones básicas. La interacción débil y el estudio de las características y/o propiedades de las radiaciones, haciendo la diferencia entre las ionizantes y no ionizantes. Los efectos de la interacción de los distintos tipos de radiación sobre la materia y en particular sobre el tejido humano y los controles ante la exposición a los diferentes tipos de radiaciones, así como la identificación de estas en el entorno del ser humano.

**Módulo 3.** *Radiactividad.* El contenido a desarrollar en este módulo inicia con el estudio de las características físicas básicas de la clasificación de los elementos en la tabla periódica. Isótopos y radiactividad. Fenómenos de fusión y fisión nuclear y las características de las estrellas o soles. Formación del sistema solar y características del planeta Tierra desde el punto de vista radiactivo. Adaptación biológica del ser humano a la radiactividad de fondo.

**Módulo 4.** *Interacción de partículas cargadas y de fotones con la materia.* El desarrollo de este módulo gira alrededor del estudio del origen, las características

y los efectos de las radiaciones más comunes: radiación corpuscular de tipo alfa, beta, captura K, iones por fisión y radiación electromagnética gamma, al interactuar con la materia.

**Módulo 5.** Aplicaciones de la radiación y la *contaminación Radiactiva*. Con el desarrollo de este módulo, se espera que el estudiante: 1) Comprenda el proceso de desintegración radiactiva (interacción débil): su origen, su cinética, los tipos de desintegración y la medición de la radiactividad. 2) Comprenda la importancia del manejo adecuado de sustancias radiactivas para evitar acciones que contaminen el medio ambiente. 3) el efecto ionizante de la radiación.

## V. COMPETENCIAS

**Genéricas:** Tomadas del Proyecto Tuning.

- Capacidad de abstracción, análisis y síntesis.
- Capacidad de aplicar los conocimientos en la práctica.
- Capacidad para organizar y planificar el tiempo.
- Capacidad de comunicación oral y escrita.
- Habilidades en el uso de las tecnologías de la información y de la comunicación.
- Capacidad de investigación.
- Habilidades para buscar, procesar y analizar información procedente de fuentes diversas.
- Capacidad para identificar, plantear y resolver problemas.
- Capacidad de trabajo en equipo.

- Habilidad para trabajaren forma autónoma.

### **Específicas**

1. Utiliza los conocimientos construidos, a través de la discusión y el análisis, cómo un marco teórico de referencia sobre la constitución de la materia, para explicar la importancia de la física de las radiaciones en la sociedad actual.
2. Maneja y utiliza los conocimientos construidos alrededor de las características y/o propiedades de las radiaciones ionizantes y no ionizantes, para identificar de manera pertinente las diferencias entre ambos tipos de radiaciones y cómo actúan sobre el entorno del ser humano.
3. Utiliza los conceptos físicos fundamentales para explicar desde la física, que el planeta Tierra emite radiaciones y que el ser humano se ha adaptado biológicamente a la radiactividad de fondo.
4. Diseña y elabora un catálogo de las aplicaciones de la radiactividad para tener una base sólida de información que guie y orienté la toma de decisiones sobres estos temas y combatir científicamente las creencias que atemorizan a los seres humanos.
5. Construye saber sobre los conceptos básicos de la física de las radiaciones para elaborar criterios que le faciliten explicar el manejo adecuado de las sustancias radiactiva como una forma de evitar acciones que contaminen el medio ambiente.
6. Construye, a través de la discusión y el análisis, un conjunto de criterios físicos sobre las radiaciones y sus aplicaciones para promover discusiones científicas sobre este tema que ayuden a la comprensión de la posibilidad de usar la radiactividad con fines pacíficos y no sólo bélicos.

## VI. CONTENIDO

### Módulo 1. *Estructura del átomo.*

- Desarrollo histórico de los modelos físicos fundamentales que explican la constitución básica de la materia hasta la actualidad.
- Conceptos fundamentales en la física de las radiaciones. Protones y neutrones. Tabla periódica, número atómico y número másico, estados del átomo (fundamental, excitado, ionizado), isótopos, isóbaros, isótonos, isómeros, energía de enlace del núcleo y estabilidad nuclear, unidades de masa y energía, equivalencia entre masa y energía.

### Módulo 2. *Radiaciones ionizantes y no ionizantes.*

- Radiaciones ionizantes y no ionizantes.
- El espectro de radiaciones.
- Radiaciones no ionizantes y radiaciones ionizantes: características y diferencias.
- Identificación de las radiaciones ionizantes y no ionizantes del entorno del ser humano.

### Módulo 3. *Radiactividad.*

- la Radiactividad como un fenómeno natural.
- Origen de la radiación.
- Actividad, constante radiactiva y tiempo de vida media, cadenas y equilibrio radiactivo.
- Radionucleidos naturales y procesos radiactivos.

**Módulo 4.** *Interacción de partículas cargadas y de fotones con la materia.*

- Introducción: la constante de Planck, el fotón, interacción del fotón con la materia (concepto cuantización de la energía y dualidad onda-corpúsculo).
- Mecanismos de pérdida de energía (interacción coulombiana): ionización, excitación, Radiación de frenado (poder de frenado, transferencia lineal de energía, alcance).
- Interacción de partículas alfa con la materia (Ionización, poder de frenado, alcance).
- Interacción de partículas beta con la materia (ionización, poder de frenado, alcance, curvas de absorción y alcance. Captura K.
- Interacción de partículas fotones y rayos X con la materia: el efecto fotoeléctrico, el efecto Compton y la creación de pares
- Principios básicos en la protección radiológica: conocimiento necesario para comprender y usar la radiactividad con responsabilidad y seguridad.

**Módulo 5.** *Contaminación Radiactiva.*

- Producción de electricidad de origen nuclear.
- Residuos radiactivos: origen, clasificación, gestión y medición.
- Normas de protección radiológica.

## VII. METODOLOGÍA Y RECURSOS

De manera general para todas las asignaturas de esta carrera se recomienda que la metodología y los recursos didácticos a utilizar en el aula al desarrollar los contenidos que las conforman, deben ser programados. En este sentido se sugiere, por ejemplo, organizar discusiones centradas en la interacción e intercambio de ideas entre docentes y estudiantes. Como eje central de esto último se pueden utilizar, por ejemplo, lecturas comentadas, el análisis y propuestas de soluciones de problemas reales, asociados con preguntas pertinentes sobre estos. Si el contenido a desarrollar lo permite se propone, además, introducir problemas históricos, realizar demostraciones, organizar conferencias, charlas, diseñar trabajos en equipo, desarrollar actividades experimentales sobre temas específicos de Física y discutir lo esperado en contraste con los resultados, analizar y resolver situaciones similares sobre esos mismos temas. El uso de applets, simulaciones, videos, software, páginas web, bases de datos bibliográficos y otros recursos debe ser parte fundamental del trabajo en el aula. Se recomienda, por último, que se tome en cuenta los marcos conceptuales, las metodologías y los recursos tecnológicos actualizados. Esto garantizará la actualización continua de los contenidos, la metodología y los recursos.

En cuanto a esta asignatura en específico, por su aplicabilidad y riesgos, se sugiere que al final de cada tema se abra un espacio para la reflexión, el análisis crítico y las sugerencias para el establecimiento de un puente entre la práctica en el aula, los temas discutidos en el desarrollo de esta asignatura y la aplicabilidad para el desarrollo social.

## VIII. CRITERIOS DE EVALUACIÓN

La evaluación debe ser formativa y sumativa.

- *Evaluación formativa.* Se recomienda que en este punto se ponga especial atención a las diferencias entre evaluación de los aprendizajes y evaluación para los aprendizajes. Ello con el objetivo de diseñar y elaborar evaluaciones que realmente pongan a prueba el conocimiento construido al aplicarlo a situaciones específicas que demuestren el nivel comprensión de los contenidos.
- *Evaluación Sumativa.* En este sentido se sugiere, por ejemplo, a partir de la amplia gama que existe, pruebas parciales escritas u orales, trabajos en grupo de carácter analítico, evaluación de trabajos escritos, pruebas orales de valoración de contenidos, defensa de un proyecto final sobre alguno de los temas estudiados o desarrollados.

En cuanto a la ponderación global de la evaluación se debe tener en cuenta lo establecido en el Estatuto Universitario, a saber:

Pruebas parciales	30 --- 40 %
Presentaciones orales, informes, trabajos en grupos, etc.	20 --- 30 %
Examen Semestral	30 --- 40 %

## IX. BIBLIOGRAFÍA

1. Aramburu, Xavier Ortega, and Jaume Jorba Bisbal, eds. Radiaciones ionizantes. Utilización y riesgos I. Vol. 1. Univ. Politèc. de Catalunya, 2009.
2. Aramburu, Xavier Ortega, and Jaume Jorba Bisbal, eds. Radiaciones ionizantes. Utilización y riesgos II. Vol. 2. Univ. Politèc. de Catalunya, 2009.
3. Bushong, S. C. (Ed.). (2017). *Manual de radiología para técnicos: Física, biología y protección radiológica*. Elsevier Health Sciences.
4. Cassini, A., Levinas, L., & Pringe, H. (2013). Einstein y el efecto Compton. *Scientiae Studia*, 11, 185-209.
5. Escudero, C., Jaime, E. A., & González, S. B. (2016). Hacia la conciencia cuántica a partir del efecto fotoeléctrico. *Enseñanza de las ciencias: revista de investigación y experiencias didácticas*, 34(3), 183-200.
6. Erquicia de Clerck, A. (2022). Estudio y caracterización de la radiación de fondo natural en un entorno geográfico.
7. Moreira, M. A. (2009). El modelo estándar de la física de partículas. *Revista Brasileña de Enseñanza de Física*, 31(1), 1306.
8. Pérez Alejo, J. L. (2006). Las radiaciones no ionizantes y su efecto sobre la salud humana. *Revista cubana de medicina militar*, 35(3), 0-0.
9. Quindós, L. S., Soto, J., Fernández, P. L., Villar, E., Newton, G., Peña, J. J., ... & Arteché, J. (1989). Radón, principal fuente de radiación natural. *Revista Española de Física*, 3, 22-27.

10. Rodríguez-Meza, M. A., & Cervantes-Cota, J. L. (2006). El efecto fotoeléctrico. *CIENCIA ergo-sum, Revista Científica Multidisciplinaria de Prospectiva*, 13(3), 303-311.
11. Solórzano, H. P., & Ramírez, Y. T. (2007). Fotones, una radiación electromagnética en su interacción con la materia. *Góndola, enseñanza y aprendizaje de las ciencias*, 2(1), 96-101.
12. Ubeda, C., Nocetti, D., & Aragón, M. (2018). Seguridad y protección radiológica en procedimientos imagenológicos dentales. *International journal of odontostomatology*, 12(3), 246-251.
13. Wolchover, N. (2021). ¿Qué es una partícula? Informe especial. Física de partículas. *Revista Investigación y ciencias*. Septiembre, 2021. N° 540. pp. 23-29.

# UNIVERSIDAD DE PANAMÁ

Facultad de Ciencias Naturales, Exactas y Tecnología

Escuela de Física

Licenciatura Didáctica de la Física

Programa sintético de asignatura

## PROGRAMACIÓN PARA FÍSICOS – II (INF 207 B)

(Ciencias de Análisis de Datos con Python)

### I. DATOS GENERALES

Denominación: Programación para Físicos – II (Ciencias de análisis de datos con Python).

Código de Horario: \_\_\_\_\_; Código de Asignatura: \_\_\_\_\_

Cuatrimestre: V (segundo año).

Créditos:

Horas de Dedicación: Totales: Teóricas: Práctica: Laboratorio: 0

Pre-requisitos: Programación para Físicos I (INF 207 B), los modelos en física (FIS 205) e instrumentación y circuitos (FIS 206).

## II. JUSTIFICACIÓN

En la asignatura Programación para físicos I se presentaron las herramientas básicas para entrar en el mundo de la programación con Python. Con el desarrollo de esta asignatura, que es continuación de la anterior, se pretende proporcionar al estudiante las técnicas mínimas necesarias para el análisis de datos científicos con Python. Es necesario tener presente lo siguiente: Python es un lenguaje de referencia en el campo educativo, y por ello, es necesario proporcionar al futuro físico las herramientas mínimas necesarias para que pueda usar de manera eficiente y pertinente esta herramienta. Por esto y más es que se insiste en lo siguiente: en la actualidad no se concibe la formación de físicos sin el aprendizaje de Python.

## III. OBJETIVO GENERAL

1. Proporcionar a través de prácticas contextualizadas las herramientas conceptuales necesarias para introducirse en el mundo del análisis de datos científicos con Python.
2. Promover el desarrollo de competencias para manejar de manera integral, eficiente y pertinente las técnicas mínimas necesarias para el análisis de datos científicos con Python.

## IV. DESCRIPCIÓN

Esta segunda asignatura de programación con Python consta de tres módulos, que se describen a continuación.

**Módulo 1.** *Introducción al uso de librerías en Python.* Las librerías de Python son un conjunto de códigos claramente diferenciados que se utilizan para desarrollar software, programas o aplicaciones. Específicamente, en Python las librerías son un conjunto de códigos, con distintas funciones, que ahorran tiempo y esfuerzo al momento de resolver un problema específico. En Python existen una muy amplia variedad de librerías. Y por su utilidad y alto nivel de funcionalidad en múltiples tareas es fundamental introducir algunas de estas librerías y sus funciones en la formación de futuros físicos.

**Módulo 2.** *Análisis de datos.* El concepto análisis de datos en el mundo de la programación, específicamente, en el mundo de Python se caracteriza por acciones centradas en la exploración, transformación, y el examen de datos para identificar tendencias y patrones que revelen perspectivas importantes que respalden la toma de decisiones.

**Módulo 3.** *Preprocesamiento de datos.* El preprocesamiento de datos en Python comienza con una exploración, seguido de un preprocesamiento. En este punto las tendencias pueden ser evidentes y apuntar hacia un modelo, por lo que el remuestreo es necesario para identificar la precisión del modelo identificado.

**Módulo 4.** *Fase de tratamiento de datos.* La fase del tratamiento de los datos es una parte fundamental del proceso de análisis de datos con Python. Por

lo que en este módulo se centrará en dar a conocer las partes de esta fase del tratamiento de datos.

## V. COMPETENCIAS

**Genéricas:** Tomadas del Proyecto Tuning.

- Capacidad de abstracción, análisis y síntesis.
- Capacidad de aplicar los conocimientos en la práctica.
- Capacidad para organizar y planificar el tiempo.
- Capacidad de comunicación oral y escrita.
- Habilidades en el uso de las tecnologías de la información y de la comunicación.
- Capacidad de investigación.
- Habilidades para buscar, procesar y analizar información procedente de fuentes diversas.
- Capacidad para identificar, plantear y resolver problemas.
- Capacidad de trabajo en equipo.
- Habilidad para trabajar en forma autónoma.

### Específicas

1. Identifica las librerías y los códigos Python que requiere para la solución del problema de enseñanza que se ha planteado, utilizándolos con eficiencia y pertinencia en el análisis de un conjunto amplio de datos (big data).

2. Usa distintas librerías de Python al explorar, transformar y examinar un conjunto grande de datos, big data, para identificar tendencias y patrones, buscando siempre respaldar la interpretación que hace de los datos que examina.

## VI. CONTENIDO

### *Módulo 1. Introducción al uso de librerías en Python.*

- Librerías en Python para ciencia de datos.
- Numpy.
- Pandas.
- Matplotlib.

### *Módulo 2. Análisis de datos.*

- Cargar un conjunto de datos.
- Estadística descriptiva.
- Visualización de datos.

### *Modulo 3. Preprocesamiento de datos.*

- Análisis exploratorio de datos.
- Preprocesamiento de datos.
- Métodos de remuestreo para estimar la precisión del modelo.

### *Módulo 4. Fase de tratamiento de datos.*

- Evaluación de las métricas.
- Selección de características.
- Importancia de la característica.

- Reducción de dimensiones en un dataset.

## VII. METODOLOGÍA Y RECURSOS

De manera general para todas las asignaturas de esta carrera se recomienda que la metodología y los recursos didácticos a utilizar en el aula al desarrollar los contenidos que las conforman, deben ser programados. En este sentido se sugiere, por ejemplo, organizar discusiones centradas en la interacción e intercambio de ideas entre docentes y estudiantes. Como eje central de esto último se pueden utilizar, por ejemplo, lecturas comentadas, el análisis y propuestas de soluciones de problemas reales, asociados con preguntas pertinentes sobre estos. Si el contenido a desarrollar lo permite se propone, además, introducir problemas históricos, realizar demostraciones, organizar conferencias, charlas, diseñar trabajos en equipo, desarrollar actividades experimentales sobre temas específicos de Física y discutir lo esperado en contraste con los resultados, analizar y resolver situaciones similares sobre esos mismos temas. El uso de applets, simulaciones, videos, software, páginas web, bases de datos bibliográficos y otros recursos debe ser parte fundamental del trabajo en el aula. Se recomienda, por último, que se tome en cuenta los marcos conceptuales, las metodologías y los recursos tecnológicos actualizados. Esto garantizará la actualización continua de los contenidos, la metodología y los recursos.

En cuanto a esta asignatura en específico, por el interés que genera en los jóvenes, se propone la practica constante guiada por el modelo, con la finalidad de

que los estudiantes desarrollen la comprensión necesaria sobre lo que es la ciencia de análisis de datos con Python. Lo que debe llevarlos a comprender lo importante que es aprender a ser metacognitivo para identificar lo que requiere saber y como usarlo, con la finalidad de que construya saber aprendiendo a aprender. Se sugiere que al final de cada tema se abra un espacio para la reflexión, el análisis crítico y las sugerencias para el establecimiento de un puente entre la práctica en el aula. Es necesario tener presente que la interacción entre pares es fundamental en la construcción de conocimiento.

## VIII. CRITERIOS DE EVALUACIÓN

La evaluación debe ser formativa y sumativa.

- *Evaluación formativa.* Se recomienda que en este punto se ponga especial atención a las diferencias entre evaluación de los aprendizajes y evaluación para los aprendizajes. Ello con el objetivo de diseñar y elaborar evaluaciones que realmente pongan a prueba el conocimiento construido al aplicarlo a situaciones específicas que demuestren el nivel comprensión de los contenidos.
- *Evaluación Sumativa.* En este sentido se sugiere, por ejemplo, a partir de la amplia gama que existe, pruebas parciales escritas u orales, trabajos en grupo de carácter analítico, evaluación de trabajos escritos, pruebas orales de valoración de contenidos, defensa de un proyecto final sobre alguno de los temas estudiados o desarrollados.

En cuanto a la ponderación global de la evaluación se debe tener en cuenta lo establecido en el Estatuto Universitario, a saber:

Pruebas parciales	30 --- 40 %
Presentaciones orales, informes, trabajos en grupos, etc.	20 --- 30 %
Examen Semestral	30 --- 40 %

## IX. BIBLIOGRAFÍA

1. Bruce, P., Bruce, A., & Gedeck, P. (2022). Estadística práctica para ciencia de datos con R y Python. Marcombo.
2. Bolaños-Acosta, A. F., & Narváez-Romo, B. (2020). Una breve introducción a Python y sus aplicaciones en la ingeniería. d. Flórez-Orrego, B. Narváez-Romo, F. Ramírez-Gil, C. Arrieta-González, V. Posada-Pérez, S. Henao-Aguirre, & J. Isaza-López, La ingeniería y sus aplicaciones una perspectiva desde la industria, la investigación y la educación, 86-103.
3. Chazallet, S. (2020). Python 3 - Los fundamentos del lenguaje (3<sup>o</sup> edición)
4. Delgado, A. J. L. (2020). Aprende a programar con Python.
5. López, F. J. T. (2022). Ciencia de los datos con Python. Ecoe Ediciones.
6. Summerfield, M. (2010). Programming in Python 3: a complete introduction to the Python language. Addison-Wesley Professional.
7. Training, A. (2018). Curso de Python de Cero a Experto-Auribox Training.

3. Programas Sintéticos de los Cursos de la Especialidad en Enseñanza de la Física.

# UNIVERSIDAD DE PANAMÁ

Facultad de Ciencias Naturales, Exactas y Tecnología

Escuela de Física

Licenciatura Didáctica de la Física

Programa sintético de asignatura

## ORGANIZACIÓN Y PLANIFICACIÓN DE LA ACTIVIDAD

EXPERIMENTAL I (FIS 212 A)

(Mecánica, Óptica geométrica y Ondas).

### I. DATOS GENERALES

Denominación: Organización y planificación de la actividad experimental I  
(Mecánica, óptica geométrica y ondas).

Código de Horario: \_\_\_\_\_; Código de Asignatura: \_\_\_\_\_

Cuatrimestre: VII (tercer año).

Créditos:

Horas de Dedicación: Totales: Teóricas: Práctica: Laboratorio: 0

Pre-requisitos: Epistemología e Historia de la Física (FIS 208), Física Ambiental y sociedad (FIS 210), Experimental I (FIS 101 A), II (FIS 101 B), III (FIS 101 C), IV (FIS 101 D), V (FIS 201 A), VI (FIS 201 B).

## II. JUSTIFICACIÓN

El mundo vive un momento histórico con el acelerado desarrollo de los productos y los avances tecnológicos donde la Física, como ciencia experimental, siempre ha aportado sus descubrimientos. Lo que permite afirmar que la Física es una ciencia cuyos aportes se ven traducidos en mejoras en la calidad de vida de las personas. Todo esto comienza con el desarrollo y crecimiento de la mecánica, la óptica geométrica y las ondas. Por ejemplo, el desarrollo de la mecánica permitió que el Ser Humano colocará satélites artificiales alrededor de la Tierra y la comprensión de los fenómenos ondulatorios y de la óptica geométrica estén a la base del desarrollo de las comunicaciones. Esto último, y más lleva a exigir al docente de Física más conocimiento y mejor formación. Por esto y más, es importante que el futuro docente se involucre y sea consciente que necesita adquirir el saber, el saber hacer y el diseñar y planificar la actividad experimental. Este conocimiento debe facilitarle el diseño y planificación pertinente de la actividad experimental en mecánica, óptica geométrica y ondas que conduzca a la elaboración de un proyecto para la enseñanza experimental de estas áreas.

## III. OBJETIVOS GENERALES

1. Conocer e identificar los conocimientos necesarios para diseñar y planificar la actividad experimental en mecánica, óptica geométrica y ondas

2. Conocer, manejar y comprender el saber, saber hacer y saber ser necesarios para el diseño y planificación de la actividad experimental en mecánica, óptica geométrica y ondas.
3. Diseñar y elaborar problemas experimentales dentro de la actividad experimental en mecánica, óptica geométrica y ondas.

#### IV. DESCRIPCIÓN

Esta asignatura consta de tres módulos que se describen a continuación.

**Módulo 1.** *Conocimientos, saber hacer y saber ser necesarios para diseñar y planificar la actividad experimental en mecánica, óptica geométrica y ondas.* El diseño y planificación de la actividad experimental en mecánica, óptica geométrica y ondas requiere que el futuro docente tome consciencia de la necesidad de construir una visión amplia sobre todos los saberes que poco a poco debe adquirir para articular la enseñanza experimental de estas áreas de manera pertinente y eficiente: objetivos de la actividad experimental en Física, lo que puede lograr dentro de la enseñanza experimental de la mecánica, óptica geométrica y ondas, los avances científicos en estas áreas, las diferencias y similitudes reales entre los problemas de lápiz y papel y los problemas experimentales, el saber, saber hacer y el saber ser que requiere el docente y los alumnos para el logro de los objetivos que se plantee lograr, un poco de historia, etc.

**Módulo 2.** *Diseño y planificación de la actividad experimental en mecánica, óptica geométrica y ondas.* Para diseñar problemas experimentales en estas áreas se requiere comenzar con una búsqueda bibliográfica para identificar que ofrece la

Web, identificar los conocimientos necesarios para crear ambientes de aprendizaje más motivadores, aprender a reciclar viejas experiencias que pueden ser muy actuales, aprender a diseñar las estructuras dentro de las cuales se va a insertar el problema experimental, es necesario que el futuro docente comprenda que debe estar siempre preparado para el cambio, lo que implica aprender a aprender, etc.

**Módulo 3:** *Proyectos de problemas experimental en mecánica, óptica geométrica y ondas.* Este módulo busca que el futuro docente tenga un espacio para presentar y sustentar los problemas experimentales que diseñe y construya en mecánica, óptica geométrica y ondas.

## V. COMPETENCIAS

**Genéricas:** Tomadas del Proyecto Tuning.

- Capacidad de abstracción, análisis y síntesis.
- Capacidad de aplicar los conocimientos en la práctica.
- Capacidad para organizar y planificar el tiempo.
- Capacidad de comunicación oral y escrita.
- Habilidades en el uso de las tecnologías de la información y de la comunicación.
- Capacidad de investigación.
- Habilidades para buscar, procesar y analizar información procedente de fuentes diversas.
- Capacidad para identificar, plantear y resolver problemas.
- Capacidad de trabajo en equipo.

- Habilidad para trabajar en forma autónoma.

### Específicas

1. Identifica los conocimientos previos necesarios para diseñar y planificar la actividad experimental en mecánica, óptica geométrica y ondas, desde una visión más amplia y adecuada del trabajo experimental, teniendo como base la naturaleza de la Física como ciencia experimental.
2. Conoce, maneja y comprende el *saber*, *saber hacer* y *saber ser* necesarios para el diseño y planificación de la actividad experimental en mecánica, óptica geométrica y ondas, desde criterios que fortalecen la naturaleza de la Física como ciencia experimental.
3. Diseña y elabora problemas experimentales dentro de la actividad experimental en mecánica, óptica geométrica y ondas, e identifica sus fortalezas y debilidades usando la metacognición como herramienta.

## VI. CONTENIDO

**Módulo 1.** *Conocimientos, saber hacer y saber ser para diseñar y planificar la actividad experimental en mecánica, óptica geométrica y ondas.*

- Objetivos del trabajo experimental en Física vs lo que se aprende con el desarrollo de actividades experimentales en mecánica, óptica geométrica y ondas.

- Avances científicos y tecnológicos en la mecánica, óptica geométrica y ondas que pueden fundamentar y robustecer la actividad experimental en Física.
- Problemas de lápiz y papel vs los problemas experimentales en mecánica, óptica geométrica y ondas: diferencias y similitudes.
- Problemas de lápiz y papel vs los problemas experimentales en mecánica, óptica geométrica y ondas: el saber hacer, el saber ser y el saber de los alumnos y el docente para el logro de los objetivos de la actividad experimental.
- Problemas experimentales fundamentales en mecánica, óptica geométrica y ondas: pasado, presente y futuro (búsqueda bibliográfica).
- Historia de la medición de magnitudes físicas en mecánica, óptica geométrica y ondas para el apoyo de la organización y diseño de la actividad experimental en estas áreas.
- Dificultades históricas en la medición de las magnitudes físicas fundamentales de la mecánica, óptica geométrica y ondas: reflexiones sobre lo que ofrece la tecnología actual al docente para el desarrollo de la actividad experimental en estas áreas de la Física y el logro de sus objetivos.

**Módulo 2. Diseño y planificación de la actividad experimental en mecánica, óptica geométrica y ondas.**

- Búsqueda e identificación de aplicaciones en la Web, sensores, programas de análisis y tratamiento de datos para el estudio experimental de fenómenos en mecánica, óptica geométrica y ondas.
- Elementos necesarios para la creación de ambientes de aprendizaje dentro del trabajo experimental en mecánica, óptica geométrica y ondas donde la tecnología y la interacción entre pares sea la norma.
- El rediseño de experiencias tradicionales en mecánica, óptica geométrica y ondas para una actualización tecnológica y con un enfoque de problema experimental dentro de un ambiente de aprendizaje adaptado a los nuevos tiempos.
- Diseño de estructuras para la elaboración y construcción de problemas experimentales en mecánica, óptica geométrica y ondas.
- El futuro es incierto en cuanto a los avances tecnológicos: la puerta debe estar siempre abierta a los cambios y a lo que vendrá en cuanto a la enseñanza experimental en mecánica, óptica geométrica y ondas.
- Diseño y elaboración de problemas experimentales en mecánica, óptica geométrica y ondas.
  - a. Papel del montaje experimental en la adquisición y construcción de saber hacer de tipo procedimental.
  - b. Dispositivos del entorno del estudiante que se pueden usar dentro del trabajo experimental en la solución de problemas experimentales en el contexto de la mecánica.

- c. Aplicaciones informáticas, dispositivos e instrumentos experimentales modernos, etc.

**Módulo 3:** *Proyectos de problemas experimental en mecánica, óptica geométrica y ondas.*

- Presentación y sustentación de problemas experimentales en mecánica, óptica geométrica y ondas.
- Presentación y sustentación del ambiente de aprendizaje diseñado para el logro de los objetivos que se pretenden lograr con los problemas experimentales diseñado en estas tres áreas de la Física.
- Presentación y sustentación de los aprendizajes que lograrán los alumnos con cada uno de ellos problemas experimentales diseñados y elaborados.

## VII. METODOLOGÍA Y RECURSOS

De manera general para todas las asignaturas de esta carrera se recomienda que la metodología y los recursos didácticos a utilizar en el aula al desarrollar los contenidos que las conforman, deben ser programados. En este sentido se sugiere, por ejemplo, organizar discusiones centradas en la interacción e intercambio de ideas entre docentes y estudiantes. Como eje central de esto último se pueden utilizar, por ejemplo, lecturas comentadas, el análisis y propuestas de soluciones de problemas reales, asociados con preguntas pertinentes sobre estos. Si el contenido a desarrollar lo permite se propone, además, introducir problemas históricos, realizar demostraciones, organizar conferencias, charlas, diseñar trabajos en equipo, desarrollar actividades experimentales sobre temas específicos de Física y discutir

lo esperado en contraste con los resultados, analizar y resolver situaciones similares sobre esos mismos temas. El uso de applets, simulaciones, videos, software, páginas web, bases de datos bibliográficos y otros recursos debe ser parte fundamental del trabajo en el aula. Se recomienda, por último, que se tome en cuenta los marcos conceptuales, las metodologías y los recursos tecnológicos actualizados. Esto garantizará la actualización continua de los contenidos, la metodología y los recursos.

En cuanto a esta asignatura es necesario promover discusiones entre pares, por ejemplo, sobre los problemas experimentales diseñados. Ello con la finalidad de hacer un análisis crítico del diseño, el método de trabajo, etc., y escuchar las sugerencias de otros sobre los elementos que faltan y que podrían fortalecer la actividad diseñada. Actividades como esto promoverían la construcción de conocimiento.

## VIII. CRITERIOS DE EVALUACIÓN

La evaluación debe ser formativa y sumativa.

- *Evaluación formativa.* Se recomienda que en este punto se ponga especial atención a las diferencias entre evaluación de los aprendizajes y evaluación para los aprendizajes. Ello con el objetivo de diseñar y elaborar evaluaciones que realmente pongan a prueba el conocimiento construido al aplicarlo a situaciones específicas que demuestren el nivel comprensión de los contenidos.

- *Evaluación Sumativa*. En este sentido se sugiere, por ejemplo, a partir de la amplia gama que existe, pruebas parciales escritas u orales, trabajos en grupo de carácter analítico, evaluación de trabajos escritos, pruebas orales de valoración de contenidos, defensa de un proyecto final sobre alguno de los temas estudiados o desarrollados.

En cuanto a la ponderación global de la evaluación se debe tener en cuenta lo establecido en el Estatuto Universitario, a saber:

Pruebas parciales	30 --- 40 %
Presentaciones orales, informes, trabajos en grupos, etc.	20 --- 30 %
Examen Semestral	30 --- 40 %

## IX. BIBLIOGRAFÍA

1. Born M., and Wolf E. (1999). *Principle of Optics: electromagnetic Theory of propagation, Interference and Diffraction of Light*. Cambridge University. Press; 7th edition.
2. Camargo Benavides, A. P. (2022). *Guía didáctica para la utilización del simulador virtual Physics at school como recurso educativo para mejorar el proceso de enseñanza y aprendizaje enfocado en la Óptica Geométrica de Espejos y Lentes, en los estudiantes de cuarto semestre de la Carrera de Pedagogía de las Ciencias Experimentales, Matemática y Física de la Universidad Central del Ecuador en el periodo académico 2021-2022 (Bachelor's thesis, Quito: UCE).*

3. Cyrulies, E., Salomone, H., & Olivieri, N. (2021). Actividades experimentales para la enseñanza de ondas estacionarias a través de dispositivos contruidos con materiales de fácil acceso. *Revista De Enseñanza De La Física*, 33(2), 179-186.
4. Domènech-Casal, J., Gasco, J., Royo, P., & Vilches, S. (2018). Proyecto CRASH: enseñando cinemática y dinámica en el contexto del análisis pericial de accidentes. *Revista Eureka sobre enseñanza y divulgación de las ciencias*, 15(2), 2103-2103.
5. Goodman J. (2004). *Introduction to Fourier Optics*, Roberts and Company Publishers; 3rd Edition edition.
6. Gómez Fonseca, H. B. (2016). Implementación del programa Tracker como herramienta de análisis en algunas situaciones de cinemática y dinámica en dos dimensiones, aplicando el método de aprendizaje activo. *Maestría en Enseñanza de las Ciencias Exactas y Naturales*.
7. Hecht Eugene. (2001). *Optics*, Addison-Wesley; 4 edition.
8. Kofman, H., Ocampo, H., Amongero, W., Cámara, C., Tozzi, E., & Cristófoli, F. (1997). Integración de cinemática y dinámica con experiencias manejadas por computadora. *REUNIÓN NACIONAL DE EDUCACIÓN EN LA FÍSICA*, 10.
9. Malacara D. (2007). *Optical Shop Testing* Wiley-Interscience; 3 edition.
10. Malacara D. (2011). *Color Vision and Colorimetry* SPIE PM204, SPIE Press; 2 edition.

11. Marín Castaño, L. C. (2019). Enseñanza de los sistemas formadores de imágenes bajo el modelo de la óptica geométrica a través de actividades experimentales en el aula. Facultad de Ciencias.
12. Smith W. F. (2010). *Waves and Oscillations: A Prelude to Quantum Mechanics*; Oxford University Press, USA.
13. Serrano Sánchez, A. L. (2013). El comportamiento de la Luz: diseño y evaluación de una secuencia de enseñanza basada en el aprendizaje como investigación orientada.
14. Schanda, J. (2007). *Colorimetry: Understanding the CIE System* Wiley-Interscience; 1 edition.
15. Soto-Vergel, Á. J., López-Bustamante, O. A., Medina-Delgado, B., de Jesús Gallardo-Pérez, H., & Guevara-Ibarra, D. (2020). Enseñanza del concepto de onda armónica en la educación superior desde la teoría del aprendizaje experimental. *Aibi revista de investigación, administración e ingeniería*, 8(3), 33-41.

# UNIVERSIDAD DE PANAMÁ

Facultad de Ciencias Naturales, Exactas y Tecnología

Escuela de Física

Licenciatura Didáctica de la Física

Programa sintético de asignatura

## EVALUACIÓN PARA EL APRENDIZAJE EN FÍSICA (FIS 213)

### I. DATOS GENERALES

Denominación: Evaluación para el aprendizaje en Física

Código de Horario: \_\_\_\_\_; Código de Asignatura: \_\_\_\_\_

Cuatrimestre: VII (tercer año).

Créditos:

Horas de Dedicación: Totales: Teóricas: Práctica: Laboratorio: 0

Pre-requisitos: Epistemología e Historia de la Física (FIS 208), Física Ambiental y sociedad (FIS 210), Experimental I (FIS 101 A), II (FIS 101 B), III (FIS 101 C), IV (FIS 101 D), V (FIS 201 A), VI (FIS 201 B).

### II. JUSTIFICACIÓN

La evaluación es una herramienta fundamental en el proceso de enseñanza – aprendizaje de cualquier área del conocimiento, a cualquier nivel. Por lo tanto, en la formación de docentes de Física, no puede ignorarse su importancia. En

consecuencia, se propone llevar al futuro docente por un recorrido estratégico centrado en el desarrollo y evolución del concepto Evaluación a partir de los años 70 hasta la actualidad. Este recorrido debe ir de la mano con el contexto en que se va a aplicar: la enseñanza de la Física. Ello con la finalidad de que el uso y aplicación de instrumentos y actividades de evaluación diversas tengan sentido en la formación de los futuros docentes de Física. El manejo y comprensión de un concepto como el concepto Evaluación implica y requiere, desde nuestra perspectiva, el conocimiento de la disciplina que se va a enseñar, en este caso, Física, y del contexto en que se va a usar: el aula y la actividad experimental al enseñar y aprender Física. Unido a lo anterior se tiene muy presente que los individuos deben aprender a aprender hoy más que nunca (la Física esta aumentado sus horizontes de conocimientos producto de los cambios, avances en Ciencia y Tecnología), y, por lo tanto, se han elegido conceptos claves, pues, el contenido sobre Evaluación es muy amplio y no se puede abarcar todo. Todo lo anterior, lleva a afirmar que la actualización del contenido de esta asignatura será la norma, pues, se vive en un mundo donde el cambio y la incertidumbre es la norma. Por último, es necesario hacer hincapié en que, a aprender a aprender implica que los saberes que se construyen sobre cualquier tema deben ser significativos, el individuo debe reflexionar sobre lo que aprende, para comprender la importancia que tiene reflexionar y analizar sobre cómo se va a enseñar. En este proceso las diferencias individuales y los distintos ritmos de aprender (construir saber) y enseñar deben ponerse sobre la mesa. Todo esto acompañado por la reflexión y el análisis continuo. Y en la reflexión y el análisis sobre el aprendizaje y la enseñanza (como aprendo y como aprenden mis pares), la evaluación es vital. Para el éxito de la construcción

de un aprendizaje significativo del concepto Evaluación, la interacción con otros es vital, con lo que se busca que el aprendiz comprenda la esencia y características fundamentales de este concepto para que lo pueda usar de manera pertinente al aprender y posteriormente enseñar Física.

### III. OBJETIVOS GENERALES

1. Construir una definición adecuada del concepto Evaluación para elaborar un conjunto de criterios que, faciliten diferenciar medición de evaluación para clasificar de manera eficiente los instrumentos de evaluación disponibles, en instrumentos que miden e instrumentos que evalúan.
2. Comprender y manejar adecuadamente los conceptos *evaluación del aprendizaje* y *evaluación para el aprendizaje* para elaborar un conjunto de criterios que faciliten identificar las características y el alcance de los instrumentos de evaluación usados en el proceso de enseñanza – aprendizaje de la Física, en instrumentos de evaluación del aprendizaje e instrumentos de evaluación para el aprendizaje.
3. Analizar investigaciones o trabajos donde se proyecta la evaluación como motor del aprendizaje para identificar los conceptos actuales que giran alrededor de la evaluación como un proceso para mejorar el aprendizaje y la enseñanza.
4. Elaborar criterios para el diseño y construcción de actividades experimentales en Física que evalúen y que a la vez promuevan el aprendizaje.

5. Promover la comprensión del hecho de que un concepto como Evaluación no puede manejarse desde una perspectiva estática, es dinámico, con el avance de la Ciencia y la Tecnología el cambio y la incertidumbre es la norma, en consecuencia, la actualización continua es importante.

#### IV. DESCRIPCIÓN

El desarrollo de esta asignatura se desglosa en cinco módulos. El contenido de cada módulo se ha pensado de tal forma que sean insumos para la toma de decisiones y la mejora de la calidad del proceso de Evaluación dentro del contexto de la Enseñanza de la Física. Es necesario señalar, además, que esta asignatura tiene un papel y función identificada como fundamental dentro de la formación de futuros docentes de Física. A continuación, la descripción de cada módulo.

**Módulo 1.** *El concepto evaluación.* Este módulo está centrado en promover en el estudiante la construcción de una definición del *concepto evaluación*, a través de una búsqueda bibliográfica guiada. Este saber será la base para la construcción de un conjunto de criterios que faciliten al aprendiz diferenciar “*medición*” de “*evaluación*”, así como analizar los instrumentos de evaluación tradicionales más usados en el proceso de enseñanza-aprendizaje de la Física (ejercicios, problemas...), y los que se proponen producto de investigaciones en el campo de la enseñanza de las ciencias experimentales (rúbricas, mapas conceptuales, V de Gowin, etc.). Como producto final del desarrollo de este módulo se espera que los estudiantes puedan clasificar los distintos instrumentos de evaluación estudiados y analizados en: instrumentos que miden e instrumentos que evalúan.

**Módulo 2.** *Evaluación de los aprendizajes y evaluación para los aprendizajes.*

Se busca promover con el desarrollo de este módulo que los estudiantes comprendan y manejen los conceptos *evaluación del aprendizaje* y *evaluación para el aprendizaje*. Esto último, debe llevar a su vez a la construcción de un conjunto de criterios que facilite a los estudiantes analizar y reflexionar sobre las características y el alcance de los instrumentos de evaluación de uso tradicional en Física, así como los que se proponen producto de las investigaciones en el campo de la didáctica de las ciencias experimentales.

**Módulo 3:** *Evaluación como regulación de los aprendizajes.* Este módulo tiene como objetivo analizar investigaciones o trabajos donde se proyecta la evaluación como motor del aprendizaje. Entre los conceptos a analizar, a partir de la literatura existente, son: regulación de los aprendizajes, la importancia de la autoevaluación, papel de aprendiz en la evaluación, el aprendizaje significativo y la motivación del aprendizaje, la calificación y la selección en la evaluación, etc. Todo lo anterior, estará analizado en función de su pertinencia y funcionalidad para el proceso de enseñanza y aprendizaje de la Física.

**Módulo 4.** *La evaluación dentro de la actividad experimental en Física.* La Física es una ciencia experimental que tiene como criterio de Verdad la experimentación en Física. Por lo que se propone a partir de lo reflexión y discusión de los objetivos que se deben cumplir dentro del contexto experimental en Física, la identificación de los saberes a evaluar. A partir de esto último, lo siguiente será la elaboración de criterios de evaluación para analizar las posibilidades de los distintos instrumentos de evaluación disponibles para esta tarea, por ejemplo, las

rúbricas, los mapas conceptuales, las V de Gowin, etc. Así como lo conveniente de diseñar actividades para evaluar, que a la vez sean actividades para aprender.

**Módulo 5.** *Evaluación y aprendizaje: diferencias y similitudes.* Este módulo tiene como objetivo la identificación y análisis de investigaciones, trabajos, etc., centrados en la evaluación y el aprendizaje dentro de la enseñanza de la Física. Pues, es clara, en los últimos años, en los trabajos de investigación, libros, etc., sobre este tema, la tendencia de proyectar la evaluación y el aprendizaje como un único proceso. Por ello, entre los criterios de búsqueda de información tiene que estar siempre la actualización del contenido de esta asignatura. Esto último debido a que la incertidumbre y el avance científico y tecnológico que generan cambios son la norma, por lo tanto, no se puede pensar en la evaluación del proceso de enseñanza-aprendizaje como un proceso estático que no cambia, sino todo lo contrario.

## CONTENIDOS

### **Módulo 1.** *El concepto evaluación.*

- El concepto evaluación y su evolución histórica.
- Evaluación vs Medición.
- La evaluación dentro del proceso de enseñanza-aprendizaje en cualquier área del saber: aspectos fundamentales.
- Los instrumentos de evaluación tradicionales: Pruebas abiertas y pruebas cerradas.

- Los instrumentos de evaluación más usados en el proceso de enseñanza-aprendizaje de la Física: ¿evalúan o miden?

**Módulo 2.** *Evaluación de los aprendizajes y evaluación para los aprendizajes.*

- Evaluación de los aprendizajes.
- Evaluación para los aprendizajes.
- Identificación de las características de los instrumentos de evaluación más usados en Física.
- Instrumentos de *evaluación de los aprendizajes en Física.*
- Instrumentos de *evaluación para los aprendizajes en Física.*
- Construcción de criterios desde la perspectiva *evaluación para los aprendizajes: diseño de actividades.*

**Módulo 3.** *Evaluación como regulación de los aprendizajes.*

- Evaluación como regulación del aprendizaje y de la enseñanza.
- La importancia de aprender a autoevaluarse: docentes y estudiantes.
- El que aprende como centro del proceso de evaluación.
- La evaluación como un proceso que promueva el aprendizaje significativo y que motiva al que aprende.
- La evaluación y la regulación en el contexto de la enseñanza de la Física: posibilidades y potencialidades.
- La importancia del contexto en que se construye y ejecuta el proceso de evaluación.
- Papel de la calificación y selección en la evaluación.

- El uso de instrumentos diversos en el proceso de enseñanza – aprendizaje en la Física: ¿es posible?

**Módulo 4.** *La evaluación dentro de la actividad experimental en Física.*

- Los saberes por evaluar dentro de la actividad experimental.
- Elaboración de criterios para la evaluación de la actividad experimental.
- Análisis de instrumentos de evaluación para la evaluación de la actividad experimental.
- Diseño de actividades para la evaluación de la actividad experimental.

**Módulo 5.** *Evaluación y aprendizaje: diferencias y similitudes.*

- Búsqueda bibliográfica sobre los últimos cambios y/o avances del concepto evaluación.
- Elaboración de criterios de análisis para el estudio de la información recopilada sobre el tema y que puede apoyar el proceso de enseñanza-aprendizaje de la Física.
- Definición de criterios para la evaluación en la enseñanza-aprendizaje de la Física.
- Elaboración de criterios para el diseño y construcción de instrumentos y actividades de evaluación.

## V. COMPETENCIAS

**Genéricas:** Tomadas del Proyecto Tuning.

- Capacidad de abstracción, análisis y síntesis.
- Capacidad de aplicar los conocimientos en la práctica.

- Capacidad para organizar y planificar el tiempo.
- Capacidad de comunicación oral y escrita.
- Habilidades en el uso de las tecnologías de la información y de la comunicación.
- Capacidad de investigación.
- Habilidades para buscar, procesar y analizar información procedente de fuentes diversas.
- Capacidad para identificar, plantear y resolver problemas.
- Capacidad de trabajo en equipo.
- Habilidad para trabajar en forma autónoma.

### **Específicas**

1. Construye una definición adecuada del concepto Evaluación para elaborar un conjunto de criterios que, faciliten diferenciar medición de evaluación para clasificar de manera eficiente los instrumentos de evaluación disponibles, teniendo presente la diferencia entre instrumentos que miden e instrumentos que evalúan.
2. Comprende y maneja adecuadamente los conceptos *evaluación del aprendizaje* y *evaluación para el aprendizaje* para elaborar un conjunto de criterios que faciliten identificar las características y el alcance de los instrumentos de evaluación usados en el proceso de enseñanza – aprendizaje de la Física, teniendo presente la diferencia entre instrumentos de evaluación del aprendizaje e instrumentos de evaluación para el aprendizaje.

3. Analiza investigaciones o trabajos donde se proyecta la evaluación como motor del aprendizaje para identificar los conceptos actuales que giran alrededor de la evaluación como un proceso para mejorar el aprendizaje y la enseñanza de la Física, teniendo presente la naturaleza de la Física como ciencia experimental.
4. Elabora criterios para el diseño y construcción de actividades experimentales en Física que evalúen y que a la vez promuevan el aprendizaje del saber, saber hacer y saber ser que se requiere en Física, desde una perspectiva de aprender a aprender.
5. Promueve la comprensión de que un concepto como Evaluación no puede manejarse desde una perspectiva estática, es dinámico, con el avance de la Ciencia y la Tecnología el cambio y la incertidumbre es la norma, en consecuencia, la actualización continua es importante.

## VII. METODOLOGÍA Y RECURSOS

De manera general para todas las asignaturas de esta carrera se recomienda que la metodología y los recursos didácticos a utilizar en el aula al desarrollar los contenidos que las conforman, deben ser programados. En este sentido se sugiere, por ejemplo, organizar discusiones centradas en la interacción e intercambio de ideas entre docentes y estudiantes. Como eje central de esto último se pueden utilizar, por ejemplo, lecturas comentadas, el análisis y propuestas de soluciones de problemas reales, asociados con preguntas pertinentes sobre estos. Si el contenido a desarrollar lo permite se propone, además, introducir problemas históricos,

realizar demostraciones, organizar conferencias, charlas, diseñar trabajos en equipo, desarrollar actividades experimentales sobre temas específicos de Física y discutir lo esperado en contraste con los resultados, analizar y resolver situaciones similares sobre esos mismos temas. El uso de applets, simulaciones, videos, software, páginas web, bases de datos bibliográficos y otros recursos debe ser parte fundamental del trabajo en el aula. Se recomienda, por último, que se tome en cuenta los marcos conceptuales, las metodologías y los recursos tecnológicos actualizados. Esto garantizará la actualización continua de los contenidos, la metodología y los recursos.

En cuanto a esta asignatura es necesario promover la reflexión sobre el papel de evaluación en el proceso de enseñanza y aprendizaje de la física, a través de lecturas guiadas. Esto unido a la creación de espacios para la reflexión, el análisis crítico y las sugerencias para el establecimiento de un puente entre la imagen que se ha construido durante años sobre lo que es evaluar, y las propuestas actuales: evaluación para el aprendizaje y la autorregulación de los aprendizajes.

## VIII. CRITERIOS DE EVALUACIÓN

La evaluación debe ser formativa y sumativa.

- *Evaluación formativa.* Se recomienda que en este punto se ponga especial atención a las diferencias entre evaluación de los aprendizajes y evaluación para los aprendizajes. Ello con el objetivo de diseñar y elaborar evaluaciones que realmente pongan a prueba el conocimiento construido al aplicarlo a

situaciones específicas que demuestren el nivel comprensión de los contenidos.

- *Evaluación Sumativa*. En este sentido se sugiere, por ejemplo, a partir de la amplia gama que existe, pruebas parciales escritas u orales, trabajos en grupo de carácter analítico, evaluación de trabajos escritos, pruebas orales de valoración de contenidos, defensa de un proyecto final sobre alguno de los temas estudiados o desarrollados.

En cuanto a la ponderación global de la evaluación se debe tener en cuenta lo establecido en el Estatuto Universitario, a saber:

Pruebas parciales	30 --- 40 %
Presentaciones orales, informes, trabajos en grupos, etc.	20 --- 30 %
Examen Semestral	30 --- 40 %

## IX. BIBLIOGRAFÍA

1. Benegas, J., Zavala, G., Benegas, I. J., Pérez de Landazabal, M., & Otero, J. (2013). Evaluación del aprendizaje en Física. El Aprendizaje Activo de la Física Básica Universitaria, 179-192.
2. Black, Paul y D. Wiliam (1998). "Assessment and classroom learning", *Assessment in Education*, vol. 5, pp. 7-74.

3. Martín, J., & Solbes Matarredona, J. (2001). Diseño y evaluación de una propuesta para la enseñanza del concepto de campo en física. Enseñanza de las ciencias: revista de investigación y experiencias didácticas.
4. Lucea, J. D. (2005). La evaluación formativa como instrumento de aprendizaje en Educación Física (Vol. 35). Inde.
5. López, M. S. F. (2017). Evaluación y aprendizaje. MarcoELE: Revista de Didáctica Español Lengua Extranjera, (24), 3.
6. Olivos, T. M. (2016). Evaluación del aprendizaje y para el aprendizaje. Reinventar la evaluación en el aula. (U. A. M. U. Cuajimalpa. (ed.); Primera Ed).
7. Rosales, M. (2014). Proceso evaluativo: evaluación sumativa, evaluación formativa y Assesment su impacto en la educación actual. In Congreso Iberoamericano de Ciencia, Tecnología, Innovación y Educación (Vol. 4, p. 662).
8. Sadler, D. R. (1989). "Formative assessment and the design of instructional systems", *Instructional Science*, vol. 18, pp. 119-144.
9. Sanmartí Puig, N. (2020) *Evaluar y aprender: un único proceso*. Ediciones Octaedro. ISBN: 9788418083808.
10. Sánchez, I. R. (2012). Evaluación de una Renovación Metodológica para un Aprendizaje Significativo de la Física. *Formación universitaria*, 5(5), 51-65.

# UNIVERSIDAD DE PANAMÁ

Facultad de Ciencias Naturales, Exactas y Tecnología

Escuela de Física

Licenciatura Didáctica de la Física

Programa sintético de asignatura

## DIDÁCTICA DE LA FÍSICA I (FIS 214 A)

(Introducción).

### I. DATOS GENERALES

Denominación: Didáctica de la Física I (Introducción)

Código de Horario: \_\_\_\_\_; Código de Asignatura: \_\_\_\_\_

Cuatrimestre: VII (tercer año)

Créditos:

Horas de Dedicación: Totales: Teóricas: Práctica: Laboratorio:0

Pre-requisitos: Epistemología e Historia de la Física (FIS 208), Física Ambiental y sociedad (FIS 210), Experimental I (FIS 101 A), II (FIS 101 B), III (FIS 101 C), IV (FIS 101 D), V (FIS 201 A), VI (FIS 201 B).

## II. JUSTIFICACIÓN

La Didáctica de las Ciencias Experimentales es una ciencia en plena consolidación de su fundamentación teórica. En este punto es necesario señalar que las Ciencias Experimentales dentro del marco de su enseñanza están constituidas por la Física, la Química y la Biología. Es por ello, que cada una de estas áreas desarrolla un marco específico centrada en la enseñanza y la formación científica. Pues, aunque sean ciencias experimentales, con un tronco común en cuanto a formas de hacer (construir saber) cada una tiene características y necesidades específicas al momento de su enseñanza. Lo que conlleva que la investigación con respecto a la enseñanza de estas ciencias está en pleno desarrollo. Es por esto y más que se puede hablar de la Didáctica de la Física en la formación de futuros docentes de física.

La Didáctica de la Física integra un cuerpo teórico de *saber* y *saber hacer* en constante evolución, que se nutre de la información actualizada que producen los especialistas e investigadores en la enseñanza de la Física, así como de la información que se obtiene de la práctica educativa organizada y robustamente fundamentada al enseñar Física. Por ello, se propone centrar este curso de Didáctica de la Física I en analizar y reflexionar los productos de la investigación en esta área y las tendencias actuales que le dan forma. Por ejemplo, la literatura en este campo aporta mucha información a los docentes sobre las ideas (concepciones) de los estudiantes sobre conceptos básicos fundamentales en Física. La investigación producto de años de trabajo analizando como aprenden las

personas ha puesto sobre la mesa lo importante que es conocer las ideas (concepciones) de los alumnos sobre los conceptos que se le enseñan.

### III. OBJETIVOS GENERALES

1. Analizar y reflexionar sobre lo que es la didáctica de las ciencias experimentales y como esta deriva en la didáctica de la Física, a través de una búsqueda bibliográfica organizada y pertinente.
2. Construir un catálogo de las ideas, concepciones y creencias de los alumnos sobre conceptos fundamentales Física.
3. Construir, a través de la discusión y el análisis, un marco de trabajo donde la contextualización de la enseñanza de la Física este fundamentada con el uso de la historia de la Física y los avances tecnológicos.
4. Conocer algunos modelos, propuestas y técnicas de enseñanza y aprendizaje de la física en diversos contextos para promover el aprendizaje de la física.

### IV. DESCRIPCIÓN

Esta asignatura consta de cuatro módulos que se describen a continuación.

**Módulo 1.** *Didáctica de la Física.* Este módulo está centrado en promover el análisis y la reflexión sobre el concepto didáctica de las ciencias experimentales, su papel en la enseñanza y como la didáctica de la Física es parte de ella. Para luego centrar la atención en los objetivos de la didáctica de la Física, orígenes,

fundamentación teórica y relación con otras áreas del saber que fortalecen la formación de los docentes.

**Módulo 2.** *Las ideas, concepciones y creencias de los alumnos sobre conceptos fundamentales Física.* Se centra en la búsqueda y recopilación de las ideas de los estudiantes, en otras latitudes, sobre cómo explican fenómenos naturales de su entorno, cuyos modelos explicativos se sustentan desde la Física. Con esta información se busca promover en los futuros docentes la comprensión de lo importante que es conocer lo que el alumno ya sabe, sus modelos explicativos construidos en su interacción con la naturaleza y el entorno que lo rodea, para diseñar y construir la enseñanza.

**Módulo 3.** *La contextualización en Física usando la historia de la Física y los avances tecnológicos.* Se busca promover con el desarrollo de este módulo que el futuro docente comprenda y reflexione sobre lo importante que es para la construcción de saber, saber hacer y aprender a aprender conocer aspectos fundamentales de algunos momentos históricos, vitales para la construcción y desarrollo de algunos conceptos físicos como una forma de contextualizar los productos de esta ciencia. Así como también la importancia de establecer conexiones entre lo que se enseña y el entorno del alumno para crear ambientes de aprendizaje donde la tecnología sea usada de manera adecuada y pertinente.

**Módulo 4.** *Algunos modelos, propuestas y técnicas de enseñanza y aprendizaje de la física en diversos contextos.* Se presenta en este módulo algunos métodos de enseñanza usados en la actualidad al enseñar física.

## . COMPETENCIAS

**Genéricas:** Tomadas del Proyecto Tuning.

- Capacidad de abstracción, análisis y síntesis.
- Capacidad de aplicar los conocimientos en la práctica.
- Capacidad para organizar y planificar el tiempo.
- Capacidad de comunicación oral y escrita.
- Habilidades en el uso de las tecnologías de la información y de la comunicación.
- Capacidad de investigación.
- Habilidades para buscar, procesar y analizar información procedente de fuentes diversas.
- Capacidad para identificar, plantear y resolver problemas.
- Capacidad de trabajo en equipo.
- Habilidad para trabajar en forma autónoma.

### **Específicas**

1. Construye saber sobre lo que es la didáctica de las ciencias experimentales para caracterizar la didáctica de la Física, a través de una búsqueda bibliográfica organizada y pertinente.
2. Diseña y elabora un catálogo de las ideas, concepciones y creencias de los alumnos sobre conceptos fundamentales en Física para tener una base sólida

de información que guíe y oriente su hacer en el aula desde criterios científicos.

3. Construye, a través de la discusión y el análisis un marco de trabajo para contextualizar la Física y su enseñanza teniendo como criterio la historia de la Física y los avances tecnológicos.
4. Internaliza las características esenciales de algunos modelos, propuestas y técnicas de enseñanza y aprendizaje de la física en diversos contextos y los utiliza para diseñar actividades de enseñanza que promuevan la construcción de conocimiento, desde el conocimiento de los modelos físicos y su hacer (sus procedimientos).

## VI. CONTENIDO

### *Módulo 1. Didáctica de la Física.*

- Origen de la didáctica de las Ciencias.
- Fundamentación teórica de la didáctica de las Ciencias como Ciencia.
- Tendencias actuales de la didáctica de las Ciencias.
- La didáctica de la Física: tendencias actuales y conceptos fundamentales.
- ¿En qué consiste aprender física?

### *Módulo 2. Las ideas, concepciones y creencias de los alumnos sobre conceptos fundamentales Física.*

- Origen del concepto ideas de los alumnos: un poco de historia.
- Distintas denominaciones del concepto ideas de los alumnos.

- Ideas (concepciones) de los alumnos en: mecánica, óptica geométrica, ondas, electromagnetismo, física moderna, termodinámica, etc.

**Módulo 3.** *La contextualización en Física usando la historia de la Física y los avances tecnológicos.*

- La importancia del contexto en la enseñanza de la Física.
- La historia de la Física en la enseñanza de la Física
- Un poco de historia sobre los avances tecnológicos que tienen a su base conceptos en Física.
- La tecnología y la historia de la Física para crear contextos de enseñanza que den sentido a la Física y su enseñanza.

**Módulo 4.** *Algunos modelos, propuestas y técnicas de enseñanza y aprendizaje de la física en diversos contextos.*

- Aprendizaje activo de la Física
  - a. ¿Qué es el aprendizaje activo de la Física?
  - b. Secuencias didácticas basadas en el aprendizaje activo de la física
- Modelo STEAM para el aprendizaje de la Ciencia
  - a. ¿Qué es STEAM?
  - b. Características de STEAM.
  - c. Diseño de actividades de enseñanza usando STEAM.
- Aula Invertida en la enseñanza de la Física
  - a. Características del método aula invertida en la Enseñanza de la Física.
  - b. Aula invertida y "enseñanza justo a tiempo".
  - c. Diseño de estrategias con el método aula invertida.

- La actividad experimental en Física
  - a. El papel de la actividad experimental en Física.
  - b. Diseño de actividades experimentales: características
- Resolución de problemas en la enseñanza de la Física
  - a. Diseño de estrategias de enseñanza para la resolución de problemas.
- Diseño de actividades de enseñanza integradoras

## VII. METODOLOGÍA Y RECURSOS

De manera general para todas las asignaturas de esta carrera se recomienda que la metodología y los recursos didácticos a utilizar en el aula al desarrollar los contenidos que las conforman, deben ser programadas. En este sentido se sugieren, por ejemplo, discusiones centradas en la interacción e intercambio de ideas entre docentes y estudiantes. Como eje central de esto último se pueden utilizar, por ejemplo, lecturas, el análisis y la solución de problemas reales, asociados a preguntas pertinentes sobre estos. Si el contenido a desarrollar lo permite se propone, además, abordar problemas históricos, hacer demostraciones, organizar conferencias, charlas, diseñar trabajos en equipo, desarrollar actividades experimentales sobre temas específicos de Física y discutir lo esperado en contraste con los resultados, analizar y resolver situaciones similares sobre esos mismos temas. El uso de applets, simulaciones, videos, software, páginas web, bases de datos bibliográficos y otros recursos debe ser parte fundamental del trabajo en el aula. Se recomienda, por último, que se tome en cuenta marcos conceptuales, metodologías y recursos tecnológicos que en el momento de la estructuración de

cada asignatura no existían. Esto como una forma de actualización continua de los contenidos, la metodología y los recursos.

En cuanto a esta asignatura en específico se propone, por ejemplo, la participación de los estudiantes en foros de discusión presenciales o virtuales (sincrónicos y asincrónicos) acerca de las ideas previas de los alumnos y su influencia en el proceso de enseñanza y aprendizaje de la física. Lo mismo se puede hacer para los distintos temas que se tratan. Las clases tendrán carácter teórico-práctico, lo que les permitirá a los participantes desarrollar e integrar los contenidos conceptuales y actitudinales. Se sugiere que al final de cada tema se abra un espacio para la reflexión, el análisis crítico y las sugerencias para el establecimiento de un puente entre la práctica en el aula y los temas discutidos en el desarrollo de esta asignatura.

## VIII. CRITERIOS DE EVALUACIÓN

Evaluación formativa diferenciando claramente en evaluación de los aprendizajes y evaluación para los aprendizajes.

Evaluación Sumativa. En este sentido se sugiere, por ejemplo, a partir de la amplia gamma que existe, pruebas parciales escritas u orales, trabajos en grupo de carácter analítico, evaluación de trabajos escritos, pruebas orales de valoración de contenidos, defensa de un proyecto final sobre alguno de los temas estudiados o desarrollados.

En cuanto a la ponderación global de la evaluación se debe tener en cuenta lo establecido en el Estatuto Universitario, a saber:

Pruebas parciales	30 --- 40 %
Presentaciones orales, informes, trabajos en grupos, etc.	20 --- 30 %
Examen Semestral	30 --- 40 %

## IX. BIBLIOGRAFÍA

1. Agreda, M., Ortiz, A.M., Trujillo, J.M. (2016). Proyectos steam mediante tecnologías emergentes: propuesta didáctica en el grado de Educación Primaria de las Facultades de Ciencias de la Educación de Jaén y Granada. En: Rosabel Roig-Vila, R. (Ed.). (2016). EDUcación y TECnología. Propuestas desde la investigación y la innovación educativa. Ediciones OCTAEDRO, S.L. España.
2. Benítez, Y., Mora, C. (2010). Enseñanza tradicional vs aprendizaje activo para alumnos de ingeniería. En: Revista Cubana de Física. Vol. 27, No. 2A, pp.175-179.
3. Buteler, L., Coleon, E. (2012). El conocimiento físico intuitivo, la resolución de problemas en Física y el lugar de las ecuaciones matemáticas. En: Investigações em Ensino de Ciências. V17(2), pp. 435-452.
4. Campanario, J. M., & Otero, J. (2000). Más allá de las ideas previas como dificultades de aprendizaje: las pautas de pensamiento, las concepciones epistemológicas y las estrategias metacognitivas de los alumnos de Ciencias.

Enseñanza de las ciencias: revista de investigación y experiencias didácticas, 155-169.

5. Cruz Ardila, Juan Carlos, Espinosa Arroyave, Vanesa, Reflexiones sobre la didáctica en física desde los laboratorios y el uso de las TIC. Revista Virtual Universidad Católica del Norte [en línea] 2012, (Febrero-Mayo).

6. Driver, R. y otros (1989); Ideas científicas en la infancia y la adolescencia. Madrid: Morata/MEC FEES (2004); Documentos. Espacio Europeo de Educación Superior. Madrid: UCM.

7. Escudero, C., Gonzáles de Flores, S. (1996). Resolución de problemas en el nivel medio: un cambio cognitivo y social. En: Investigacoes em Ensino de Ciências. V1(2), pp 155-175.

8. Hierrezuelo, J. y Montero, A. (1989); La ciencia de los alumnos. Barcelona: Laia.

9. Martínez Aznar, M., & Varela Nieto, M., & Ezquerro Martínez, A., & Sotres Díaz, F. (2013). Las Unidades Didácticas escolares, basadas en competencias, como eje estructurante de la Didáctica de la Física y Didáctica de la Química para la formación inicial de profesores de secundaria. Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias, 10, 616-629.

10. Mletzar, D.E., Thornton, R. (2012). Resource Letter ALIP-1: Active-Learning Instruction in Physics Es: American Journal of Physics. 80 (6).

11. Martínez, T. (2016). ¿Por qué tienen tanta aceptación los espacios maker entre los jóvenes? En: Cuadernos de Investigación en Juventud. N° 1.

12. Marqués, M. (2016). Qué hay detrás de la clase al revés (flipped classroom). En: Actas de las XXII Jenui. Almería, 6-8 de julio 2016, pp 77-84

13. Lasry, N., Dugdale, M. (2014). Just in time to flip classroom. En: The physics teacher. 52, 34.
14. Osborne, R. y Freyberg, P. (1991); El aprendizaje de las Ciencias. Implicaciones de la ciencia de los alumnos. Madrid: Narcea.
15. Perales, F. J. y Cañal, P. (2000); Didáctica de las Ciencias Experimentales. Alcoy: Ad. Marfil.
16. Ruiz, A., Varela, P. y Martínez Aznar, M<sup>a</sup>. (2004). Didáctica de Física y Química. Formación de profesores de Educación Secundaria. Madrid: UCM.
17. Ruiz, F. (2017). Diseño de Proyectos STEAM a partir del currículum actual de educación primaria utilizando aprendizaje basado en problemas, aprendizaje cooperativo, flipped classroom y robótica educativa. Tesis doctoral no publicada. Universidad CEU Cardenal Herrera. Valencia. España. Disponible en: <http://dspace>
18. Rojas, S. (2010). On the teaching and learning of physics problem solving. Revista mexicana de física E. 56(1), 22-28.
19. Séré, M.G. (2002). La enseñanza en el laboratorio. ¿Qué podemos aprender en términos de conocimiento práctico y de actitudes hacia la ciencia? En: Enseñanza de las ciencias. 20 (3), 357-368
20. Sánchez, Iván R. (2012). Evaluación de una Renovación Metodológica para un Aprendizaje Significativo de la Física. Formación universitaria, 5(5), 51-65.
21. Sokoloff, D. (2012). Active learning of introductory optics: Strategies for the U.S. and the developing World. En: Latin american journal of Physics Education, vol. 6, suppl 1, agosto.

# UNIVERSIDAD DE PANAMÁ

Facultad de Ciencias Naturales, Exactas y Tecnología

Escuela de Física

Licenciatura Didáctica de la Física

Programa sintético de asignatura

## RECURSOS VIRTUALES PARA LA ENSEÑANZA DE LA FÍSICA (FIS 215)

### I. DATOS GENERALES

Denominación: Recursos virtuales para la enseñanza de la Física

Código de Horario: \_\_\_\_\_; Código de Asignatura: \_\_\_\_\_

Cuatrimestre: VII (tercer año).

Créditos:

Horas de Dedicación: Totales: Teóricas: Práctica: Laboratorio: 0

Pre-requisitos: Epistemología e Historia de la Física (FIS 208), Experimental I (FIS 101 A), II (FIS 101 B), III (FIS 101 C), IV (FIS 101 D), V (FIS 201 A), VI (FIS 201 B), Programación para físicos I (INF 207 A), Programación para físicos II (INF 207 B).

## II. JUSTIFICACIÓN

Hasta la pandemia de COVID-19, en casi todas las áreas del saber y a cualquier nivel, la enseñanza se concebía sin la “*virtualidad*”. Esa modalidad no es nueva, pero por necesidad, tomó importancia durante la pandemia. Agrupa un amplio rango de herramientas y recursos didácticos de naturaleza virtual, así como una concepción de la actividad de enseñanza fundamentada en la ubicuidad (es decir, actividad presente en varios lugares a la vez y da la impresión potencial de estar en todas partes). La masificación de la modalidad fue posible debido a que muchas de las herramientas y recursos necesarios al apoyo de la actividad son de uso gratuito y están disponibles en distintos formatos en la red (internet). En esto contribuyó el hecho cierto de que los avances científicos se han traducido rápidamente en avances tecnológicos lo que a la vez significa que no es posible predecir qué tipo de herramientas y recursos (entre ellos los didácticos), estarán a disposición de la sociedad en general (y en particular de los docentes y estudiantes), en el futuro inmediato y mediano y que podrían ser usados en apoyo a la virtualidad. Pero si deja claro, que la actualización constante, debe ser la norma en todos los distintos campos del saber a todos los niveles. De allí la necesidad de una asignatura en la cual se plantea como una forma de mantener al día a los futuros docentes de física desde la formación inicial, en lo referente a la amplia gama de recursos virtuales disponibles en la red y que se pueden utilizar en las clases de Física a cualquier nivel durante la actividad presencial y durante las actividades en campo o en casa, o sea una actividad de enseñanza fundamentada en la ubicuidad (desde cualquier lugar y momento).

### III. OBJETIVOS GENERALES

1. Conocer los aspectos mínimos que se deben tener en cuenta para promover el aprendizaje en ambientes virtuales.
2. Reflexionar sobre las características mínimas de las herramientas y recursos didácticos virtuales hoy y en el futuro.
3. Diseñar simulaciones para el análisis y estudio de fenómenos físicos.
4. Identificar y valorar los elementos mínimos necesarios a tener presente en el diseño y elaboración de simulaciones para la enseñanza de la Física.

### IV. DESCRIPCIÓN

Esta asignatura consta de tres módulos, los que se describen brevemente a continuación.

**Módulo 1.** *Diseño, elaboración y selección de herramientas y recursos didácticos para diseñar y construir ambientes de aprendizajes virtuales al enseñar física.* Es claro que no se puede proporcionar todo el saber necesario en esta área, pues, está en pleno crecimiento y desarrollo. Pero, si se pueden presentar luces hacia donde se dirige el diseño y creación de recursos virtuales, las características que tienen, los elementos que se deben tomar en cuenta para elaborar este tipo de materiales, etc.

**Módulo 2.** *Diseño de simulaciones simples para el estudio y análisis de fenómenos físicos.* Se centra la actividad de este módulo al diseño de simulaciones usando lo aprendido en el curso de programación para físicos I y II, específicamente,

Python, programación orientada a objeto, y se agrega una breve introducción a Easy Java Simulación.

**Módulo 3.** *Introducción a las actividades experimentales (laboratorio y de campo) virtuales y remotos en la enseñanza de la Física.* El desarrollo de este módulo está centrado en introducir a los futuros docentes de física al diseño de actividades experimentales virtuales y remotas.

## V. COMPETENCIAS

**Genéricas:** Tomadas del Proyecto Tuning.

- Capacidad de abstracción, análisis y síntesis.
- Capacidad de aplicar los conocimientos en la práctica.
- Capacidad para organizar y planificar el tiempo.
- Capacidad de comunicación oral y escrita.
- Habilidades en el uso de las tecnologías de la información y de la comunicación.
- Capacidad de investigación.
- Habilidades para buscar, procesar y analizar información procedente de fuentes diversas.
- Capacidad para identificar, plantear y resolver problemas.
- Capacidad de trabajo en equipo.
- Habilidad para trabajar en forma autónoma.

## Específicas

1. Simula fenómenos para promover una enseñanza virtual de la Física, que utiliza en contextos de trabajo virtual, tomando en cuenta las posibles dificultades de los estudiantes.
2. Maneja una visión general de las potencialidades y posibles usos de las herramientas y recursos virtuales a su disposición, para diseñar trabajos experimentales virtuales y remotos en Física, que promueven la construcción de conocimiento sobre los modelos físicos y el hacer, los procedimientos, en Física a la base de los fenómenos estudiados.

## VI. CONTENIDO

*Módulo 1. Diseño, elaboración y selección de herramientas y recursos didácticos para diseñar y construir ambientes de aprendizajes virtuales al enseñar física.*

- Características de las herramientas y recursos didácticos para la enseñanza virtual de la física.
- El diseño y elaboración de herramientas y recursos didácticos para la enseñanza virtual en física.
- Qué son y cuáles son las características de un hipertexto, hipermedia y multimedia.

- Criterios científicos para tener presente al momento de evaluar las herramientas y recursos virtuales que día a día se encuentran en la Internet.
- Posibles estrategias para potenciar el uso de las herramientas y recursos didácticos disponibles en la red.

**Módulo 2.** *Diseño de simulaciones simples para el estudio y análisis de fenómenos físicos desde la virtualidad.*

- Características que se deben tener en cuenta al momento de diseñar simulaciones para la enseñanza de la Física.
- El diseño gráfico y la didáctica de la física: integración necesaria desde la enseñanza.
- Simulaciones de fenómenos físicos que se pueden estudiar desde la mecánica, la electricidad, el electromagnetismo, la termodinámica, etc.

**Módulo 3.** *Introducción a los laboratorios virtuales y remotos en la enseñanza de la Física.*

- El concepto de laboratorio virtual y remoto.
- Uso de softwares, aplicaciones y simulaciones genéricas específicas para la enseñanza de la Física, propias del diseño de actividades experimentales virtuales y remotas.
- Diseño de una actividad experimental virtual y remota.

## VII. METODOLOGÍA Y RECURSOS

De manera general para todas las asignaturas de esta carrera se recomienda que la metodología y los recursos didácticos a utilizar en el aula, al desarrollar los contenidos que las conforman, deben ser programados. En este sentido se sugiere, por ejemplo, organizar discusiones centradas en la interacción e intercambio de ideas entre docentes y estudiantes. Como eje central de esto último se pueden utilizar, por ejemplo, lecturas comentadas, el análisis y propuestas de soluciones de problemas reales, asociados con preguntas pertinentes sobre estos. Si el contenido a desarrollar lo permite se propone, además, introducir problemas históricos, realizar demostraciones, organizar conferencias, charlas, diseñar trabajos en equipo, desarrollar actividades experimentales sobre temas específicos de Física y discutir lo esperado en contraste con los resultados, analizar y resolver situaciones similares sobre esos mismos temas. El uso de applets, simulaciones, videos, software, páginas web, bases de datos bibliográficos y otros recursos debe ser parte fundamental del trabajo en el aula. Por último, se recomienda que se tome en cuenta los marcos conceptuales, las metodologías y los recursos tecnológicos actualizados. Esto garantizará la actualización continua de los contenidos, la metodología y los recursos.

En cuanto a esta asignatura en específico, se sugiere centrar la actividad de construcción de conocimiento en el diseño de herramientas y recursos virtuales, así como en el diseño de actividades experimentales y remotas. Se sugiere que al final se presenten los diseños elaborados, a todo el grupo-clase para escuchar puntos de

vistas distintos sobre la tarea realizada. La discusión e interacción, entre pares y con el docente, sobre lo hecho, es un espacio para la reflexión. En este espacio de reflexión el análisis crítico y las sugerencias deben facilitar la construcción de un puente con la práctica en el aula. Es necesario tener presente que la interacción entre pares es fundamental en la construcción de conocimientos.

## VIII. CRITERIOS DE EVALUACIÓN

La evaluación debe ser formativa y sumativa.

- *Evaluación formativa.* Se recomienda que en este punto se ponga especial atención a las diferencias entre evaluación de los aprendizajes y evaluación para los aprendizajes. Ello con el objetivo de diseñar y elaborar evaluaciones que realmente pongan a prueba el conocimiento construido al aplicarlo a situaciones específicas que demuestren el nivel comprensión de los contenidos.
- *Evaluación Sumativa.* En este sentido se sugiere, por ejemplo, a partir de la amplia gama que existe, pruebas parciales escritas u orales, trabajos en grupo de carácter analítico, evaluación de trabajos escritos, pruebas orales de valoración de contenidos, defensa de un proyecto final sobre alguno de los temas estudiados o desarrollados.

En cuanto a la ponderación global de la evaluación se debe tener en cuenta lo establecido en el Estatuto Universitario, a saber:

Pruebas parciales

30 --- 40 %

Presentaciones orales, informes, trabajos en grupos, etc.	20 --- 30 %
Examen Semestral	30 --- 40 %

## IX. BIBLIOGRAFÍA

1. Bloch, J. (2008). *Effective Java (2nd Edition)*. Addison-Wesley; 2nd edition.
2. Briggs, J. R. (2010). *Python for Kids: A Playful Introduction to Programming*. No Starch Press, December.
3. Christian, W., & Esquembre, F. (2007). Modeling physics with easy java simulations. *The Physics Teacher*, 45(8), 475-480.
4. Christian, W., Belloni, M. (2000). *Physlets: Teaching Physics with Interactive Curricular Material*. Addison-Wesley, October.
5. Cox, A. J., Belloni, M., Dancy, M., & Christian, W. (2003). Teaching thermodynamics with Physlets® in introductory physics. *Physics Education*, 38(5), 433.
6. Cummings, K., Laws, P., Redish, E. F., Cooney, P. (2003). *Understanding Physics (Preliminary Edition)*, John Wiley & Sons, Inc.
7. Esquembre, F. (2005). *Creación de simulaciones interactivas en Java. Aplicación a la enseñanza de la Física*. Prentice Hall.
8. Farias, G., De Keyser, R., Dormido, S., & Esquembre, F. (2010). Developing networked control labs: A matlab and easy java simulations approach. *IEEE Transactions on Industrial Electronics*, 57(10), 3266-3275.

9. García Barneto, A., & Bolívar Raya, J. P. (2008). Efecto de las simulaciones interactivas sobre las concepciones de los alumnos en relación con el movimiento armónico simple.
10. Hesham, A. E., Gu, X. (2012). Virtual Laboratory: The Efficiency of the Virtual Laboratory in Teaching Science. LAP LAMBERT Academic Publishing, September.
11. Jackson, D., Laws, P., Franklin, S. (2003). Explorations in Physics: An Activity-Based Approach to Understanding the World, John Wiley & Sons, Inc., USA.
12. Jeschofnig, L., Jeschofnig, P. (2011). Teaching Lab Science Courses Online: Resources for Best Practices, Tools, and Technology. Jossey-Bass; 1st. edition, March.
13. Jacobson, M., Reimann, P. (2010). Designs for Learning Environments of the Future: International Perspectives from the Learning Sciences. Springer; 2010, 2nd Edition.
14. Martínez, F. E., & Rodríguez, E. M. (2011). Animaciones y simulaciones para la Enseñanza de la Física. Ejemplos prácticos con los fislets y con easy java simulations. Revista Española de Física, 21(4).
15. Matarrita, C. A., & Concari, S. B. (2015). Hacia un estado del arte de los laboratorios remotos en la enseñanza de la física. Revista de Enseñanza de la Física, 27, 133-139.
16. Ruiz, I. H., Fernández, C. G., Vargas, R. A., Valverde, F. L., & Solano, P. F. (2020). ¿Cómo la robótica educativa impacta a las mujeres estudiantes de secundaria? Un análisis realizado con Python. Estudios, (41), 618-635.

17. Rosado, L., & Herreros, J. R. (2005). Nuevas aportaciones didácticas de los laboratorios virtuales y remotos en la enseñanza de la Física. *Recent Research Developments in Learning Technologies*, 1, 1-5.
18. Rosado, L., & Herreros, J. R. (2002). Laboratorios virtuales y remotos en la enseñanza de la Física y materias afines. *Didáctica de la Física y sus nuevas Tendencias*, Madrid, UNED, 415-603.

# UNIVERSIDAD DE PANAMÁ

Facultad de Ciencias Naturales, Exactas y Tecnología

Escuela de Física

Licenciatura Didáctica de la Física

Programa sintético de asignatura

## TÉCNICAS PARA LA INVESTIGACIÓN EN DIDÁCTICA DE LA FÍSICA I (FIS 300 A)

### I. DATOS GENERALES

Denominación: Investigación en didáctica de la física I.

Código de Horario: \_\_\_\_\_; Código de Asignatura: \_\_\_\_\_

Cuatrimestre: VIII (tercer año).

Créditos:

Horas de Dedicación: Totales: Teóricas: Práctica: Laboratorio:0

Pre-requisitos: Organización y Planificación de la Actividad Exp. I (FIS 212 A),  
Evaluación para el aprendizaje de la Física (FIS 213), Didáctica de la Física I (FIS  
214 A), Recursos Virtuales para la enseñanza de la Física (FIS 215).

### II. JUSTIFICACIÓN

El aula, entendida en el sentido amplio, es una miniatura de sociedad donde se enseña y aprende Física, por lo tanto, es la fuente fundamental de información

para la planificación del trabajo del docente. Información que si es recopilada dentro de ciertas normas pasa a ser fundamental al momento de diseñar intervenciones, ejecutar propuestas de desarrollo, etc., es decir realizar cambios para mejorar el proceso de enseñanza-aprendizaje de esta ciencia. Es pues esencial, para el futuro docente de Física tener la idoneidad necesaria para poder diseñar estrategias de enseñanza y de aprendizaje con objetivos específicos centrados en promover la adquisición de actitudes, saberes y habilidades científicas, sociales, éticas, etc. Por ejemplo, autonomía, criticidad, etc. Pero para decidir qué acciones poner en práctica o que cambiar en su desempeño para mejorar su hacer, y en consecuencia, mejorar los productos de su trabajo, entre otras cosas, el docente requiere manejar de manera adecuada y pertinente los fundamentos que le permitan comprender, analizar y valorar algunos modelos teóricos y métodos de investigación que puede aplicar dentro del proceso de enseñanza y aprendizaje de la Física. Por ello es fundamental que sea capaz de elaborar su propio proyecto de investigación en el aula, y que comprenda lo importante que es, para su desarrollo y crecimiento como docente, comunicar sus hallazgos y compartir con la comunidad educativa el saber construido en este proceso.

### III. OBJETIVOS GENERALES

1. Manejar las bases mínimas necesarias referentes a modelos y métodos de investigación cuantitativa y cualitativa que pueden ser de mayor utilidad, en el proceso de construir saber para hacer frente a lo complejo que es enseñar física.

2. Conocer y valorar los aspectos necesarios exigidos por la Universidad de Panamá para elaborar el proyecto de trabajo de graduación

#### IV. DESCRIPCIÓN

Esta asignatura consta de cuatro módulos, que se describen a continuación.

**Módulo 1.** *Introducción a la investigación social: una mirada desde la Física y su enseñanza.* Se busca poner sobre la mesa los saberes necesarios para comprender e internalizar, entre otras cosas, la diferencia entre investigación cualitativa y cuantitativa, así como la importancia de ambas en el contexto de la enseñanza de la Física.

**Módulo 2.** *Fundamentos de la investigación social vs la investigación en ciencias.* Es importante y muy necesario hacer hincapié en que la investigación en la enseñanza de la Física debe tener los mismos niveles de calidad que la conocida investigación científica.

**Módulo 3.** *Elementos necesarios para diseñar una investigación.* Investigar en cualquier campo del saber, requiere idoneidad y esto pasa por promover la lectura, el análisis y la reflexión sobre los elementos que dan forma al diseño de una investigación educativa en el contexto de la enseñanza de la física.

**Módulo 4.** *Métodos de investigación.* Se busca promover el análisis y la reflexión sobre los métodos de investigación más usados en la investigación en enseñanza de la Física, a través de una lectura analítica y reflexiva de artículos de investigación en el campo de la enseñanza de las ciencias experimentales.

## V. COMPETENCIAS

**Genéricas:** Tomadas del Proyecto Tuning.

- Capacidad de abstracción, análisis y síntesis.
- Capacidad de aplicar los conocimientos en la práctica.
- Capacidad para organizar y planificar el tiempo.
- Capacidad de comunicación oral y escrita.
- Habilidades en el uso de las tecnologías de la información y de la comunicación.
- Capacidad de investigación.
- Habilidades para buscar, procesar y analizar información procedente de fuentes diversas.
- Capacidad para identificar, plantear y resolver problemas.
- Capacidad de trabajo en equipo.
- Habilidad para trabajar en forma autónoma.

**Específicas**

1. Construye modelos referentes a los fundamentos de la investigación social, para diseñar y ejecutar estrategias que mejoren la enseñanza de esta ciencia, teniendo como base elementos básicos de la investigación social integrados de forma natural al hacer en el aula al enseñar Física.
2. Identifica problemas característicos del proceso de enseñanza de la Física, y, diseña una investigación para construir saber que facilite encontrar

soluciones, teniendo en todo momento una actitud científica, crítica y metacognitiva.

3. Utiliza los aspectos mínimos necesarios para diseñar una investigación en el contexto del aula, lugar donde convergen el saber a enseñar, el docente y los estudiantes, poniendo en práctica el saber construido referente a los aspectos mínimos necesarios que dan forma al diseño de una investigación.
4. Construye modelos que integra a su carga teórica sobre los métodos de investigación más usados en el contexto educativo, para resolver problemas específicos que afectan la adecuada interacción saber, profesor y estudiantes en el proceso de enseñanza de la física.

## VI. CONTENIDO

**Módulo 1.** *Introducción a la investigación social: una mirada desde la Física y su enseñanza.*

- Elementos fundamentales en el diseño de una investigación dentro del proceso de enseñanza – aprendizaje.
- El conocimiento científico.
- La redacción científica: una herramienta fundamental al plantearse un problema, resolverlo y comunicar los hallazgos a los pares.

**Módulo 2.** *Fundamentos de la investigación social vs la investigación en ciencias.*

- Diseño de investigación educativa.
- Tipos de investigación.

- Investigación social.
- Investigación cualitativa vs la investigación cuantitativa.
- La investigación científica.
- La interdisciplinariedad, al investigar dentro del contexto en la enseñanza de la física.

### **Módulo 3.** *Elementos necesarios para diseñar una investigación.*

- Diseño de investigaciones.
- El problema científico, el planteamiento de hipótesis y objetivos.
- La construcción de una pregunta de investigación como primer paso hacia el planteamiento de un problema a resolver.
- Análisis de problemas de investigación en la enseñanza de la Física: lectura de artículos de investigación en la enseñanza de la Física.
- La investigación al enseñar física: tiene cabida en el contexto de lo que se conoce como investigación científica.
- Revisión de diseños de investigación a través de la lectura de artículos publicados en revistas de enseñanza de la Física.
- Líneas de investigación dentro del contexto de la enseñanza de la Física: una revisión a la literatura sobre este tema.

### **Módulo 4.** *Métodos de investigación.*

- Métodos cualitativos
- Métodos cuantitativos
- La metodología de la investigación científica vs la metodología de investigación en enseñanza de la Física: revisión de metodologías usadas en los artículos de investigación en la enseñanza de la Física.

## VII. METODOLOGÍA Y RECURSOS

De manera general para todas las asignaturas de esta carrera se recomienda que la metodología y los recursos didácticos a utilizar en el aula al desarrollar los contenidos que las conforman, deben ser programados. En este sentido se sugiere, por ejemplo, organizar discusiones centradas en la interacción e intercambio de ideas entre docentes y estudiantes. Como eje central de esto último se pueden utilizar, por ejemplo, lecturas comentadas, el análisis y propuestas de soluciones de problemas reales, asociados con preguntas pertinentes sobre estos. Si el contenido a desarrollar lo permite se propone, además, introducir problemas históricos, realizar demostraciones, organizar conferencias, charlas, diseñar trabajos en equipo, desarrollar actividades experimentales sobre temas específicos de Física y discutir lo esperado en contraste con los resultados, analizar y resolver situaciones similares sobre esos mismos temas. El uso de applets, simulaciones, videos, software, páginas web, bases de datos bibliográficos y otros recursos debe ser parte fundamental del trabajo en el aula. Se recomienda, por último, que se tome en cuenta los marcos conceptuales, las metodologías y los recursos tecnológicos actualizados. Esto garantizará la actualización continua de los contenidos, la metodología y los recursos.

En cuanto a esta asignatura se sugiere promover el análisis y la reflexión sobre el concepto investigación, seguido de la comparación de las características de la investigación científica, la investigación social, y la investigación en la enseñanza de la física. Se sugiere, además, que al final de cada tema se abra un espacio para

la reflexión, el análisis crítico y las sugerencias para el establecimiento de un puente entre la imagen de física que se maneja, la función de esta ciencia en la sociedad, y la naturaleza de la Física asociada a su fenomenología.

## VIII. CRITERIOS DE EVALUACIÓN

La evaluación debe ser formativa y sumativa.

- *Evaluación formativa.* Se recomienda que en este punto se ponga especial atención a las diferencias entre evaluación de los aprendizajes y evaluación para los aprendizajes. Ello con el objetivo de diseñar y elaborar evaluaciones que realmente pongan a prueba el conocimiento construido al aplicarlo a situaciones específicas que demuestren el nivel comprensión de los contenidos.
- *Evaluación Sumativa.* En este sentido se sugiere, por ejemplo, a partir de la amplia gama que existe, pruebas parciales escritas u orales, trabajos en grupo de carácter analítico, evaluación de trabajos escritos, pruebas orales de valoración de contenidos, defensa de un proyecto final sobre alguno de los temas estudiados o desarrollados.

En cuanto a la ponderación global de la evaluación se debe tener en cuenta lo establecido en el Estatuto Universitario, a saber:

Pruebas parciales	30 --- 40 %
Presentaciones orales, informes, trabajos en grupos, etc.	20 --- 30 %

## IX. BIBLIOGRAFÍA

1. Hernández S. R., Fernández, C. C. y Baptista, L. P. (2014). Metodología de la investigación. Sexta Edición. Mc Graw Hill, México.
2. Behar, R. D. (2008). Metodología de la investigación. Editorial Shalom. Argentina.
3. Kothari, C. R. (2004). Resarch Methodology. Methods & Techniques. Second Edition. New Age International Publishers. New Delhi.
4. Kumar, R. (2011). Reseach Methodology. A step-by-step guide for beginners. Third Edition. SAGE. USA.
5. Bhattacharjee, A. (2012). Social Science Research: Principles, Methods, and Practices. Second Edition. Creative Commons Attribution-NonCommercial-ShareAlike 3.0 Unported License. USA.
6. Baena, P. G. (2017). Metodología de la investigación. Serie integral por competencias. Tercera Edición. Grupo Editorial Patria. México.
7. Walliman, N. (2011). Research Methods. The Basics. Routledge. London and USA.
8. Kumar, N. J. & Priyanka, S. (2015). Fundamentals of Research Methodology: Problems and Prospects. First Edition. SSDN Publishers & Distributors. New Delhi. 2015.

# UNIVERSIDAD DE PANAMÁ

Facultad de Ciencias Naturales, Exactas y Tecnología

Escuela de Física

Licenciatura Didáctica de la Física

Programa sintético de asignatura

## ORGANIZACIÓN Y PLANIFICACIÓN DE LA ACTIVIDAD

EXPERIMENTAL II (FIS 312 B)

(Electromagnetismo y Física Moderna)

### I. DATOS GENERALES

Denominación: Organización y planificación de la actividad experimental II (Electromagnetismo y física moderna).

Código de Horario: \_\_\_\_\_; Código de Asignatura: \_\_\_\_\_

Cuatrimestre: VIII (tercer año).

Créditos:

Horas de Dedicación: Totales: Teóricas: Práctica: Laboratorio:0

Pre-requisitos: Organización y Planificación de la Actividad Exp. I (FIS 212 A), Evaluación para el aprendizaje de la Física (FIS 213), Didáctica de la Física I (FIS 214 A), Recursos Virtuales para la enseñanza de la Física (FIS 215).

## II. JUSTIFICACIÓN

La actividad experimental en el área del electromagnetismo tiene a su base conceptos fundamentales como carga eléctrica, reposo relativo, movimiento relativo campo magnético, etc. Estudiar estos conceptos experimentales requiere del futuro docente se involucre y sea consciente que necesita adquirir saber, saber hacer y saber para el diseño y planificación de la actividad experimental en electromagnetismo y física moderna que estén a la par de los conocimientos que hoy en día están a la base de muchos productos cuyo uso se traduce en mejora de la calidad de vida de las personas. Este conocimiento debe facilitarle el diseño y planificación pertinente de la actividad experimental en estas áreas. Lo que debe culminar con el diseño y elaboración de un proyecto experimental para la enseñanza experimental en electromagnetismo y física moderna.

## III. OBJETIVOS GENERALES

1. Conocer e identificar los conocimientos necesarios para diseñar y planificar la actividad experimental en electromagnetismo y física moderna.
2. Conocer, manejar y comprender el saber, saber hacer y saber ser necesarios para el diseño y planificación de la actividad experimental en electromagnetismo y física moderna.
3. Diseñar y elaborar problemas experimentales dentro de la actividad experimental en electromagnetismo y física moderna.

#### IV. DESCRIPCIÓN

Esta asignatura consta de tres módulos que se describen a continuación.

**Módulo 1.** *Conocimientos, saber hacer y saber ser necesarios para diseñar y planificar la actividad experimental en electromagnetismo y física moderna.* El diseño y planificación de la actividad experimental en electromagnetismo y física moderna requiere que el futuro docente tome consciencia de la necesidad de construir una visión amplia sobre todos los saberes que poco a poco debe adquirir para articular la enseñanza experimental de estas áreas de manera pertinente y eficiente: objetivos de la actividad experimental en Física, lo que puede lograr dentro de la enseñanza experimental del electromagnetismo y la física moderna, los avances científicos en estas áreas, las diferencias y similitudes reales entre los problemas de lápiz y papel y los problemas experimentales, el saber, saber hacer y el saber ser que requiere el docente y los alumnos para el logro de los objetivos que se planteen lograr, un poco de historia, etc.

**Módulo 2.** *Diseño y planificación de la actividad experimental en electromagnetismo y física moderna.* Para diseñar problemas experimentales en estas áreas se requiere comenzar con una búsqueda bibliográfica para identificar que ofrece la Web, identificar los conocimientos necesarios para crear ambientes de aprendizaje más motivadores, aprender a reciclar viejas experiencias que pueden ser muy actuales, aprender a diseñar las estructuras dentro de las cuales se va a insertar el problema experimental, es necesario que el futuro docente comprenda que debe estar siempre preparado para el cambio, lo que implica aprender a aprender, etc.

**Módulo 3:** *Proyectos de problemas experimental en electromagnetismo y física moderna.* Este módulo busca que el futuro docente tenga un espacio para presentar y sustentar los problemas experimentales que diseñe y construya en electromagnetismo y física moderna.

## V. COMPETENCIAS

**Genéricas:** Tomadas del Proyecto Tuning.

- Capacidad de abstracción, análisis y síntesis.
- Capacidad de aplicar los conocimientos en la práctica.
- Capacidad para organizar y planificar el tiempo.
- Capacidad de comunicación oral y escrita.
- Habilidades en el uso de las tecnologías de la información y de la comunicación.
- Capacidad de investigación.
- Habilidades para buscar, procesar y analizar información procedente de fuentes diversas.
- Capacidad para identificar, plantear y resolver problemas.
- Capacidad de trabajo en equipo.
- Habilidad para trabajaren forma autónoma.

## Específicas

1. Identifica los conocimientos previos necesarios para diseñar y planificar la actividad experimental en electromagnetismo y física moderna, para construir una visión más amplia y adecuada del trabajo experimental, teniendo como base la naturaleza de la Física como ciencia experimental.
2. Conoce, maneja y comprende el saber, saber hacer y saber ser necesarios para el diseño y planificación de la actividad experimental en electromagnetismo y física moderna, dentro de criterios que fortalezcan la naturaleza de la Física como ciencia experimental.
3. Diseña y elabora problemas experimentales dentro de la actividad experimental en electromagnetismo y física moderna, para tener la experiencia de primera mano que le permita identificar sus fortalezas y debilidades desde una perspectiva metacognitiva que le facilite crecer como docente.

## VI. CONTENIDO

*Módulo 1. Conocimientos, saber hacer y saber ser para diseñar y planificar la actividad experimental en electromagnetismo y física moderna.*

- Objetivos del trabajo experimental en Física vs lo que se aprende con el desarrollo de actividades experimentales en electromagnetismo y física moderna.

- Avances científicos y tecnológicos en la electromagnetismo y física moderna que pueden fundamentar y robustecer la actividad experimental en Física.
- Problemas de lápiz y papel vs los problemas experimentales en electromagnetismo y física moderna: diferencias y similitudes.
- Problemas de lápiz y papel vs los problemas experimentales en electromagnetismo y física moderna: el saber hacer, el saber ser y el saber de los alumnos y el docente para el logro de los objetivos de la actividad experimental.
- Problemas experimentales fundamentales en electromagnetismo y física moderna: pasado, presente y futuro (búsqueda bibliográfica).
- Historia de la medición de magnitudes físicas en electromagnetismo y física moderna para el apoyo de la organización y diseño de la actividad experimental en estas áreas.
- Dificultades históricas en la medición de las magnitudes físicas fundamentales de la electromagnetismo y física moderna: reflexiones sobre lo que ofrece la tecnología actual al docente para el desarrollo de la actividad experimental en estas áreas de la Física y el logro de sus objetivos.

*Módulo 2. Diseño y planificación de la actividad experimental en electromagnetismo y física moderna.*

- Búsqueda e identificación de aplicaciones en la Web, sensores, programas de análisis y tratamiento de datos para el estudio experimental de fenómenos en electromagnetismo y física moderna.
- Elementos necesarios para la creación de ambientes de aprendizaje dentro del trabajo experimental en electromagnetismo y física moderna donde la tecnología y la interacción entre pares sea la norma.
- El rediseño de experiencias tradicionales en electromagnetismo y física moderna para una actualización tecnológica y con un enfoque de problema experimental dentro de un ambiente de aprendizaje adaptado a los nuevos tiempos.
- Diseño de estructuras para la elaboración y construcción de problemas experimentales en electromagnetismo y física moderna.
- El futuro es incierto en cuanto a los avances tecnológicos: la puerta debe estar siempre abierta a los cambios y a lo que vendrá en cuanto a la enseñanza experimental en electromagnetismo y física moderna.
- Diseño y elaboración de problemas experimentales en electromagnetismo y física moderna.
- Papel del montaje experimental en la adquisición y construcción de saber hacer de tipo procedimental.
- Dispositivos del entorno del estudiante que se pueden usar dentro del trabajo experimental en la solución de problemas experimentales en el contexto de la mecánica.

- Aplicaciones informáticas, dispositivos e instrumentos experimentales modernos, etc.

**Módulo 3:** *Proyectos de problemas experimental en electromagnetismo y física moderna.*

- Presentación y sustentación de problemas experimentales en electromagnetismo y física moderna.
- Presentación y sustentación del ambiente de aprendizaje diseñado para el logro de los objetivos que se pretenden lograr con los problemas experimentales diseñado en estas tres áreas de la Física.
- Presentación y sustentación de los aprendizajes que lograrán los alumnos con cada uno d ellos problemas experimentales diseñados y elaborados.

## VII. METODOLOGÍA Y RECURSOS

De manera general para todas las asignaturas de esta carrera se recomienda que la metodología y los recursos didácticos a utilizar en el aula al desarrollar los contenidos que las conforman, deben ser programados. En este sentido se sugiere, por ejemplo, organizar discusiones centradas en la interacción e intercambio de ideas entre docentes y estudiantes. Como eje central de esto último se pueden utilizar, por ejemplo, lecturas comentadas, el análisis y propuestas de soluciones de problemas reales, asociados con preguntas pertinentes sobre estos. Si el contenido a desarrollar lo permite se propone, además, introducir problemas históricos, realizar demostraciones, organizar conferencias, charlas, diseñar trabajos en equipo, desarrollar actividades experimentales sobre temas específicos de Física y discutir

lo esperado en contraste con los resultados, analizar y resolver situaciones similares sobre esos mismos temas. El uso de applets, simulaciones, videos, software, páginas web, bases de datos bibliográficos y otros recursos debe ser parte fundamental del trabajo en el aula. Se recomienda, por último, que se tome en cuenta los marcos conceptuales, las metodologías y los recursos tecnológicos actualizados. Esto garantizará la actualización continua de los contenidos, la metodología y los recursos.

Se sugiere, que a lo largo del desarrollo de cada tema se abra un espacio para la reflexión, el análisis crítico y las sugerencias para el establecimiento de un puente entre el electromagnetismo, la física moderna y la enseñanza experimental de ambos.

## VIII. CRITERIOS DE EVALUACIÓN

La evaluación debe ser formativa y sumativa.

- *Evaluación formativa.* Se recomienda que en este punto se ponga especial atención a las diferencias entre evaluación de los aprendizajes y evaluación para los aprendizajes. Ello con el objetivo de diseñar y elaborar evaluaciones que realmente pongan a prueba el conocimiento construido al aplicarlo a situaciones específicas que demuestren el nivel comprensión de los contenidos.
- *Evaluación Sumativa.* En este sentido se sugiere, por ejemplo, a partir de la amplia gama que existe, pruebas parciales escritas u orales, trabajos en

grupo de carácter analítico, evaluación de trabajos escritos, pruebas orales de valoración de contenidos, defensa de un proyecto final sobre alguno de los temas estudiados o desarrollados.

En cuanto a la ponderación global de la evaluación se debe tener en cuenta lo establecido en el Estatuto Universitario, a saber:

Pruebas parciales	30 --- 40 %
Presentaciones orales, informes, trabajos en grupos, etc.	20 --- 30 %
Examen Semestral	30 --- 40 %

## IX. BIBLIOGRAFÍA

1. Barco Ríos, H., & Rojas Calderón, E. (2001). Electromagnetismo y física moderna. Departamento de Física y Química.
2. Clavijo, M. R., Walteros, A., & Cortés, C. (2019). La actividad experimental como una parte fundamental para la enseñanza de la física moderna: el caso de la mecánica cuántica. *Tecné, Episteme y Didaxis: TED*, (45), 191-206.
3. Fragoso, R. M., & Torres, M. V. (2017). Enseñanza del electromagnetismo a través de aplicaciones experimentales. *Latin-American Journal of Physics Education*, 11(2), 3.
4. Kriegel, G. P. G., Michniezuk, F., & Martínez, M. S. Formación de base en física moderna en una muestra de estudiantes de profesorado de educación

secundaria de física, en concurrencia con su título de base, de la provincia de Córdoba.

5. Martínez, Y. A. G., & Sciutto, S. J. (2022). El papel de la actividad experimental en el desarrollo de tópicos de Física Contemporánea: Estrategia de aula para la comprensión del fenómeno de la superconductividad. *Revista Brasileira de Ensino de Física*, 44.
6. Osorio-Vélez, B. E., Osorio-Velez, J. A., Mejía-Aristizabal, L. S., Campillo-Figueroa, G. E., & Covaleda, R. (2015). El papel de la actividad experimental en la enseñanza y aprendizaje del electromagnetismo en la educación superior. *Revista científica*, 22(2), 85-96.
7. Otero Arévalo, H. R., Collazos Morales, C., Isaza Ceballos, J. J., Pimienta Giraldo, M., & Pedraza Vega, L. (2016). Enseñanza del electromagnetismo usando la experimentación y software de simulación. *Escuela Colombiana de Ingeniería*, 101, 57-65.
8. Rodríguez Morales, G., Flores Moreno, N. E., Figueroa Martínez, J. E., & Castillo Montemayor, E. A. (2014). Diseño y desarrollo de software para experimentación virtual de física moderna. *Proyectos institucionales y de vinculación*, 2(4), 20-27.
9. Tole Ardila, I. J. (2019). Práctica experimental en Física Moderna: diseño para la comprensión de la interacción radiación materia a partir de la caracterización de Rayos X.

# UNIVERSIDAD DE PANAMÁ

Facultad de Ciencias Naturales, Exactas y Tecnología

Escuela de Física

Licenciatura Didáctica de la Física

Programa sintético de asignatura

## DIDÁCTICA DE LA FÍSICA II (FIS 314 B)

(Mecánica, Óptica Geométrica y Ondas).

### I. DATOS GENERALES

Denominación: Didáctica de la Física II (Mecánica, óptica geométrica y ondas)

Código de Horario: \_\_\_\_\_; Código de Asignatura: \_\_\_\_\_

Cuatrimestre: VIII (tercer año)

Créditos:

Horas de Dedicación: Totales: Teóricas: Práctica: Laboratorio: 0

Pre-requisitos: Organización y Planificación de la Actividad Exp. I (FIS 212 A), Evaluación para el aprendizaje de la Física (FIS 213), Didáctica de la Física I (FIS 214 A), Recursos Virtuales para la enseñanza de la Física (FIS 215).

### II. JUSTIFICACIÓN

La Didáctica de la Física es una disciplina (a) con carácter propio *independiente* de otras ramas del saber, por ejemplo las disciplinas pedagógicas, la

psicología educativa o la didáctica general, entre otras, pero conectada con ellas; (b) que no debe concebirse como la aplicación de “*modelos particulares teóricos externos a situaciones de aula*” durante los procesos de enseñanza-aprendizaje de las ciencias; c) que no es únicamente un campo interdisciplinar ni un “*conglomerado de saberes*” especializados de otras áreas, y; d) que está estrechamente ligada a la investigación de las llamadas *didácticas especiales* de las distintas ciencias. Es autónoma y distante de la *didáctica metodológica* tradicional, típica de la formación del profesorado estándar de cualquier disciplina.

Esta asignatura tiene como objetivo promover, en el futuro docente, la reflexión sobre el saber que se requiere manejar sobre mecánica, óptica geométrica y ondas, para promover la construcción de conocimientos científicos en los estudiantes. En este sentido se plantea un conjunto de contenidos y destrezas didácticas, que el futuro docente de física debe conocer y manejar pues le proporcionan pistas sobre cómo organizar el proceso de enseñanza y aprendizaje de los contenidos señalados.

Además, le permite reconocer el punto de vista epistemológico de los procesos de enseñanza-aprendizaje de la Mecánica, la Óptica Geométrica y las Ondas, por ejemplo, mediante el conocimiento de las ideas o concepciones previas que manejan los estudiantes, producto de su interacción con la naturaleza y la sociedad.

En base a esto, podría diseñar y organizar la secuenciación de la enseñanza de esos mismos contenidos, pero de manera científica, con el apoyo de modernos recursos didácticos y estrategias de enseñanza, etc., y; enriquecer estos procesos con las contribuciones y descubrimientos enfocados en los *procesos cognitivos* y de

*aprendizaje* de la especificidad de la Mecánica, la Óptica Geométrica y las Ondas como áreas de la Física con sus propias características y modelos.

### III. OBJETIVOS GENERALES

1. Construir un catálogo de las ideas, concepciones y creencias de los alumnos sobre conceptos fundamentales de mecánica, óptica geométrica y ondas.
2. Construir criterios desde la didáctica de la Física para la organización y la secuenciación de los contenidos científicos sobre mecánica, óptica geométrica y ondas.
3. Diseñar y elaborar material y recursos didácticos centrados en el aprendizaje de la mecánica, la óptica geométrica y las ondas desde la perspectiva científica.
4. Diseñar y elaborar actividades de evaluación continua centradas en el aprendizaje de la mecánica, la óptica geométrica y las ondas que promuevan la construcción de habilidades para la comunicación, la argumentación y la resolución de problemas reales.

### IV. DESCRIPCIÓN

Esta asignatura consta de tres módulos que se describen a continuación.

**Módulo 1.** *Identificación de factores que ayuden a la organización del proceso científico de enseñanza-aprendizaje de la mecánica, la óptica geométrica y las ondas.* Con este módulo se busca que el futuro docente adquiera los elementos

mínimos necesarios para identificar, entre otras cosas las ideas y concepciones de los estudiantes, de situaciones o fenómenos de la vida diaria que se explican con estos modelos físicos, etc. En otras palabras, es importante para el futuro docente comprender que es fundamental la contextualización del saber, el hacer, el enseñar y el aprender, estableciendo relaciones de la Física con el medio ambiente y con otras ciencias, pues, es una disciplina científica cuyos productos se traducen en mejora de la calidad de vida de las personas.

**Módulo 2.** *La elaboración de material y recursos didácticos en mecánica, óptica geométrica y ondas para organizar y secuenciar lógicamente los contenidos en mecánica, óptica y ondas.* Con el desarrollo de este módulo se promueve la elaboración de material y recursos didácticos donde el futuro docente comprenda la importancia de incorporar cápsulas sobre momentos históricos y descubrimientos claves relacionados con la construcción científica del saber y saber hacer en mecánica, óptica geométrica y ondas, así como el uso apropiado de nuevas tecnologías de la información y la comunicación, respetando siempre la naturaleza de la Física como ciencia experimental.

**Módulo 3.** *Evaluación para el aprendizaje en mecánica, óptica geométrica y ondas.* En este módulo se propone diseñar actividades de evaluación que promuevan el aprendizaje de habilidades relacionadas con la argumentación, la comunicación y la resolución de problemas reales.

## V. COMPETENCIAS

**Genéricas:** Tomadas del Proyecto Tuning.

- Capacidad de abstracción, análisis y síntesis.
- Capacidad de aplicar los conocimientos en la práctica.
- Capacidad para organizar y planificar el tiempo.
- Capacidad de comunicación oral y escrita.
- Habilidades en el uso de las tecnologías de la información y de la comunicación.
- Capacidad de investigación.
- Habilidades para buscar, procesar y analizar información procedente de fuentes diversas.
- Capacidad para identificar, plantear y resolver problemas.
- Capacidad de trabajo en equipo.
- Habilidad para trabajar en forma autónoma.

**Específicas**

1. Construye un catálogo de las ideas, concepciones y creencias de los alumnos sobre conceptos fundamentales en mecánica, óptica geométrica y ondas para planificar y organizar el aprendizaje de estos temas desde una perspectiva científica.
2. Construye criterios desde la didáctica de la Física para la organización y la secuenciación de los contenidos en mecánica, óptica geométrica y ondas

desde una perspectiva más moderna y actual creando ambientes de aprendizaje contextualizados.

3. Diseña y elabora material y recursos didácticos centrados en el aprendizaje de la mecánica, la óptica geométrica y las ondas para fortalecer el aprendizaje de los alumnos tomando en cuenta conceptos fundamentales de la didáctica de la Física.
4. Diseña y elabora actividades de evaluación centradas en el aprendizaje de la mecánica, la óptica geométrica y las ondas para promover la construcción de habilidades de comunicación, argumentación y resolución de problemas reales. Ello a partir del diseño de actividades de evaluación para los aprendizajes y la autorregulación de los aprendizajes.

## VI. CONTENIDO

**Módulo 1.** *Identificación de factores que ayuden a la organización del proceso de enseñanza-aprendizaje de la mecánica, la óptica geométrica y las ondas.*

- Análisis del contenido desde la perspectiva *¿qué se va a enseñar de la mecánica, la óptica geométrica y las ondas? ¿Cómo se va a secuenciar el contenido a enseñar?*
- Identificación de las ideas y concepciones de los estudiantes sobre conceptos de la mecánica, la óptica geométrica y las ondas.
- Identificación de situaciones del entorno cotidiano de fenómenos naturales, instrumentos o dispositivos electrónicos que tienen a su base modelos de la mecánica, la óptica geométrica y las ondas que sirvan para apoyar el proceso

de contextualización de estos temas y hacerlos parte esencial de estrategias de enseñanza – aprendizaje.

- Selección de demostraciones, equipo o instrumentos de laboratorio, para apoyar la enseñanza de estos temas.

**Módulo 2.** *La elaboración de material y recursos didácticos en mecánica, óptica geométrica y ondas para organizar y secuenciar los contenidos en mecánica, óptica y ondas.*

- Secuenciación científica de contenidos a enseñar.
- Creación de estructuras para la elaboración de unidades didácticas, estrategias de aprendizaje, etc.
- Diseño y elaboración de unidades didácticas.

**Módulo 3.** *Evaluación para el aprendizaje en la mecánica, la óptica geométrica y las ondas.*

- Elaboración de criterios de evaluación en mecánica, óptica geométrica y ondas.
- Diseño de actividades de evaluación.
- Elaboración de actividades de evaluación para el aprendizaje y la autorregulación de los aprendizajes.

## VII. METODOLOGÍA Y RECURSOS

Se sugiere, promover la reflexión sobre lo importante que es, para el futuro docente de física, organizar la enseñanza de la física tomando en cuenta al estudiante (sus ideas, sus concepciones, etc.), la evaluación (incluyendo la

autoevaluación), el contexto (rural, urbano, económico, ...), etc. Ello a partir de la presentación, por parte de los estudiantes, de las secuencias de enseñanza diseñadas y elaboradas. Al final de cada tarea se recomienda abrir un espacio para la reflexión, el análisis crítico y las sugerencias para el establecimiento de un puente entre el trabajo en el aula y el conocimiento didáctico que le ayuda a mejorar el proceso de enseñanza-aprendizaje.

## VIII. CRITERIOS DE EVALUACIÓN

La evaluación debe ser formativa y sumativa.

- *Evaluación formativa.* Se recomienda que en este punto se ponga especial atención a las diferencias entre evaluación de los aprendizajes y evaluación para los aprendizajes. Ello con el objetivo de diseñar y elaborar evaluaciones que realmente pongan a prueba el conocimiento construido al aplicarlo a situaciones específicas que demuestren el nivel comprensión de los contenidos.
- *Evaluación Sumativa.* En este sentido se sugiere, por ejemplo, a partir de la amplia gama que existe, pruebas parciales escritas u orales, trabajos en grupo de carácter analítico, evaluación de trabajos escritos, pruebas orales de valoración de contenidos, defensa de un proyecto final sobre alguno de los temas estudiados o desarrollados.

En cuanto a la ponderación global de la evaluación se debe tener en cuenta lo establecido en el Estatuto Universitario, a saber:

Pruebas parciales	30 --- 40 %
Presentaciones orales, informes, trabajos en grupos, etc.	20 --- 30 %
Examen Semestral	30 --- 40 %

## IX. BIBLIOGRAFÍA

1. García, L. O., Torregrosa, J. M., Alís, J. C., & Carbonell, R. V. (2007). Planificando la enseñanza problematizada: el ejemplo de la óptica geométrica. *Enseñanza de las ciencias: revista de investigación y experiencias didácticas*, 277-294.
2. Guisasola, J., Zuza, K., & Sagastibeltza, M. (2019). Una propuesta de diseño y evaluación de secuencias de enseñanza-aprendizaje en Física: el caso de las leyes de Newton. *Revista de Enseñanza de la Física*, 31(2), 57-69.
3. Huertas Sánchez, K. Y. (2017). Unidad didáctica para facilitar la comprensión de la propagación de ondas sísmicas.
4. Hinojosa, J., & Sanmartí, N. (2015). La autorregulación metacognitiva como medio para facilitar la transferencia en mecánica.
5. Jiménez-García, F. N., Márquez-Narváez, C., Agudelo-Calle, J. D. J., Beleño-Montagut, L., Leyton Vásquez, H., & Muñoz, J. L. (2016). Una experiencia didáctica en el diseño e implementación de objetos de aprendizaje para la enseñanza de la física. *Revista Educación en Ingeniería*, 11(22), 13-20.

6. Osuna García, L. (2007). Planificación, puesta en práctica y evaluación de la enseñanza problematizada sobre la luz y la visión en la educación secundaria obligatoria.
7. Padilla Chicaiza, R. M. (2022). *Guía didáctica interactiva para la enseñanza de leyes de Newton en la asignatura de Física dirigida a estudiantes de segundo año de bachillerato en la Unidad Educativa Fiscal Eloy Alfaro en el año lectivo 2021–2022* (Master's thesis, PUCE-Quito).
8. Palacios, F. J. P. (1987). Análisis de contenidos en óptica geométrica. *Enseñanza de las ciencias: revista de investigación y experiencias didácticas*, 211-219.
9. Reyes Ramos, R. F. (2015). Propuesta didáctica para la enseñanza de la óptica geométrica, con situaciones cotidianas del estudiante de undécimo grado. *Maestría en Enseñanza de las Ciencias Exactas y Naturales*.
10. Sánchez, M. A. (2007). Animaciones Modellus y videos de experiencias de laboratorio para dar un nuevo impulso a la enseñanza de la mecánica newtoniana. *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias*, 6(3), 729-745.

# UNIVERSIDAD DE PANAMÁ

Facultad de Ciencias Naturales, Exactas y Tecnología

Escuela de Física

Licenciatura Didáctica de la Física

Programa sintético de asignatura

## TÉCNICAS PARA LA INVESTIGACIÓN EN DIDÁCTICA DE LA FÍSICA II (FIS 300 B)

### I. DATOS GENERALES

Denominación: Investigación en didáctica de la física II.

Código de Horario: \_\_\_\_\_; Código de Asignatura: \_\_\_\_\_

Cuatrimestre: IX (tercer año).

Créditos:

Horas de Dedicación: Totales: Teóricas: Práctica: Laboratorio: 0

Pre-requisitos: Técnicas para la investigación en Didáctica de la Física I (FIS 300 A), Organización y planificación de la Actividad Exp. II (FIS 312 B), Didáctica de la Física II (FIS 314 B).

## II. JUSTIFICACIÓN

La investigación educativa es investigación científica. Esa actividad tiene una influencia importante en los planes de mejoras y cambios en la educación a nivel mundial. Eso evidencia la importancia de que los futuros docentes puedan reflexionar, analizar críticamente su hacer en el aula, para que actúen como generadores de nuevos conocimientos. Estas habilidades y competencias les ayudarán a preparar informes y diarios de los resultados sobre su práctica docente. Por lo tanto, es importante que, a partir de la identificación de un problema, diseñen el ante proyecto de final de carrera, a partir de la identificación de un problema de su interés.

## III. OBJETIVOS GENERALES

1. Analizar y evaluar, desde una perspectiva crítica, artículos de investigación sobre enseñanza y aprendizaje de la física publicados en revistas especializadas.
2. Manejar y utilizar correctamente la estadística en el campo de la investigación educativa con base en procesos de razonamiento y conocimientos actualizados.
3. Elaborar el proyecto final de carrera.

## IV. DESCRIPCIÓN

Esta asignatura consta de cuatro módulos, que se describen a continuación.

**Módulo 1.** *Introducción a la investigación.* Investigar en el aula es todo un proceso, por lo tanto, es importante analizar y reflexionar sobre las etapas típicas de la investigación, planteamiento de un problema de investigación, el diseño experimental, el informe de investigación y el resumen.

**Módulo 2.** *La investigación exploratoria y el uso de la estadística en la investigación.* Se plantea en este módulo los elementos fundamentales de la investigación exploratoria y el papel y la metodología estadística en el proceso de investigación.

**Módulo 3.** *La investigación descriptiva y la medición en la investigación.* Se plantea en este módulo los elementos fundamentales de la investigación descriptiva. El concepto de medición en la investigación y las características fundamentales de los instrumentos de medición dentro de una investigación.

**Módulo 4.** *Elaboración del proyecto final de carrera.* En este módulo se proporcionan los elementos necesarios para elaborar el proyecto final de grado. En consecuencia, los temas por tratar en este módulo se van a desarrollar de acuerdo con lo establecido, en el reglamento de trabajo de graduación, aprobado en reunión número 3-15 del Consejo General Universitario, celebrado el día 16 de julio de 2015.

## V. COMPETENCIAS

**Genéricas:** Tomadas del Proyecto Tuning.

- Capacidad de abstracción, análisis y síntesis.
- Capacidad de aplicar los conocimientos en la práctica.
- Capacidad para organizar y planificar el tiempo disponible.
- Capacidad de comunicación oral y escrita.
- Habilidades en el uso de las tecnologías de la información y de la comunicación.
- Capacidad de investigación.
- Habilidades para buscar, procesar y analizar información procedente de fuentes diversas.
- Capacidad para identificar, plantear y resolver problemas.
- Capacidad de trabajo en equipo.
- Habilidad para trabajar en forma autónoma.

### **Específicas**

1. Elabora proyectos de investigación que desarrolla en el aula, para promover la transformación sistemática de las prácticas educativas en el contexto de la enseñanza de la física.
2. Busca, interpreta y utiliza información para complementar los resultados obtenidos al ejecutar proyectos de intervención o innovación educativa en la enseñanza de la Física.

3. Comunica los resultados de su investigación de manera oral o en formato escrito ante sus pares y en situaciones de enseñanza y de divulgación.

## VI. CONTENIDO

### Módulo 1. *Introducción a la investigación.*

- Etapas de una investigación típica.
- El problema de investigación.
- El diseño experimental y el informe de investigación.
- Elaboración del resumen de la investigación.

### Módulo 2. *La investigación exploratoria y la estadística en la investigación.*

- La investigación exploratoria.
  - a. Características de la investigación exploratoria.
  - b. Recolección de datos en la investigación exploratoria.
- La estadística en la investigación.
- Características generales de la investigación estadística.
- Concepto de muestra y muestreo aplicado a la investigación en la enseñanza de la Física.
- Algunas de las pruebas más usadas en la estadística (características y funciones): Análisis de varianza (ANOVA), Prueba de chi-cuadrado de frecuencias iguales, Prueba de chi-cuadrado de independencia, Prueba de influencia, Prueba t de influencia, Regresión lineal múltiple. Ajustes de curvas a un modelo. Filtraje de la data en busca de tendencias.

- Etapas del análisis estadístico. Identificación de puntos atípicos. Características de funciones aleatorias. Uso de programación como Python, R, SQL, etc.

**Módulo 3.** *La investigación descriptiva y la medición en la investigación.*

- La investigación descriptiva.
- Características de la investigación descriptiva.
- Tipos de investigación descriptiva.
- La observación y el estudio de casos como ejemplos de investigación descriptiva.
- La medición en la investigación.
- Concepto de medición en la investigación.
- Las características del instrumento de medición.

**Módulo 4.** *Elaboración del proyecto final de carrera.* El proyecto final de carrera debe contar con la siguiente información:

- Hoja de presentación. Deberá incluir los siguientes componentes:
  - a. Universidad.
  - b. Facultad.
  - c. Escuela.
  - d. Título del trabajo propuesto.
  - e. Nombre del asesor.
  - f. Nombre del estudiante.
  - g. Semestre y año lectivo.
- Introducción. Debe contener una presentación de los siguientes componentes:

- a. Problema o tema de estudio.
  - b. Objetivo que se pretende lograr.
  - c. Alcance del trabajo.
  - d. Limitaciones esperadas.
  - e. Justificación del trabajo.
- Marco Teórico.
    - a. Revisión de la bibliografía.
  - Marco Metodológico.
  - Aspectos Administrativos.
  - Cronograma.
  - Presupuesto.

## VII. METODOLOGÍA Y RECURSOS

De manera general para todas las asignaturas de esta carrera se recomienda que la metodología y los recursos didácticos a utilizar en el aula al desarrollar los contenidos que las conforman, deben ser programados. En este sentido se sugiere, por ejemplo, organizar discusiones centradas en la interacción e intercambio de ideas entre docentes y estudiantes. Como eje central de esto último se pueden utilizar, por ejemplo, lecturas comentadas, el análisis y propuestas de soluciones de problemas reales, asociados con preguntas pertinentes sobre estos. Si el contenido a desarrollar lo permite se propone, además, introducir problemas históricos, realizar demostraciones, organizar conferencias, charlas, diseñar trabajos en equipo, desarrollar actividades experimentales sobre temas específicos de Física y discutir

lo esperado en contraste con los resultados, analizar y resolver situaciones similares sobre esos mismos temas. El uso de applets, simulaciones, videos, software, páginas web, bases de datos bibliográficos y otros recursos debe ser parte fundamental del trabajo en el aula. Se recomienda, por último, que se tome en cuenta los marcos conceptuales, las metodologías y los recursos tecnológicos actualizados. Esto garantizará la actualización continua de los contenidos, la metodología y los recursos.

En cuanto a esta asignatura se sugiere promover el análisis y la reflexión sobre las herramientas conceptuales que se requieren para elaborar el proyecto final de carrera. Se sugiere, además, que al final de cada tema se abra un espacio para la reflexión, el análisis crítico y las sugerencias para el establecimiento de un puente entre la imagen que se maneja sobre la enseñanza de la física y la investigación en el contexto del aula al enseñar física.

## VIII. CRITERIOS DE EVALUACIÓN

La evaluación debe ser formativa y sumativa.

- *Evaluación formativa.* Se recomienda que en este punto se ponga especial atención a las diferencias entre evaluación de los aprendizajes y evaluación para los aprendizajes. Ello con el objetivo de diseñar y elaborar evaluaciones que realmente pongan a prueba el conocimiento construido al aplicarlo a situaciones específicas que demuestren el nivel comprensión de los contenidos.

- *Evaluación Sumativa*. En este sentido se sugiere, por ejemplo, a partir de la amplia gama que existe, pruebas parciales escritas u orales, trabajos en grupo de carácter analítico, evaluación de trabajos escritos, pruebas orales de valoración de contenidos, defensa de un proyecto final sobre alguno de los temas estudiados o desarrollados.

En cuanto a la ponderación global de la evaluación se debe tener en cuenta lo establecido en el Estatuto Universitario, a saber:

Pruebas parciales	30 --- 40 %
Presentaciones orales, informes, trabajos en grupos, etc.	20 --- 30 %
Examen Semestral	30 --- 40 %

## IX. BIBLIOGRAFÍA

1. Bernal, Cesar A. (2006) Metodología de la investigación. México. Pearson Educación.
2. Briones, Guillermo (1999) Formación de docentes en investigación educativa. Colombia. Secretaría Ejecutiva del Convenio Andrés Bello.
3. Gómez, María J. (2007) La investigación educativa. Claves teóricas. España. McGraw- Hill.
4. Kerlinger F. y Lee H. (2008) Investigación del Comportamiento. Métodos de investigación en ciencias sociales. México. Cuarta Edición. McGraw-Hill.
5. Salkind, N. (2005) Métodos de investigación. México. Prentice Hall.

# UNIVERSIDAD DE PANAMÁ

Facultad de Ciencias Naturales, Exactas y Tecnología

Escuela de Física

Licenciatura Didáctica de la Física

Programa sintético de asignatura

## ORGANIZACIÓN Y PLANIFICACIÓN DE LA ACTIVIDAD

EXPERIMENTAL III (FIS 312 C)

(Termodinámica y Física Estadística).

### I. DATOS GENERALES

Denominación: Organización y planificación de la actividad experimental III (Termodinámica y Física Estadística).

Código de Horario: \_\_\_\_\_; Código de Asignatura: \_\_\_\_\_

Cuatrimestre: IX (tercer año).

Créditos:

Horas de Dedicación: Totales: Teóricas: Práctica: Laboratorio:0

Pre-requisitos: Investigación en Didáctica de la Física I (FIS 300 A),

Organización y planificación de la Actividad Exp. II (FIS 312 B), Didáctica de la Física II (FIS 314 B).

## II. JUSTIFICACIÓN

Con el desarrollo de esta asignatura se pretende que el futuro docente de física comprenda que la profesión elegida le exige más conocimiento y mejor formación. Es por esto y más, que es importante que el futuro docente se involucre y sea consciente que necesita adquirir saber, saber hacer y saber para el diseño y planificación de la actividad experimental en termodinámica y física estadística. Este conocimiento debe facilitarle el diseño y planificación pertinente de la actividad experimental en estas áreas. Lo que debe culminar con el diseño y elaboración de un proyecto experimental para la enseñanza experimental de la termodinámica y la física estadística.

## III. OBJETIVOS GENERALES

1. Conocer e identificar los conocimientos necesarios para diseñar y planificar la actividad experimental de la termodinámica y la física estadística
2. Conocer, manejar y comprender el saber, saber hacer y saber ser necesarios para el diseño y planificación de la actividad experimental de la termodinámica y la física estadística.
3. Diseñar y elaborar problemas experimentales dentro de la actividad experimental en termodinámica y física estadística.

#### IV. DESCRIPCIÓN

Esta asignatura consta de tres módulos que se describen a continuación.

**Módulo 1.** *Conocimientos, saber hacer y saber ser necesarios para diseñar y planificar la actividad experimental en termodinámica y física estadística.* El diseño y planificación de la actividad experimental en termodinámica y física estadística requiere que el futuro docente tome consciencia de la necesidad de construir una visión amplia sobre todos los saberes que poco a poco debe adquirir para articular la enseñanza experimental de estas áreas de manera pertinente y eficiente: objetivos de la actividad experimental en Física, lo que puede lograr dentro de la enseñanza experimental de la termodinámica y la física estadística, los avances científicos en estas áreas, las diferencias y similitudes reales entre los problemas de lápiz y papel y los problemas experimentales, el saber, saber hacer y el saber ser que requiere el docente y los alumnos para el logro de los objetivos que se plantee lograr, un poco de historia, etc.

**Módulo 2.** *Diseño y planificación de la actividad experimental en termodinámica y física estadística.* Para diseñar problemas experimentales en estas áreas se requiere comenzar con una búsqueda bibliográfica para identificar que ofrece la Web, identificar los conocimientos necesarios para crear ambientes de aprendizaje más motivadores, aprender a reciclar viejas experiencias que pueden ser muy actuales, aprender a diseñar las estructuras dentro de las cuales se va a insertar el problema experimental, es necesario que el futuro docente comprenda que debe estar siempre preparado para el cambio, lo que implica aprender a aprender, etc.

**Módulo 3:** *Proyectos de problemas experimental en termodinámica y física estadística.* Este módulo busca que el futuro docente tenga un espacio para presentar y sustentar los problemas experimentales que diseñe y construya en termodinámica y física estadística.

## V. COMPETENCIAS

**Genéricas:** Tomadas del Proyecto Tuning.

- Capacidad de abstracción, análisis y síntesis.
- Capacidad de aplicar los conocimientos en la práctica.
- Capacidad para organizar y planificar el tiempo.
- Capacidad de comunicación oral y escrita.
- Habilidades en el uso de las tecnologías de la información y de la comunicación.
- Capacidad de investigación.
- Habilidades para buscar, procesar y analizar información procedente de fuentes diversas.
- Capacidad para identificar, plantear y resolver problemas.
- Capacidad de trabajo en equipo.
- Habilidad para trabajaren forma autónoma.

## Específicas

1. Identifica los conocimientos previos necesarios para diseñar y planificar la actividad experimental en termodinámica y física estadística, para construir una visión más amplia y adecuada del trabajo experimental, teniendo como base la naturaleza de la Física como ciencia experimental.
2. Conoce, maneja y comprende el saber, saber hacer y saber ser necesarios para el diseño y planificación de la actividad experimental en termodinámica y física estadística, dentro de criterios que fortalezcan la naturaleza de la Física como ciencia experimental.
3. Diseña y elabora problemas experimentales dentro de la actividad experimental en termodinámica y física estadística, para tener la experiencia de primera mano que le permita identificar sus fortalezas y debilidades desde una perspectiva metacognitiva que le facilite crecer como docente.

## VI. CONTENIDO

**Módulo 1.** *Conocimientos, saber hacer y saber ser para diseñar y planificar la actividad experimental en termodinámica y física estadística.*

- Objetivos del trabajo experimental en Física vs lo que se aprende con el desarrollo de actividades experimentales en termodinámica y física estadística.
- Avances científicos y tecnológicos en la termodinámica y física estadística que pueden fundamentar y robustecer la actividad experimental en Física.

- Problemas de lápiz y papel vs los problemas experimentales en termodinámica y física estadística: diferencias y similitudes.
- Problemas de lápiz y papel vs los problemas experimentales en termodinámica y física estadística: el saber hacer, el saber ser y el saber de los alumnos y el docente para el logro de los objetivos de la actividad experimental.
- Problemas experimentales fundamentales en termodinámica y física estadística: pasado, presente y futuro (búsqueda bibliográfica).
- Historia de la medición de magnitudes físicas en termodinámica y física estadística para el apoyo de la organización y diseño de la actividad experimental en estas áreas.
- Dificultades históricas en la medición de las magnitudes físicas fundamentales de la termodinámica y física estadística: reflexiones sobre lo que ofrece la tecnología actual al docente para el desarrollo de la actividad experimental en estas áreas de la Física y el logro de sus objetivos.

**Módulo 2.** *Diseño y planificación de la actividad experimental en termodinámica y física estadística.*

- Búsqueda e identificación de aplicaciones en la Web, sensores, programas de análisis y tratamiento de datos para el estudio experimental de fenómenos en termodinámica y física estadística.
- Elementos necesarios para la creación de ambientes de aprendizaje dentro del trabajo experimental en termodinámica y física estadística donde la tecnología y la interacción entre pares sea la norma.

- El rediseño de experiencias tradicionales en termodinámica y física estadística para una actualización tecnológica y con un enfoque de problema experimental dentro de un ambiente de aprendizaje adaptado a los nuevos tiempos.
- Diseño de estructuras para la elaboración y construcción de problemas experimentales en termodinámica y física estadística.
- El futuro es incierto en cuanto a los avances tecnológicos: la puerta debe estar siempre abierta a los cambios y a lo que vendrá en cuanto a la enseñanza experimental en termodinámica y física estadística.
- Diseño y elaboración de problemas experimentales en termodinámica y física estadística.
- Papel del montaje experimental en la adquisición y construcción de saber hacer de tipo procedimental.
- Dispositivos del entorno del estudiante que se pueden usar dentro del trabajo experimental en la solución de problemas experimentales en el contexto de la mecánica. Aplicaciones informáticas, dispositivos e instrumentos experimentales modernos, etc.

**Módulo 3:** *Proyectos de problemas experimental en termodinámica y física estadística.*

- Presentación y sustentación de problemas experimentales en termodinámica y física estadística.
- Presentación y sustentación del ambiente de aprendizaje diseñado para el logro de los objetivos que se pretenden lograr con los problemas experimentales diseñado en estas tres áreas de la Física.

- Presentación y sustentación de los aprendizajes que lograrán los alumnos con cada uno de ellos problemas experimentales diseñados y elaborados.

## VII. METODOLOGÍA Y RECURSOS

De manera general para todas las asignaturas de esta carrera se recomienda que la metodología y los recursos didácticos a utilizar en el aula al desarrollar los contenidos que las conforman, deben ser programados. En este sentido se sugiere, por ejemplo, organizar discusiones centradas en la interacción e intercambio de ideas entre docentes y estudiantes. Como eje central de esto último se pueden utilizar, por ejemplo, lecturas comentadas, el análisis y propuestas de soluciones de problemas reales, asociados con preguntas pertinentes sobre estos. Si el contenido a desarrollar lo permite se propone, además, introducir problemas históricos, realizar demostraciones, organizar conferencias, charlas, diseñar trabajos en equipo, desarrollar actividades experimentales sobre temas específicos de Física y discutir lo esperado en contraste con los resultados, analizar y resolver situaciones similares sobre esos mismos temas. El uso de applets, simulaciones, videos, software, páginas web, bases de datos bibliográficos y otros recursos debe ser parte fundamental del trabajo en el aula. Se recomienda, por último, que se tome en cuenta los marcos conceptuales, las metodologías y los recursos tecnológicos actualizados. Esto garantizará la actualización continua de los contenidos, la metodología y los recursos.

Se sugiere la creación de espacios para la reflexión, el análisis crítico y las sugerencias referente, por ejemplo, a los problemas experimentales diseñados.

## VIII. CRITERIOS DE EVALUACIÓN

La evaluación debe ser formativa y sumativa.

- *Evaluación formativa.* Se recomienda que en este punto se ponga especial atención a las diferencias entre evaluación de los aprendizajes y evaluación para los aprendizajes. Ello con el objetivo de diseñar y elaborar evaluaciones que realmente pongan a prueba el conocimiento construido al aplicarlo a situaciones específicas que demuestren el nivel comprensión de los contenidos.
- *Evaluación Sumativa.* En este sentido se sugiere, por ejemplo, a partir de la amplia gama que existe, pruebas parciales escritas u orales, trabajos en grupo de carácter analítico, evaluación de trabajos escritos, pruebas orales de valoración de contenidos, defensa de un proyecto final sobre alguno de los temas estudiados o desarrollados.

En cuanto a la ponderación global de la evaluación se debe tener en cuenta lo establecido en el Estatuto Universitario, a saber:

Pruebas parciales	30 --- 40 %
Presentaciones orales, informes, trabajos en grupos, etc.	20 --- 30 %
Examen Semestral	30 --- 40 %

## IX. BIBLIOGRAFÍA

1. Baró, M. D., Bordas, S., Ibáñez, J. A., Llebot, J. E., & Suriñach, S. (1985). Experiencias de termodinámica. Servei de publicacions de la Universitat Autònoma de Barcelona..
2. Castrillo, C. J. H. (2021). Aprendizaje en las asignaturas “Electricidad” y “Termodinámica y Física Estadística” en tiempos de pandemia. *Revista Multi-Ensayos*, 7(13), 14-25.
3. Farina, J. (2015). La Segunda Ley de la Termodinámica y el concepto de Entropía en estudiantes universitarios. Simulaciones como puentes cognitivos entre los modelos espontáneos y los científicos. *Revista De Enseñanza De La Física*, 27(2), 75–75. Recuperado a partir de <https://revistas.unc.edu.ar/index.php/revistaEF/article/view/12956>
4. Franklin, A. (2002). Física y experimentación. *Theoria. Revista de Teoría, Historia y Fundamentos de la Ciencia*, 17(2), 221-242.
5. Nájera Ibarra, C. J., & Ramírez Díaz, M. (2015). Estudio del grado de motivación para el aprendizaje de principios de la termodinámica utilizando el Sistema 4MAT de estilos de aprendizaje. *Revista De Enseñanza De La Física*, 27(2), 7–18. Recuperado a partir de <https://revistas.unc.edu.ar/index.php/revistaEF/article/view/12948>
6. Landau, L. D., Lifshitz, E. M., Berestetskii, V. B., & Pitaevskii, L. P. (2021). Física teórica. Física estadística. Reverté.
7. Piovoso, R., Lladó, M., Jubert, A. H., & Soria, D. B. (2007). Experiencias sencillas aplicando conceptos básicos de Termodinámica. In *I Jornadas de*

Enseñanza e Investigación Educativa en el campo de las Ciencias Exactas y Naturales (La Plata, 2007).

8. Velasco, J. (2016). El aprendizaje de conceptos en termodinámica mediado por simulaciones computacionales: ¿cómo y cuándo? *Revista De Enseñanza De La Física*, 28, 329–333. Recuperado a partir de <https://revistas.unc.edu.ar/index.php/revistaEF/article/view/15655>

9. Winter, J. (2019). Implementación de una actividad de laboratorio para la integración de conceptos de termodinámica en el nivel secundario. *Revista De Enseñanza De La Física*, 31(1), 63–67. Recuperado a partir de <https://revistas.unc.edu.ar/index.php/revistaEF/article/view/24681>

# UNIVERSIDAD DE PANAMÁ

Facultad de Ciencias Naturales, Exactas y Tecnología

Escuela de Física

Licenciatura Didáctica de la Física

Programa sintético de asignatura

## DIDÁCTICA DE LA FÍSICA III (FIS 314 C)

(Electromagnetismo y Física Moderna).

### I. DATOS GENERALES

Denominación: Didáctica de la Física III (Electromagnetismo, y Física Moderna)

Código de Horario: \_\_\_\_\_; Código de Asignatura: \_\_\_\_\_

Cuatrimestre: IX (tercer año)

Créditos:

Horas de Dedicación: Totales: Teóricas: Práctica: Laboratorio: 0

Pre-requisitos: Investigación en Didáctica de la Física I (FIS 300 A),

Organización y planificación de la Actividad Exp. II (FIS 312 B), Didáctica de la Física II (FIS 314 B).

### II. JUSTIFICACIÓN

La Didáctica de la Física es una disciplina (a) con carácter propio *independiente* de otras ramas del saber, por ejemplo las disciplinas pedagógicas, la

psicología educativa o la didáctica general, entre otras, pero conectada con ellas; (b) que no debe concebirse como la aplicación de “*modelos particulares teóricos externos a situaciones de aula*” durante los procesos de enseñanza-aprendizaje de las ciencias; c) que no es únicamente un campo interdisciplinar ni un “*conglomerado de saberes*” especializados de otras áreas, y; d) que está estrechamente ligada a la investigación de las llamadas *didácticas especiales* de las distintas ciencias. Es autónoma y distante de la *didáctica metodológica* tradicional, típica de la formación del profesorado estándar de cualquier disciplina.

Esta asignatura tiene como objetivo promover, en el futuro docente, la reflexión sobre el saber que se requiere manejar sobre el Electromagnetismo y la Física Moderna, para promover la construcción de conocimientos científicos en los estudiantes. En este sentido se plantea un conjunto de contenidos y destrezas didácticas, que el futuro docente de física debe conocer y manejar pues le proporcionan pistas sobre cómo organizar el proceso de enseñanza y aprendizaje de los contenidos señalados.

Además, le permite reconocer el punto de vista epistemológico de los procesos de enseñanza-aprendizaje del Electromagnetismo y la Física Moderna, por ejemplo, mediante el conocimiento de las ideas o concepciones previas que manejan los estudiantes, producto de su interacción con la naturaleza y la sociedad.

En base a esto, podría diseñar y organizar la secuenciación de la enseñanza de esos mismos contenidos, pero de manera científica, con el apoyo de modernos recursos didácticos y estrategias de enseñanza, etc., y; enriquecer estos procesos con las contribuciones y descubrimientos enfocados en los *procesos cognitivos* y de

*aprendizaje* de la especificidad del Electromagnetismo y la Física Moderna como áreas de la Física con sus propias características y modelos.

### III. OBJETIVOS GENERALES

5. Construir un catálogo de las ideas, concepciones y creencias de los alumnos sobre conceptos fundamentales del Electromagnetismo y la Física Moderna.
6. Construir criterios desde la didáctica de la Física para la organización y la secuenciación de los contenidos científicos sobre el Electromagnetismo y la Física Moderna.
7. Diseñar y elaborar material y recursos didácticos centrados en el aprendizaje del Electromagnetismo y la Física Moderna desde la perspectiva científica.
8. Diseñar y elaborar actividades de evaluación continua centradas en el aprendizaje del Electromagnetismo y la Física Moderna que promuevan la construcción de habilidades para la comunicación, la argumentación y la resolución de problemas reales.

### IV. DESCRIPCIÓN

Esta asignatura consta de tres módulos que se describen a continuación.

**Módulo 1.** *Identificación de factores que ayuden a la organización del proceso científico de enseñanza-aprendizaje del Electromagnetismo y la Física Moderna.* Con este módulo se busca que el futuro docente adquiera los elementos

mínimos necesarios para identificar, entre otras cosas las ideas y concepciones de los estudiantes, de situaciones o fenómenos de la vida diaria que se explican con estos modelos físicos, etc. En otras palabras, es importante para el futuro docente comprender que es fundamental la contextualización del saber, el hacer, el enseñar y el aprender, estableciendo relaciones de la Física con el medio ambiente y con otras ciencias, pues, es una disciplina científica cuyos productos se traducen en mejora de la calidad de vida de las personas.

**Módulo 2.** *La elaboración de material y recursos didácticos en Electromagnetismo y Física Moderna para organizar y secuenciar lógicamente los contenidos en Electromagnetismo y Física Moderna.* Con el desarrollo de este módulo se promueve la elaboración de material y recursos didácticos donde el futuro docente comprenda la importancia de incorporar cápsulas sobre momentos históricos y descubrimientos claves relacionados con la construcción científica del saber y saber hacer en del Electromagnetismo y la Física Moderna, así como el uso apropiado de nuevas tecnologías de la información y la comunicación, respetando siempre la naturaleza de la Física como ciencia experimental.

**Módulo 3.** *Evaluación para el aprendizaje del Electromagnetismo y la Física Moderna.* En este módulo se propone diseñar actividades de evaluación que promuevan el aprendizaje de habilidades relacionadas con la argumentación, la comunicación y la resolución de problemas reales.

## V. COMPETENCIAS

**Genéricas:** Tomadas del Proyecto Tuning.

- Capacidad de abstracción, análisis y síntesis.
- Capacidad de aplicar los conocimientos en la práctica.
- Capacidad para organizar y planificar el tiempo.
- Capacidad de comunicación oral y escrita.
- Habilidades en el uso de las tecnologías de la información y de la comunicación.
- Capacidad de investigación.
- Habilidades para buscar, procesar y analizar información procedente de fuentes diversas.
- Capacidad para identificar, plantear y resolver problemas.
- Capacidad de trabajo en equipo.
- Habilidad para trabajar en forma autónoma.

**Específicas**

1. Construye un catálogo de las ideas, concepciones y creencias de los alumnos sobre conceptos fundamentales en Electromagnetismo y Física Moderna para planificar y organizar el aprendizaje de estos temas desde una perspectiva científica.
2. Construye criterios desde la didáctica de la Física para la organización y la secuenciación de los contenidos en Electromagnetismo y Física Moderna

desde una perspectiva más moderna y actual creando ambientes de aprendizaje contextualizados.

3. Diseña y elabora material y recursos didácticos centrados en el aprendizaje del Electromagnetismo y la Física Moderna para fortalecer el aprendizaje de los alumnos tomando en cuenta conceptos fundamentales de la didáctica de la Física.
4. Diseña y elabora actividades de evaluación centradas en el aprendizaje del Electromagnetismo y la Física Moderna para promover la construcción de habilidades de comunicación, argumentación y resolución de problemas relés. Ello a partir del diseño de actividades de evaluación para los aprendizajes y la autorregulación de los aprendizajes.

## VI. CONTENIDO

**Módulo 1.** *Identificación de factores que ayuden a la organización del proceso de enseñanza-aprendizaje del Electromagnetismo y la Física Moderna.*

- Análisis del contenido desde la perspectiva *¿qué se va a enseñar el Electromagnetismo y la Física Moderna? ¿Cómo se va a secuenciar el contenido a enseñar?*
- Identificación de las ideas y concepciones de los estudiantes sobre conceptos de *Electromagnetismo y Física Moderna.*
- Identificación de situaciones del entorno cotidiano de fenómenos naturales, instrumentos o dispositivos electrónicos que tienen a su base modelos de *Electromagnetismo y Física Moderna* que sirvan para apoyar el proceso de

contextualización de estos temas y hacerlos parte esencial de estrategias de enseñanza – aprendizaje.

- Selección de demostraciones, equipo o instrumentos de laboratorio, para apoyar la enseñanza de estos temas.

**Módulo 2.** *La elaboración de material y recursos didácticos en Electromagnetismo y Física Moderna para organizar y secuenciar los contenidos en Electromagnetismo y Física Moderna.*

- Secuenciación científica de contenidos a enseñar.
- Creación de estructuras para la elaboración de unidades didácticas, estrategias de aprendizaje, etc.
- Diseño y elaboración de unidades didácticas.

**Módulo 3.** *Evaluación para el aprendizaje en Electromagnetismo y Física Moderna.*

- Elaboración de criterios de evaluación en *Electromagnetismo y Física Moderna*
- Diseño de actividades de evaluación.
- Elaboración de actividades de evaluación para el aprendizaje y la autorregulación de los aprendizajes.

## VII. METODOLOGÍA Y RECURSOS

Se sugiere, promover la reflexión sobre lo importante que es, para el futuro docente de física, organizar la enseñanza de la física tomando en cuenta al estudiante (sus ideas, sus concepciones, etc.), la evaluación (incluyendo la

autoevaluación), el contexto (rural, urbano, económico, ...), etc. Ello a partir de la presentación, por parte de los estudiantes, de las secuencias de enseñanza diseñadas y elaboradas. Al final de cada tarea se recomienda abrir un espacio para la reflexión, el análisis crítico y las sugerencias para el establecimiento de un puente entre el trabajo en el aula y el conocimiento didáctico que le ayuda a mejorar el proceso de enseñanza-aprendizaje.

## VIII. CRITERIOS DE EVALUACIÓN

La evaluación debe ser formativa y sumativa.

- *Evaluación formativa.* Se recomienda que en este punto se ponga especial atención a las diferencias entre evaluación de los aprendizajes y evaluación para los aprendizajes. Ello con el objetivo de diseñar y elaborar evaluaciones que realmente pongan a prueba el conocimiento construido al aplicarlo a situaciones específicas que demuestren el nivel comprensión de los contenidos.
- *Evaluación Sumativa.* En este sentido se sugiere, por ejemplo, a partir de la amplia gama que existe, pruebas parciales escritas u orales, trabajos en grupo de carácter analítico, evaluación de trabajos escritos, pruebas orales de valoración de contenidos, defensa de un proyecto final sobre alguno de los temas estudiados o desarrollados.

En cuanto a la ponderación global de la evaluación se debe tener en cuenta lo establecido en el Estatuto Universitario, a saber:

Pruebas parciales	30 --- 40 %
Presentaciones orales, informes, trabajos en grupos, etc.	20 --- 30 %
Examen Semestral	30 --- 40 %

## IX. BIBLIOGRAFÍA

1. Almudí García, J.; Ceberio Garate, M.; Zubimendi Herranz, J. (2013). Análisis de los argumentos elaborados por los estudiantes de cursos introductorios de física universitaria ante situaciones problemáticas pertenecientes al ámbito de la inducción electromagnética. Memorias del IX Congreso Internacional sobre Investigación en Didáctica de las Ciencias. Girona.
2. Almudí, J. M., Zuza, K., Guisasola, J., (2016). Aprendizaje de la teoría de inducción electromagnética en cursos universitarios de física general. Una enseñanza por resolución guiada de problemas. Enseñanza de las Ciencias, 34 (2)7-24.
3. Area Moreira, M. (2008). Innovación pedagógica con TIC y el desarrollo de las competencias informacionales y digitales. Investigación en la escuela, 64, 5-18.
4. Bouciguez, M.J., Santos, G. (2008). Simulaciones con computadora: abordaje didáctico y conceptos asociados. Memorias del I Congreso Internacional de Didácticas Específicas. Universidad Nacional de San Martín. Buenos Aires.
5. Bravo, B., Bouciguez, M. J., & Braunmüller, M. (2019). Una propuesta didáctica diseñada para favorecer el aprendizaje de la Inducción Electromagnética básica y

el desarrollo de competencias digitales. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 1(1), 1203-1203.

6. Diaz, F. (2014). Estrategia de aula orientada a la comprensión del modelo dualidad onda-partícula: una propuesta para estudiantes de grado once (monografía de pregrado). Universidad Pedagógica Nacional, Bogotá.

7. Figueroa, A. Orjuela, J.C. (2015), la enseñanza de la física moderna en la educación

media una aproximación. (Trabajo de grado para optar por el título de licenciado en física). Universidad Distrital Francisco José de Caldas, Bogotá.

8. Grajales, H. (2017). La enseñanza de la física moderna en la educación básica: una

aproximación desde el principio de incertidumbre (monografía de pregrado).

Universidad Pedagógica Nacional, Bogotá

9. Giraldo, L. (2017). Introducción al concepto de cuerpo negro en la educación media

(monografía de pregrado). Universidad Distrital Francisco José De Caldas, Bogotá.

10. Osorio, A. L. V. M. N. (1). Una colisión de alta energía: Análisis del Efecto Compton a través de diagramas de Minkowski. *Pre · Impresos Estudiantes*, (4).

Recuperado a partir de

<https://revistas.pedagogica.edu.co/index.php/PI/article/view/1129>.

11. Palencia, L. (27 Nov. 2016). Gota de Aceite de Millikan - Didáctica de la Física III (video). Recuperado de

<https://www.youtube.com/watch?v=lnd7luevYuU>

12. Peña, J. (2016). El principio de la cuantización de la energía: una práctica en el aula (tesis de maestría). Universidad Nacional de Colombia, Bogotá.
13. Scarpati . G , (2017) Determinación de la constante de Planck mediante el método experimental con la utilización de diodos emisores de luz leds. Universidad de San Martín de Porres, Perú.
14. QuantumFracture (18 may. 2017). Este Experimento te Dejará LOCO | La Doble Rendija (video). Recuperado de <https://www.youtube.com/watch?v=Y9ScxCemsPM>
15. QuantumFracture (29 jun. 2017). La Dualidad Onda - Partícula es una (video) Recuperado de <https://www.youtube.com/watch?v=LBEq1rhRbC4>
16. QuantumFracture (7 julio. 2017) Entendiendo el Experimento de la Doble Rendija (video) Recuperado de <https://www.youtube.com/watch?v=r2vlr2LyUnw>
17. Zapata Peña, J. (2017). El contexto profesional en la enseñanza del electromagnetismo desde una perspectiva histórica en programas universitarios diferentes: implicaciones para el cambio didáctico.

# UNIVERSIDAD DE PANAMÁ

Facultad de Ciencias Naturales, Exactas y Tecnología

Escuela de Física

Licenciatura Didáctica de la Física

Programa sintético de asignatura

## DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE EQUIPO I (FIS 315 A) (Construcción de Equipo de Bajo Costo con Material Reciclado)

### I. DATOS GENERALES

Denominación: Diseño y construcción de equipo I (Construcción de equipo de bajo costo con material reciclado).

Código de Horario: \_\_\_\_\_; Código de Asignatura: \_\_\_\_\_

Cuatrimestre: IX (tercer año).

Créditos:

Horas de Dedicación: Totales: Teóricas: Práctica: Laboratorio: 0

Pre-requisitos: Investigación en Didáctica de la Física I (FIS 300 A),

Organización y planificación de la Actividad Exp. II (FIS 312 B), Didáctica de la Física II (FIS 314 B).

## II. JUSTIFICACIÓN

El primer curso de diseño y construcción de equipo para la enseñanza de la Física se diseñó para proporcionar al futuro docente de física habilidades técnicas necesarias para el diseño y construcción de recursos y de equipos que apoyen su labor docente dentro del contexto experimental. Ello debido a la falta de una infraestructura adecuada y de equipos, en la mayoría de los centros educativos del país. Por ello el trabajo que se propone a lo largo del desarrollo de este curso se centra en el uso de recursos y materiales de bajo costo, por ejemplo, material reciclable, para diseñar equipos o situaciones de enseñanza que apoyen el proceso de enseñanza y aprendizaje de la física.

## III. OBJETIVOS GENERALES

1. Proporcionar los saberes y desarrollar las destrezas que faciliten la adquisición de habilidades conceptuales, técnicas y procedimentales para afrontar y resolver en forma satisfactoria los problemas que surgen en el proceso de enseñanza y aprendizaje de la física dentro de la actividad experimental, debido a la carencia de infraestructuras adecuadas, la falta de equipo o de estrategias de enseñanza que funcionen en un ambiente aislado, por ejemplo, por la ausencia de vías de comunicación.
2. Diseñar y construir equipos para el desarrollo de la actividad experimental de bajo costo.

## IV. DESCRIPCIÓN

Este curso comprende el diseño, elaboración y evaluación de equipo con materiales del entorno de los estudiantes y en el ambiente del comercio local. Por lo que esta asignatura está constituida por tres módulos.

**Módulo 1.** *Diseño y construcción de equipo para el trabajo experimental de bajo costo.* En las áreas de mecánica, hidrostática, electricidad y magnetismo, ondas, acústica, termodinámica, hidrostática, etc.

**Módulo 2.** *Diseño y elaboración de estrategias de enseñanza donde se utilicen los equipos construidos.* Los equipos construidos requieren, para su uso, del diseño de estrategias de enseñanza para utilizarlos de manera eficiente y eficaz.

**Módulo 3.** *Diseño y elaboración de material escrito y visual (videos, presentaciones en Power Point, etc.) que apoyen al estudiante en la realización de actividades en búsqueda de la adquisición de habilidades experimentales.* Los equipos y materiales construidos y las estrategias para lograr los objetivos establecidos requieren de manuales de operaciones, con normas y directivas que generen eficiencia, pertinencia y eficacia.

## V. COMPETENCIAS

**Genéricas:** Tomadas del Proyecto Tuning.

- Capacidad de abstracción, análisis y síntesis.
- Capacidad de aplicar los conocimientos en la práctica.
- Capacidad para organizar y planificar el tiempo.

- Capacidad de comunicación oral y escrita.
- Habilidades en el uso de las tecnologías de la información y de la comunicación.
- Capacidad de investigación.
- Habilidades para buscar, procesar y analizar información procedente de fuentes diversas.
- Capacidad para identificar, plantear y resolver problemas.
- Capacidad de trabajo en equipo.
- Habilidad para trabajar en forma autónoma.

### **Específicas**

1. Maneja herramientas básicas y simples, tales como: taladros, soldadores, cortadoras de vidrio, pistola de goma caliente, vernier, micrométricos, balanzas, mecheros, dinamómetros, resortes, etc., los cuales utiliza de manera adecuada, segura y pertinente para construir equipo de laboratorio de bajo costo y usando material reciclable.
2. Diseña y construye equipo de bajo costo para apoyar la actividad experimental en las áreas de mecánica, electricidad, electrostática, magnetismo, electromagnetismo, ondas, acústica, termodinámica, ondas, acústica, termodinámica, y óptica, trabajando de manera autónoma, creativa, etc.

## VI. CONTENIDO

**Módulo 1.** *Diseño y construcción de equipo para el trabajo experimental de bajo costo.* En las áreas de mecánica, hidrostática, electricidad y magnetismo, ondas, acústica, termodinámica, ondas, acústica, termodinámica, y óptica.

- Construcción de equipo para el trabajo experimental de mecánica.
  - Ejemplos de materiales a utilizar: resortes, masas, hilo, trozos de plástico alargados para construir pistas, etc.
  - Diseño del equipo a construir y del montaje experimental a utilizar.
  - Identificar las características fundamentales del equipo a construir.
  - Caracterización de materiales reciclables y de bajo costo que necesita utilizar según el diseño.
  - Selección de materiales reciclables y de bajo costo para la elaboración del equipo a construir.
  - Diseño de la estrategia a utilizar para calibrar el equipo.
- Construcción de equipo para el trabajo experimental para experiencias de hidrostática.
  - Ejemplos de materiales a utilizar: jeringas, tubos de silicona, recipientes de vidrio, etc.
  - Diseño del equipo a construir y del montaje experimental a utilizar.

- Identificar las características fundamentales del equipo a construir.
- Caracterización de materiales reciclables y de bajo costo que necesita utilizar según el diseño.
- Selección de materiales reciclables y de bajo costo para la elaboración del equipo a construir.
- Diseño de la estrategia a utilizar para calibrar el equipo.
- Construcción de equipo para el trabajo experimental para experiencias de electricidad, electrostática, magnetismo, electromagnetismo.
  - Ejemplos de materiales a utilizar: a pilas, fuente de alimentación de bajo amperaje, cables de conexión, multímetro simple, *protoboard* pequeño, componentes electrónicos sueltos en equipo descartado (resistencias, lámparas, etc.), imanes, polvo de hierro, pedazos de alambre moldeables (para experimentos de balance magnético para construir una brújula), materiales diferentes (plástico, cobre, metales, etc.).
  - Diseño del equipo a construir y del montaje experimental a utilizar.
  - Identificar las características fundamentales del equipo a construir.
  - Caracterización de materiales reciclables y de bajo costo que necesita utilizar según el diseño.
  - Selección de materiales reciclables y de bajo costo para la elaboración del equipo a construir.

- Diseño de la estrategia a utilizar para calibrar el equipo.
- Construcción de equipo para el trabajo experimental para ondas, acústica, termodinámica, y óptica.
  - Ejemplos de materiales a utilizar: resortes, cuerdas, diapasones, fuentes de calor (fogones eléctricos y lamparitas), vasos de hielo seco con tapa (para estudios de calor específico), termómetro y cuerpos de prueba metálicos de diferentes materiales y formas (esferas y bastones), lentes de acrílico, espejos pequeños (planos, cóncavos y convexos) prima, láseres pequeños o una fuente de luz dirigida con haz único y múltiple, etc.
  - Diseño del equipo a construir y del montaje experimental a utilizar.
  - Identificar las características fundamentales del equipo a construir.
  - Caracterización de materiales reciclables y de bajo costo que necesita utilizar según el diseño.
  - Selección de materiales reciclables y de bajo costo para la elaboración del equipo a construir.
  - Diseño de la estrategia a utilizar para calibrar el equipo.

**Módulo 2.** *Diseño y elaboración de estrategias de enseñanza donde se utilicen los equipos contruidos.*

- Búsqueda bibliográfica que apoye la creación de un contexto creíble para los estudiantes.
- Exploración de las ideas de los estudiantes sobre el tema a tratar.

- Selección del ambiente de trabajo: fuera o dentro del aula.
- Actividad donde se discute la importancia de calibrar el equipo antes de la toma de datos.
- Discusión de diseños de montajes experimentales a utilizar.
- Diseño de la estrategia de enseñanza.

**Módulo 3.** *Diseño y elaboración de material escrito que apoye al estudiante en la realización de experiencias que apoyen la adquisición de habilidades experimentales.*

- Elaboración de las normas de uso del equipo. Hacer hincapié en las normas de seguridad para el usuario y el equipo.
- Descripción del modelo físico a la base del funcionamiento del equipo.

## VII. METODOLOGÍA Y RECURSOS

Se sugiere la creación de espacios para la reflexión y el análisis crítico sobre el proceso de construcción del equipo y las habilidades que requiere desarrollar el futuro docente al analizar el trabajo realizado desde una mirada metacognitiva.

## VIII. CRITERIOS DE EVALUACIÓN

La evaluación debe ser formativa y sumativa.

- *Evaluación formativa.* Se recomienda que en este punto se ponga especial atención a las diferencias entre evaluación de los aprendizajes y evaluación para los aprendizajes. Ello con el objetivo de diseñar y elaborar evaluaciones

que realmente pongan a prueba el conocimiento construido al aplicarlo a situaciones específicas que demuestren el nivel comprensión de los contenidos.

- *Evaluación Sumativa*. En este sentido se sugiere, por ejemplo, a partir de la amplia gama que existe, pruebas parciales escritas u orales, trabajos en grupo de carácter analítico, evaluación de trabajos escritos, pruebas orales de valoración de contenidos, defensa de un proyecto final sobre alguno de los temas estudiados o desarrollados.

En cuanto a la ponderación global de la evaluación se debe tener en cuenta lo establecido en el Estatuto Universitario, a saber:

Pruebas parciales	30 --- 40 %
Presentaciones orales, informes, trabajos en grupos, etc.	20 --- 30 %
Examen Semestral	30 --- 40 %

## IX. BIBLIOGRAFÍA

1. Bernabé Coaquera, R. (2013). Diseño, construcción y evaluación de un Micro Aerogenerador usando materiales reciclables.
2. Bohórquez, L., Martínez, S., & Gallego, H. A. (2012). Diseño y construcción de un prototipo autónomo para la práctica experimental de laboratorios de física. *Scientia et technica*, 17(52), 155-164.

3. Doria Hernández, O. D., Tovar Becerra, G. A., De la Ossa Atencia, J. D., Moreno Vega, M. J., & Llorente Conde, M. H. (2017). Construcción de un generador eólico con material reciclable para la producción de energía eléctrica a escala local.
4. Montenegro Valladares, T. L. (2013). Diseño y construcción de un prototipo que sustituya al material de laboratorio de Física en el estudio de la Óptica para tercer año de bachillerato especialidad Físico Matemático del Colegio Juan Montalvo de Quito.
5. Manrique, O. B., Concepción, G. D., & Smith, I. C. C. (2020). Construcción de pluviómetros con materiales reciclables para la medición de la precipitación pluvial/Construction of pluviometers with recyclable materials for the mensuration of the pluvial precipitation. *Universidad & ciencia*, 9(1), 96-110.
6. Reyes, L., Buitrago, B., Velásquez, A., Tobón, J., López, J., & Otálora, J. (2006). Diseño de un sistema de bajo costo para la Automatización de medidas en experimentos de Física. "LabGICM". *Revista Colombiana de Física*, 38(2).

# UNIVERSIDAD DE PANAMÁ

Facultad de Ciencias Naturales, Exactas y Tecnología

Escuela de Física

Licenciatura Didáctica de la Física

Programa sintético de asignatura

## DIDÁCTICA DE LA FÍSICA IV (FIS 314 D)

(Termodinámica y Física Estadística).

### I. DATOS GENERALES

Denominación: Didáctica de la Física IV (Termodinámica y Física Estadística)

Código de Horario: \_\_\_\_\_; Código de Asignatura: \_\_\_\_\_

Cuatrimestre: X (tercer año).

Créditos:

Horas de Dedicación: Totales: Teóricas: Práctica: Laboratorio: 0

Pre-requisitos: Investigación en Didáctica de la Física II (FIS 300 B), Organización y planificación de la Actividad Exp. III (FIS FIS 312 C), Didáctica de la Física III (FIS 314 C).

## II. JUSTIFICACIÓN

La Didáctica de la Física es una disciplina (a) con carácter propio *independiente* de otras ramas del saber, por ejemplo las disciplinas pedagógicas, la psicología educativa o la didáctica general, entre otras, pero conectada con ellas; (b) que no debe concebirse como la aplicación de “*modelos particulares teóricos externos a situaciones de aula*” durante los procesos de enseñanza-aprendizaje de las ciencias; c) que no es únicamente un campo interdisciplinar ni un “*conglomerado de saberes*” especializados de otras áreas, y; d) que está estrechamente ligada a la investigación de las llamadas *didácticas especiales* de las distintas ciencias. Es autónoma y distante de la *didáctica metodológica* tradicional, típica de la formación del profesorado estándar de cualquier disciplina.

Esta asignatura tiene como objetivo promover, en el futuro docente, la reflexión sobre el saber que se requiere manejar sobre la Termodinámica y la Física Estadística, para promover la construcción de conocimientos científicos en los estudiantes. En este sentido se plantea un conjunto de contenidos y destrezas didácticas, que el futuro docente de física debe conocer y manejar pues le proporcionan pistas sobre cómo organizar el proceso de enseñanza y aprendizaje de los contenidos señalados.

Además, le permite reconocer el punto de vista epistemológico de los procesos de enseñanza-aprendizaje de la Termodinámica y de la Física Estadística, por ejemplo, mediante el conocimiento de las ideas o concepciones previas que manejan los estudiantes, producto de su interacción con la naturaleza y la sociedad.

En base a esto, podría diseñar y organizar la secuenciación de la enseñanza de esos mismos contenidos, pero de manera científica, con el apoyo de modernos recursos didácticos y estrategias de enseñanza, etc., y; enriquecer estos procesos con las contribuciones y descubrimientos enfocados en los *procesos cognitivos* y de *aprendizaje* de la especificidad de la Termodinámica y de la Física Estadística como áreas de la Física con sus propias características y modelos.

### III. OBJETIVOS GENERALES

1. Construir un catálogo de las ideas, concepciones y creencias de los alumnos sobre conceptos fundamentales de la Termodinámica y de la Física Estadística.
2. Construir criterios desde la didáctica de la Física para la organización y la secuenciación de los contenidos científicos sobre la Termodinámica y la Física Estadística.
3. Diseñar y elaborar material y recursos didácticos centrados en el aprendizaje de la Termodinámica y de la Física Estadística desde la perspectiva científica.
4. Diseñar y elaborar actividades de evaluación continua centradas en el aprendizaje de la Termodinámica y de la Física Estadística que promuevan la construcción de habilidades para la comunicación, la argumentación y la resolución de problemas reales.

#### IV. DESCRIPCIÓN

Esta asignatura consta de tres módulos que se describen a continuación.

**Módulo 1.** *Identificación de factores que ayuden a la organización del proceso científico de enseñanza-aprendizaje de la Termodinámica y de la Física Estadística.* Con este módulo se busca que el futuro docente adquiera los elementos mínimos necesarios para identificar, entre otras cosas las ideas y concepciones de los estudiantes, de situaciones o fenómenos de la vida diaria que se explican con estos modelos físicos, etc. En otras palabras, es importante para el futuro docente comprender que es fundamental la contextualización del saber, el hacer, el enseñar y el aprender, estableciendo relaciones de la Física con el medio ambiente y con otras ciencias, pues, es una disciplina científica cuyos productos se traducen en mejora de la calidad de vida de las personas.

**Módulo 2.** *La elaboración de material y recursos didácticos en la Termodinámica y la Física Estadística para organizar y secuenciar lógicamente los contenidos en de la Termodinámica y de la Física Estadística.* Con el desarrollo de este módulo se promueve la elaboración de material y recursos didácticos donde el futuro docente comprenda la importancia de incorporar cápsulas sobre momentos históricos y descubrimientos claves relacionados con la construcción científica del saber y saber hacer en Termodinámica y Física Estadística, así como el uso apropiado de nuevas tecnologías de la información y la comunicación, respetando siempre la naturaleza de la Física como ciencia experimental.

**Módulo 3.** *Evaluación para el aprendizaje de la Termodinámica y la Física Estadística.* En este módulo se propone diseñar actividades de evaluación que promuevan el aprendizaje de habilidades relacionadas con la argumentación, la comunicación y la resolución de problemas reales.

## V. COMPETENCIAS

**Genéricas:** Tomadas del Proyecto Tuning.

- Capacidad de abstracción, análisis y síntesis.
- Capacidad de aplicar los conocimientos en la práctica.
- Capacidad para organizar y planificar el tiempo.
- Capacidad de comunicación oral y escrita.
- Habilidades en el uso de las tecnologías de la información y de la comunicación.
- Capacidad de investigación.
- Habilidades para buscar, procesar y analizar información procedente de fuentes diversas.
- Capacidad para identificar, plantear y resolver problemas.
- Capacidad de trabajo en equipo.
- Habilidad para trabajar en forma autónoma.

## Específicas

1. Construye un catálogo de las ideas, concepciones y creencias de los alumnos sobre conceptos fundamentales en Termodinámica y de la Física Estadística para planificar y organizar el aprendizaje de estos temas desde una perspectiva científica.
2. Construye criterios desde la didáctica de la Física para la organización y la secuenciación de los contenidos en Termodinámica y Física Estadística desde una perspectiva más moderna y actual creando ambientes de aprendizaje contextualizados.
3. Diseña y elabora material y recursos didácticos centrados en el aprendizaje de la Termodinámica y la Física Estadística para fortalecer el aprendizaje de los alumnos tomando en cuenta conceptos fundamentales de la didáctica de la Física.
4. Diseña y elabora actividades de evaluación centradas en el aprendizaje de la Termodinámica y la Física Estadística para promover la construcción de habilidades de comunicación, argumentación y resolución de problemas relés. Ello a partir del diseño de actividades de evaluación para los aprendizajes y la autorregulación de los aprendizajes.

## VI. CONTENIDO

**Módulo 1.** *Identificación de factores que ayuden a la organización del proceso de enseñanza-aprendizaje de la Termodinámica y la Física Estadística.*

- Análisis del contenido desde la perspectiva ¿qué se va a enseñar la Termodinámica y la Física Estadística? ¿Cómo se va a secuenciar el contenido a enseñar?
- Identificación de las ideas y concepciones de los estudiantes sobre conceptos de Termodinámica y Física Estadística.
- Identificación de situaciones del entorno cotidiano de fenómenos naturales, instrumentos o dispositivos electrónicos que tienen a su base modelos de Termodinámica y Física Estadística que sirvan para apoyar el proceso de contextualización de estos temas y hacerlos parte esencial de estrategias de enseñanza – aprendizaje.
- Selección de demostraciones, equipo o instrumentos de laboratorio, para apoyar la enseñanza de estos temas.

**Módulo 2.** *La elaboración de material y recursos didácticos en Termodinámica y Física Estadística para organizar y secuenciar los contenidos en Termodinámica y Física Estadística.*

- Secuenciación científica de contenidos a enseñar.
- Creación de estructuras para la elaboración de unidades didácticas, estrategias de aprendizaje, etc.
- Diseño y elaboración de unidades didácticas.

**Módulo 3.** *Evaluación para el aprendizaje en Termodinámica y Física Estadística.*

- Elaboración de criterios de evaluación en *Termodinámica y Física Estadística*  
Diseño de actividades de evaluación.
- Elaboración de actividades de evaluación para el aprendizaje y la autorregulación de los aprendizajes.

## VII. METODOLOGÍA Y RECURSOS

Se sugiere, promover la reflexión sobre lo importante que es, para el futuro docente de física, organizar la enseñanza de la física tomando en cuenta al estudiante (sus ideas, sus concepciones, etc.), la evaluación (incluyendo la autoevaluación), el contexto (rural, urbano, económico, ...), etc. Ello a partir de la presentación, por parte de los estudiantes, de las secuencias de enseñanza diseñadas y elaboradas. Al final de cada tarea se recomienda abrir un espacio para la reflexión, el análisis crítico y las sugerencias para el establecimiento de un puente entre el trabajo en el aula y el conocimiento didáctico que le ayuda a mejorar el proceso de enseñanza-aprendizaje.

## VIII. CRITERIOS DE EVALUACIÓN

La evaluación debe ser formativa y sumativa.

- *Evaluación formativa.* Se recomienda que en este punto se ponga especial atención a las diferencias entre evaluación de los aprendizajes y evaluación para los aprendizajes. Ello con el objetivo de diseñar y elaborar evaluaciones que realmente pongan a prueba el conocimiento construido al aplicarlo a situaciones específicas que demuestren el nivel comprensión de los contenidos.
- *Evaluación Sumativa.* En este sentido se sugiere, por ejemplo, a partir de la amplia gama que existe, pruebas parciales escritas u orales, trabajos en grupo de carácter analítico, evaluación de trabajos escritos, pruebas orales de valoración de contenidos, defensa de un proyecto final sobre alguno de los temas estudiados o desarrollados.

En cuanto a la ponderación global de la evaluación se debe tener en cuenta lo establecido en el Estatuto Universitario, a saber:

Pruebas parciales	30 --- 40 %
Presentaciones orales, informes, trabajos en grupos, etc.	20 --- 30 %
Examen Semestral	30 --- 40 %

## IX. BIBLIOGRAFÍA

1. Bain, K., Moon, A., Mack, M. R. and Towns, M. H. (2014). A review of research on the teaching and learning of thermodynamics at the university level. *Chemistry Education Research and Practice*, (15), 320-335. Retrieved from <https://pubs.rsc.org/en/content/articlelanding/2014/RP/C4RP00011K>.
2. Cárdenas, M., & de Lozano, S. R. (1996). Explicaciones de procesos termodinámicos a partir del modelo corpuscular: una propuesta didáctica. *Enseñanza de las ciencias: revista de investigación y experiencias didácticas*, 343-349.
3. Casado V., José Manuel. La teoría cinética antes de Maxwell. Argumentos: de razón técnica. Internet: <http://www.argumentos.us.es/casado.htm>
4. Cotignola, M. et al. (2002) Learning difficulties of Thermodynamics concepts: are they linked to the historical development of the field?. *Science Education*. Vol.11, No.3
5. Cotignola, M. I., Bordogn, C., Punte, G. and Cappannini, O. M. (2002). Difficulties in Learning Thermodynamic Concepts Are They Linked to the Historical Development of this Field? *Science & Education*, (11), 279-291. Retrieved from <https://link.springer.com/article/10.1023%2FA%3A1015205123254>.
6. Cox, A., Belloni, M. et al. (2003) Teaching thermodynamics with Physlets®. *Physics Education*. Septiembre, 2003, Vol. 38 no.5, p. 433-440

7. Faúndez, C. A., Bravo, A. A., Ramírez, G. P., & Astudillo, H. F. (2017). Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC) en el Proceso de Enseñanza-Aprendizaje de Conceptos de Termodinámica como Herramienta para Futuros Docentes. *Formación Universitaria*, 10(4), 43-53.
8. Furió-gómez, C., Solbes, J. y Furió, C. (2006). Análisis crítico de la presentación del tema de Termoquímica en libros de texto de bachillerato y Universidad. *Didáctica de las Ciencias Experimentales y Sociales*, 20, 47-69.
9. Granville, M. F. (1985). Student misconceptions in thermodynamics. *Journal of Chemical Education*, 62(10), 847-848. Retrieved from <https://pubs.acs.org/doi/abs/10.1021/ed062p847>.
10. Haglund, J. and Jeppsson, F. (2013). Confronting Conceptual Changes in Thermodynamics by Use of Self-Generated Analogies. *Science & Education*, (23), 1505-1529. Retrieved from <https://link.springer.com/article/10.1007%2Fs11191-013-9630-5>. [ [Links](#) ]
11. Lopez-gay, R. (2001). La introducción y utilización del concepto de diferencial en la enseñanza de la Física. Análisis de la situación actual y propuesta para su mejora. Departamento de Física de la Materia Condensada. Tesis doctoral. Universidad Autónoma de Madrid.
12. Pintó, R. (1991). Algunos conceptos implícitos en la 1ª y 2ª leyes de la termodinámica: una aportación al estudio de las dificultades de su aprendizaje. Tesis doctoral. Universidad Autónoma de Barcelona.

# UNIVERSIDAD DE PANAMÁ

Facultad de Ciencias Naturales, Exactas y Tecnología

Escuela de Física

Licenciatura Didáctica de la Física

Programa sintético de asignatura

## DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE EQUIPO II (FIS 315 B) (STEAM y Recurso Programables y Microprocesadores)

### I. DATOS GENERALES

Denominación: Diseño y construcción de equipo II (STEAM: Recurso Programables y Microprocesadores).

Código de Horario: \_\_\_\_\_; Código de Asignatura: \_\_\_\_\_

Cuatrimestre: IX (tercer año)

Créditos:

Horas de Dedicación: Totales: Teóricas: Práctica: Laboratorio: 0

Pre-requisitos: Diseño y construcción de equipo I (FIS 315 A).

### II. JUSTIFICACIÓN

Esta asignatura ha sido diseñada para dotar al futuro docente de física de habilidades técnicas que promuevan el uso de sensores, interfaces, microcontroladores y microcomputadores, para la construcción de dispositivos que

generen series temporales y el diseño de experiencias en tiempo real con sensores lineales y no lineales de tipos variados. Por ejemplo, el uso de una Raspberry PI, permite y facilita el manejo y tratamiento de datos dentro de un ambiente Linux, con un nivel elevado de sofisticación en la adquisición y tratamiento de datos. Por último, es importante que el futuro docente comprenda la importancia de la actualización continua en este tema, pues, no se puede negar que la ciencia avanza y la tecnología con ella, a pasos gigantes.

### III. OBJETIVOS GENERALES

1. Resolver en forma satisfactoria problemas técnicos, de diseño y/o construcción de equipo haciendo uso de saberes procedimentales, conceptuales y actitudinales propios del hacer de la Física.
2. Proporcionar los elementos necesarios para la búsqueda de información técnica para el diseño, construcción o reparación de equipo para el desarrollo de la actividad experimental en física.
3. Desarrollar habilidades para evaluar las características del equipo a construir, argumentar sus puntos de vista en cuanto al diseño elaborado, las normas de seguridad a seguir, la calibración de los equipos, etc.

### IV. DESCRIPCIÓN

Este curso comprende el diseño y construcción de equipo que reemplace los instrumentos y dispositivos de toma de datos usados en el desarrollo de las distintas

actividades experimentales realizadas a lo largo de esta carrera. Por lo que este curso se compone de dos módulos.

**Módulo 1.** *Desarrollo de software para el análisis y tratamiento de datos con R, Python, easy java simulation, surfer, etc.* Es necesario partir con una búsqueda bibliográfica referente a los avances y cambios en esta área.

**Módulo 2.** *Diseño y construcción de equipos a bajo costo con el uso de sensores, interfaces, microcontroladores y microprocesadores.* Este módulo está centrado en una revisión y caracterización del funcionamiento de los distintos instrumentos y dispositivos utilizados a lo largo de su formación para el estudio de fenómenos físicos. En el proceso de revisión de estos equipos, se deben seleccionar los que se construirán a bajo costo.

## V. COMPETENCIAS

**Genéricas:** Tomadas del Proyecto Tuning.

- Capacidad de abstracción, análisis y síntesis.
- Capacidad de aplicar los conocimientos en la práctica.
- Capacidad para organizar y planificar el tiempo.
- Capacidad de comunicación oral y escrita.
- Habilidades en el uso de las tecnologías de la información y de la comunicación.
- Capacidad de investigación.
- Habilidades para buscar, procesar y analizar información procedente de fuentes diversas.

- Capacidad para identificar, plantear y resolver problemas.
- Capacidad de trabajo en equipo.
- Habilidad para trabajar en forma autónoma.

### Específicas

1. Selecciona, a partir de una búsqueda bibliográfica centrada en la actualización de saberes conceptuales y procedimentales, sensores, interfaces, microcontroladores y microprocesadores para el diseño y construcción de equipo necesarios al estudio de fenómenos físicos dentro de la actividad experimental en Física.
2. Diseña y construye equipo de bajo costo, donde integra el uso de microprocesadores y microcontroladores a los que conecta de manera pertinente sensores de distintos tipos y funciones, para la toma de datos en tiempo real (series temporales) y, el análisis y tratamiento de dichos datos en un entorno Linux.

## VI. CONTENIDO

**Módulo 1.** *Desarrollo de software para el análisis y tratamiento de datos con r, Python, Easy Java Simulation, etc.*

- Desarrollar software de análisis y tratamiento de datos, por ejemplo, con Python.

- Desarrollar software de análisis y tratamiento de datos con Easy Java Simulación.
- Desarrollar software de simulación de fenómenos físicos.
- Usar el software de análisis y tratamiento de datos construido en el desarrollo de una experiencia diseñada para tal fin.

**Módulo 2.** *Diseño y construcción de equipos a bajo costo usando sensores, microprocesadores y microcontroladores.*

- Seleccionar una experiencia de las asignaturas experimentales y diseñar y construir el equipo necesario para desarrollarla.
- Calibrar el equipo construido.
- Diseñar y elaborar el manual de operaciones y uso del equipo.
- Diseñar y elaborar una estrategia de enseñanza para la experiencia a desarrollar con el equipo construido.
- Revisar literatura para identificar los cambios que hay en cuanto a los nuevos microcomputadores y microcontroladores.

## VII. METODOLOGÍA Y RECURSOS

Se sugiere centrar la actividad del estudiante en torno a la búsqueda de información técnica, los últimos avances tecnológicos relacionados con los sensores, microcomputadores, microcontroladores para plantearse el diseño y construcción de equipo a usar en el desarrollo de la actividad experimental.

## VIII. CRITERIOS DE EVALUACIÓN

La evaluación debe ser formativa y sumativa.

- *Evaluación formativa.* Se recomienda que en este punto se ponga especial atención a las diferencias entre evaluación de los aprendizajes y evaluación para los aprendizajes. Ello con el objetivo de diseñar y elaborar evaluaciones que realmente pongan a prueba el conocimiento construido al aplicarlo a situaciones específicas que demuestren el nivel comprensión de los contenidos.
- *Evaluación Sumativa.* En este sentido se sugiere, por ejemplo, a partir de la amplia gama que existe, pruebas parciales escritas u orales, trabajos en grupo de carácter analítico, evaluación de trabajos escritos, pruebas orales de valoración de contenidos, defensa de un proyecto final sobre alguno de los temas estudiados o desarrollados.

En cuanto a la ponderación global de la evaluación se debe tener en cuenta lo establecido en el Estatuto Universitario, a saber:

Pruebas parciales	30 --- 40 %
Presentaciones orales, informes, trabajos en grupos, etc.	20 --- 30 %
Examen Semestral	30 --- 40 %

## IX. BIBLIOGRAFÍA

1. Cobo, Á. (2005). PHP y MySQL: Tecnología para el desarrollo de aplicaciones web. Ediciones Díaz de Santos.
2. de la Torre, M. Z., Fernández, M. G., & Gallardo, C. S. (2020). Una guía práctica para desarrollar equipo de laboratorio con Arduino. *Conciencia Tecnológica*, (59), 2.
3. Guerrero, E. J. C., & Zapata, R. A. E. (2017). Aplicaciones de Software Científico para el análisis de datos en diseños mixtos de investigación. *Eco matemático*, 8(1), 106-115.
4. Orozco-Vásquez, J. C., Grisales-Díaz, J. F., Roldán-Vasco, S., Ossa-Orozco, C. P., Restrepo-Múnera, L. M., & Moncada-Acevedo, M. E. (2020). Diseño y construcción de un equipo estimulador de campo eléctrico tipo capacitivo para estimulación celular. *Revista EIA*, 17(34), 338-348.
5. OSP. Open-Source Physics. (12 de noviembre de 2022). <https://www.compadre.org/osp/>
6. Pérez Lozada, E., & Nelson, F. (2009). Diseño de prototipos experimentales orientados al aprendizaje de la óptica.
7. Pérez, L., & Gudiel, R. (2020). Análisis comparativo de lenguajes de programación para el desarrollo de aplicaciones en Ciencia de Datos.
8. Rojas, E. M. (2020). Machine Learning: análisis de lenguajes de programación y herramientas para desarrollo. *Revista Ibérica de Sistemas e Tecnologías de Informação*, (E28), 586-599.

## CAPÍTULO 5

### CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Reconociendo que no existe una forma única (ni recetas mágicas) para diseñar un currículo, la *propuesta/investigación* de este trabajo, además de ser una perspectiva, un posible proyecto, una serie de sugerencia para mejorar la formación de docentes en Física, surge del conocimiento, de la experiencia y de la reflexión sobre los ensayos y puesta en práctica de los diferentes currículos para la formación de docentes. Esta responsabilidad, asumida por la Universidad de Panamá, en particular, por el Departamento de Física, indica una permanente preocupación por el desarrollo de la Física y la posibilidad de éxitos y desaciertos, pero, con la permanente posibilidad de corregir y mejorar, sobre todo para marcar pautas.

En este sentido se proponen las siguientes conclusiones:

- Un currículo, para la formación de docentes, basado en un proyecto de “*docente genérico*” con peso en la formación pedagógica general no es una concepción basada en las exigencias de los paradigmas socio constructivistas actuales que necesita “*docentes de la disciplina*”, Física.
- Los docentes en formación necesitan adquirir las herramientas conceptuales e instrumentales de la Física sin diferenciar su formación llámese licenciatura en Física o Licenciatura en Docencia dando la posibilidad a una carrera con muy bajos perfiles.

- Los docentes en formación necesitan adquirir las herramientas de la ciencia didáctica (en Física) como alternativa moderna no basada en el perfil pedagógicos genéricos estándar.
- Los docentes en formación deben adquirir las capacidades de *aprender a aprender*, de *aprender a enseñar* y de *autorregulación*, tal como lo exigen los paradigmas socio constructivistas actuales y la sociedad moderna globalizada y cambiante.
- La formación inicial de docentes debe preparar para la enseñanza, para el diseño y desarrollo de ambientes de aprendizaje (desarrollo personal, social y de conocimientos), para aprender y reaprender (ya sea individual o en colectividades) durante todo el ejercicio de la docencia.
- Este diseño curricular, como concepto teórico, propone un proyecto de formación de docentes, a través de la conceptualización de los cursos, la adquisición de competencias y la idea de la actualización permanente de la didáctica de la disciplina para mejorar, indirectamente, la calidad de la enseñanza de la Física.

Para el logro de las metas propuestas en este diseño se requeriría tomar en cuenta las siguientes recomendaciones:

- Un llamado a la reflexión a los docentes que dicten los nuevos cursos en lo referente a:
  - (a) La idea de que la Física solo puede desarrollarse a través de ejercicios cuantitativos. La evaluación exige interpretar datos cualitativos y cuantitativos no solo para determinar desempeños, sino también para

detectar los aciertos o deficiencias (i) del proceso enseñanza aprendizaje, (ii) de los planes de estudios y, para tomar decisiones y redirigir o mejorar el proceso de enseñanza-aprendizaje.

(b) La idea de que la actividad experimental en Física puede desarrollarse desde una sola perspectiva, sin caer en los extremos de “recetas de cocina” o pseudo proyectos libres, sin pasar por la reflexión cuidadosa de los modelos físicos pertinentes y sus variantes, el análisis de resultados sin tomar en cuenta de que son aproximaciones y de que la redacción de reportes exige el cuidadoso el manejo de la sintaxis, la gramática y la ortografía para expresar las ideas.

(c) De que los cursos de didáctica de la disciplina, a falta de especialistas, exigen una lectura permanente de todo lo que implique las investigaciones y el desarrollo de esta área de conocimiento en Física. Se hace necesario, más que nunca, adquirir conocimientos en didáctica de la Física para ser coherentes con los cursos de formación de docentes.

## BIBLIOGRAFÍA

1. Aceigo, R., Martín, E. y García, L. (2003). Demandas del profesorado universitario sobre su formación docente. *Revista Interuniversitaria de Formación del Profesorado*, 17 (2), 53-77. Recuperado de: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=818900>
2. Acevedo Díaz, J. A., (2005). TIMSS Y PISA. Dos proyectos internacionales de evaluación del aprendizaje escolar en ciencias. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 2(3),280-301.[fecha de Consulta 2 de Noviembre de 2022]. ISSN:. Recuperado de: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=92020301>
3. Adúriz-Bravo, Agustín & Izquierdo, Mercè. (2002). Acerca de la didáctica de las ciencias como disciplina autónoma. *REEC: Revista electrónica de enseñanza de las ciencias*, ISSN 1579-1513, Vol. 1, N<sup>o</sup>. 3, 2002. 17. Recuperado de: [http://reec.uvigo.es/volumenes/volumen1/REEC\\_1\\_3\\_1.pdf](http://reec.uvigo.es/volumenes/volumen1/REEC_1_3_1.pdf)
4. Álvarez-Rojo, V., Romero, S., Gil-Flores, J., Rodríguez-Santero, J., Clares, J., Asensio, I., del-Frago, R., García-Lupi3n, B., García-García, M., González-González, D., Guardia, S., Ibarra, M., López-Fuentes, R., Rodríguez-G3mez, G. y Salmer3n-Vílchez, P. (2011). Necesidades de formación del profesorado universitario para la adaptaci3n de su docencia al Espacio Europeo de Educaci3n Superior (EEES). *RELIEVE*, 17 (1), 1-22. Recuperado de: <https://doi.org/10.4995/redu.2015.5433>

5. Alvi, M. H. (2016): A Manual for Selecting Sampling Techniques in Research University of Karachi, Iqra University. Recuperado de: <https://mp.ra.ub.uni-muenchen.de/70218/1/>
6. Aramburuzabala, P., Hernández, R. y Ángel, I.C. (2013). Modelos y tendencias de la formación docente universitaria. *Profesorado. Revista de currículum y formación del profesorado*, 17 (3), 345-357. Recuperado de: <https://recyt.fecyt.es/index.php/profesorado/article/view/41835/23861>
7. Ávalos, Beatrice y Claudia Matus (2010), *La FID en Chile desde una óptica internacional. Informe nacional del estudio internacional. IEA TEDS-M*, Santiago de Chile, Ministerio de Educación. [en línea]. Recuperado de: [http://www.observatoriodocente.cl/index.php?page=view\\_recursos&langSite=es&id=455](http://www.observatoriodocente.cl/index.php?page=view_recursos&langSite=es&id=455)
8. Barrio, J.A. y Barrio, A. (2018). Análisis de la habilidad comunicativa docente y pautas de actuación. Atraer la atención hablando: un reto para la enseñanza universitaria. *International Journal of Developmental and Educational Psychology*, 1 (1). Recuperado de <http://dx.doi.org/10.17060/ijodaep.2018.n1.v1.1160>
9. Benavides J. (2008). El estado de la comunicación en la enseñanza universitaria: una reflexión sobre el futuro y el pasado inmediato. *Comunicación y pluralismo*, (5), 173-194. Recuperado de: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=2720683>
10. Benedito, V. (1983). La docencia en la universidad. Cualidades, formación y evaluación del profesorado universitario. *REIS: Revista Española de*

*Investigaciones Sociológicas*, (24), 143-162. Recuperado de:  
[http://www.reis.cis.es/REIS/PDF/REIS\\_024\\_07.pdf](http://www.reis.cis.es/REIS/PDF/REIS_024_07.pdf)

11. Borsinger, A. (2005). La tesis. En A. Borsinger et al (eds). Los textos de la ciencia (pp.267-282). Lectura y Escritura|UNRN|Sede Andina. Blog del Área de Lectura y Escritura de la Universidad Nacional de Río Negro – Sede Andina. Recuperado de:  
<https://lecturayescrituraunrn.files.wordpress.com/2017/08/borsinger-montemayor-ann-2007-la-tesis.pdf>
12. Buaraphan, K. (2011). *Metaphorical Roots of Beliefs about Teaching and Learning Science and their Modifications in the Standard-Based Science Teacher Preparation Programme*. International Journal of Science Education. 33. 1571-1595. 10.1080/09500693.2010.528462. Recuperado de:  
[https://www.researchgate.net/publication/233151580\\_Metaphorical\\_Roots\\_of\\_Beliefs\\_about\\_Teaching\\_and\\_Learning\\_Science\\_and\\_their\\_Modifications\\_in\\_the\\_Standard-Based\\_Science\\_Teacher\\_Preparation\\_Programme](https://www.researchgate.net/publication/233151580_Metaphorical_Roots_of_Beliefs_about_Teaching_and_Learning_Science_and_their_Modifications_in_the_Standard-Based_Science_Teacher_Preparation_Programme)
13. Caballero, K. y Bolívar A. (2015). El profesorado universitario como docente: hacia una identidad profesional que integre docencia e investigación. *REDU -Revista de Docencia Universitaria*, 13 (1), 57-77. Recuperado de:  
[https://redined.meecd.gob.es/xmlui/bitstream/handle/11162/110442/2015\\_RedUvol13%281%29057\\_CaballeroRodr%C3%ADguez\\_Bolivar.pdf](https://redined.meecd.gob.es/xmlui/bitstream/handle/11162/110442/2015_RedUvol13%281%29057_CaballeroRodr%C3%ADguez_Bolivar.pdf)

14. Cano, E. (2015b). Evaluación de la formación. Algunas lecciones aprendidas y algunos retos de futuro. *Educar*, 51 (1), 109-125. <https://doi.org/10.5565/rev/educar.684>
15. Castiblanco, Olga y Nardi, Roberto (2014). *Interpretando la estructura curricular de programas brasileños de Licenciatura en Física, a partir de una perspectiva epistemológica de la Didáctica de la Física*. Revista Electrónica de Investigación en Educación en Ciencias. ISSN 1850-6666. Recuperado de: <http://ppct.caicyt.gov.ar/index.php/reiec/article/download/7489/6732>
16. Chávez Vaca, Vinicio Alexander (2018), *Diseño e implementación de un modelo de formación permanente de equipos docentes en las universidades de postgrado del Ecuador*. Tesis Doctoral. Universitat Autònoma de Barcelona. Recuperado de: [https://ddd.uab.cat/pub/tesis/2018/hdl\\_10803\\_663949/vacv1de1.pdf](https://ddd.uab.cat/pub/tesis/2018/hdl_10803_663949/vacv1de1.pdf)
17. Cisterna, Cecilia, Soto, Valentina, & Rojas, Constanza. (2016). Rediseño curricular en la Universidad de Concepción: la experiencia de las carreras de formación inicial docente. *Calidad en la educación*, (44), 301-323. <https://dx.doi.org/10.4067/S0718-45652016000100011> Recuperado de: [https://scielo.conicyt.cl/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0718-45652016000100011&lng=en&nrm=iso&tlng=en](https://scielo.conicyt.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0718-45652016000100011&lng=en&nrm=iso&tlng=en)
18. Clark, C. M. (1980). Choice of a model for research on teacher thinking. *Journal of Curriculum Studies*, 12 (1), 41-47. <https://doi.org/10.1080/0022027800120105>

19. Escudero, T. (2003). La formación pedagógica del profesorado universitario vista desde la enseñanza disciplinar. *Revista de Educación*, (331), 101-121. Recuperado de: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=670569>
20. Esteve, J. M. (2004). *La tercera revolución educativa. Una reflexión sobre nuestros profesores y nuestro sistema educativo en los inicios del siglo XXI*. Recuperado de: <https://www.unrc.edu.ar/publicar/cde/05/Esteve.htm>
21. Feixas, M., Fernández, A., Lagos, P., Quesada, C. y Sabaté, S. (2013). Factores condicionantes de la transferencia de la formación docente en la universidad: Un estudio sobre la transferencia de las competencias docentes. *Infancia y Aprendizaje*, 36 (3), 401-416. Recuperado de: <https://doi.org/10.1174/021037013807533034>
22. Fernández, B. (2004). *El desarrollo de las ciencias exactas en Panamá en el primer centenario de la república (1903-2003)*. Comisión Universitaria del Centenario de la República. Figueroa, A. (Editor) “La Sociología en Panamá en el siglo XX”. En Panamá: Cien Años de República, Editorial Universitaria.
23. Fernández, B. y otros (2003). *El desarrollo de la Física*. Ciencia, Universidad y Nación (Cien años de República). Tecnociencia. Revista de la Facultad de Ciencias, Exactas y Tecnología. Edición Especial. Volumen 5. No3. septiembre de 2003. Recuperado de: <https://revistas.up.ac.pa/index.php/tecnociencia/issue/view/62/Document%20completo>
24. Fontalvo, A., Navarro, F., Padilla, C. y Pérez, Z. (2017) Evaluación del currículo de una institución educativa del Departamento del Atlántico.

Tesis Magíster en Educación con énfasis en Currículo y Evaluación. Universidad del norte. Facultad de Posgrados. Maestría en Educación. Barranquilla.

<http://manglar.uninorte.edu.co/bitstream/handle/10584/7528/evaluacion.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

25. Freire-Seoane, María & Flores, Maura & Teijeiro-Alvarez, M.. (2012). La educación en Panamá: Estado de la cuestión. Perfiles educativos. 34. 75-91. 10.22201/iisue.24486167e.2012.138.34156. Recuperado de: [https://www.Researchgate.net/publication/262631105\\_La\\_educacion\\_en\\_Panama\\_Estado\\_de\\_la\\_cuestion](https://www.Researchgate.net/publication/262631105_La_educacion_en_Panama_Estado_de_la_cuestion)
26. Fong Reynoso, C. (2008). El estudio de casos en la preparación de tesis de posgrado en el ámbito de la PYME. Estableciendo puentes en una economía global, Vol. 1, 2008-01-01 (Ponencias), ISBN 978-84-7356-556-1, pag. 34. 1. XXII Congreso Anual. de AEDEM, Salamanca 2008 "Building Bridges in a Global Economy". Recuperado de: <https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/2712302.pdf>
27. Gómez, L. (20 de octubre de 2016). La sociedad es un sistema dinámico y complejo. Recuperado de: <https://desdeexilio.com/2016/10/20/la-sociedad-es-un-sistema-dinamico-y-complejo/>
28. Imbernon, F. (2001). La profesión docente ante los desafíos del presente y del futuro. En C. Marcelo (Ed.) La función docente, 27- 45. Madrid: Síntesis. Recuperado de:

[http://www.ub.edu/obipd/docs/la\\_profesion\\_docente\\_ante\\_los\\_desafios\\_del\\_presente\\_y\\_del\\_futuro\\_imbernon\\_f.pdf](http://www.ub.edu/obipd/docs/la_profesion_docente_ante_los_desafios_del_presente_y_del_futuro_imbernon_f.pdf)

29. Informe Covid-19 CEPAL-UNESCO. Agosto de 2020. La educación en tiempos de la pandemia de COVID-19. Recuperado de: <https://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/45904/1/S2000510es.pdf>
30. Jarauta, B. Colén, MT, Arànega, S. (2015). *Construcción de identidad docente. un estudio de caso en la universidad de Barcelona*, Profesorado. Revista de Currículum y Formación de Profesorado, vol. 21, núm. 1, 2017, pp. 103-122. Universidad de Granada, Granada, España. Recuperado de: <https://www.redalyc.org/pdf/567/56750681006.pdf>
31. Lozano C, O. y Villanueva G.O. (2016) Ciencia, Currículum y Profesores: Las Ciencias Naturales en la Educación Secundaria. Revista. Actualidades Investigadas en Educación. Volumen 16, Número 1. Enero - Abril. pp. 1-28. Este número se publicó el 1º de enero de 2016. DOI: <http://dx.doi.org/10.15517/aie.v16i1.21714> Recuperado de: [https://www.researchgate.net/publication/286488675\\_Ciencia\\_curriculum\\_y\\_profesores\\_las\\_ciencias\\_naturales\\_en\\_la\\_educacion\\_secundaria](https://www.researchgate.net/publication/286488675_Ciencia_curriculum_y_profesores_las_ciencias_naturales_en_la_educacion_secundaria)
32. Sanmartí Puíg, N. (2020). Evaluar y aprender: un único proceso. Recursos didácticos. El Diario de la Educación. Octaedro Editorial.
33. Moreno Olivos, T. (2016). Evaluación del Aprendizaje y para el Aprendizaje. Reinventar la evaluación en el aula. Universidad Autónoma Metropolitana. Impreso en México.

34. Martínez, Miguel (2006). *La Investigación Cualitativa (Síntesis conceptual)*  
Revista de Investigación en Psicología. © UNMSM. Facultad de Psicología.  
Instituto de Investigaciones de Psicología. ISSN Versión impresa 1560-909X.  
Vol. 9, Nº 1, 2006. Sistema de Bibliotecas y Biblioteca Central. Universidad  
Nacional Mayor de San Marco Recuperado de:  
[https://sisbib.unmsm.edu.pe/bvrevistas/investigacion\\_psicologia/v09\\_n1/pdf/a09v9n1.pdf](https://sisbib.unmsm.edu.pe/bvrevistas/investigacion_psicologia/v09_n1/pdf/a09v9n1.pdf)
35. Neto, A.S., Silva, A. C. (2018) Formação do professor de Física: análise do curso de Licenciatura em Física do IFSP. Revista Ibero-Americana de Estudos em Educação, Araraquara, v. 13, n. 2, p. 871-884, abr./jun., 2018. E-ISSN: 1982-5587. DOI: 10.21723/riaee.v13.n2.2018.11268. Recuperado de:  
<https://periodicos.fclar.unesp.br/iberoamericana/article/viewFile/11268/7379>
36. Ochoa, L. (2011). La elaboración de una tesis de maestría: exigencias y dificultades percibidas por sus protagonistas. Revista Entornos, (24), 171-184. Recuperado de  
<https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=3798839>
37. Osorio Villegas, M., (2017). El currículo: Perspectivas para acercarnos a su comprensión. Zona Próxima, (26),140-151. [fecha de Consulta 2 de noviembre de 2022]. ISSN: 1657-2416. Recuperado de:  
<https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=85352029009>
38. Pérez, O (2020). *Perfil del docente de Física*. Comunicación personal.
39. Quiceno-Serna, Yesenia y (2017), "*¿Cómo nos hacemos profesores de ciencias naturales? una reflexión acerca de los saberes docentes en la constitución y*

(re)constitución de la identidad profesional.." Revista Latinoamericana de Estudios Educativos (Colombia), Vol. 13, núm.2, pp.151-176 [Consultado: 26 de Enero de 2021]. ISSN: 1900-9895. Recuperado de: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=1341/134154501009>

40. Rodríguez Groba, Ana y Fraga, Fernando (2017). *Dilemas y desafíos de la tecnología educativa en el EEES: percepciones y creencias de futuros maestros*. Profesorado. Revista de Currículum y Formación de Profesorado, 21 (1), 123-142. [Fecha de Consulta 18 de Enero de 2021]. ISSN: 1138-414X. Recuperado de:

<https://recyt.fecyt.es/index.php/profesorado/article/view/58055>

41. Rodríguez, R., (2006). INVESTIGACIÓN CURRICULAR: CONCEPTOS, ALCANCES Y PROYECCIONES EN INSTITUCIONES DE EDUCACIÓN SUPERIOR. Hallazgos, (6), 63-82. [fecha de Consulta 2 de Noviembre de 2022]. ISSN: 1794-3841. Recuperado de:

<https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=413835165005>

42. Sampieri, R., Fernández, C., y Baptista, M (2010), *Metodología de la investigación*. México DF: McGraw-Hill Educación. Quinta edición.

Recuperado de: <http://jbposgrado.org/>

[material seminarios/HSAMPIERI/Metodologia%20Sampieri%205a%20edicion.pdf](http://jbposgrado.org/material_seminarios/HSAMPIERI/Metodologia%20Sampieri%205a%20edicion.pdf)

43. Toro, S. (2017), Conceptualización de currículo: su evolución histórica y su relación con las teorías y enfoques curriculares en la dinámica educativa.

Revista Publicando, 4 No 11. (1). 2017, 459-483. ISSN 1390-9304 459.

Recuperado de:

[https://www.google.com/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=&ved=2ahUKEwiQpcmWl6T7AhUHZDABHfJPC1oQFnoECCUQAQ&url=https%3A%2F%2Frevistapublicando.org%2Frevista%2Findex.php%2Fcrv%2Farticle%2Fdownload%2F576%2Fpdf\\_397%2F2267&usg=AOvVaw0GQ3uZp3qvURWiPoAqnCZJ](https://www.google.com/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=&ved=2ahUKEwiQpcmWl6T7AhUHZDABHfJPC1oQFnoECCUQAQ&url=https%3A%2F%2Frevistapublicando.org%2Frevista%2Findex.php%2Fcrv%2Farticle%2Fdownload%2F576%2Fpdf_397%2F2267&usg=AOvVaw0GQ3uZp3qvURWiPoAqnCZJ)

44. Torres, J. (1998). El Currículum Oculto. Madrid, España: Editorial

Morata S.L. Recuperado de:

<https://tendenciascurriculares.files.wordpress.com/2013/04/curr3adculo-oculto1.pdf>