



**C I E N C I A S**  
UNIVERSIDAD DE LOS ANDES  
MÉRIDA VENEZUELA

DEPARTAMENTO DE FÍSICA



**NUEVO REDISEÑO CURRICULAR  
DE LA CARRERA:**

**LICENCIATURA EN FISICA  
FACULTAD DE CIENCIAS  
UNIVERSIDAD DE LOS ANDES  
29-JULIO-2015**

**Comisión Curricular del Departamento de Física:**

**Prof. Vicente Sagredo  
Coordinador**

**Prof. Manuel Morocoima  
Jefe del Departamento**

**Prof. Yoan Parra  
Coordinador Docente**

**Prof. Juan Martin**

**Prof. Martín Rengifo**

**Prof. Gerson Márquez**

**REDISEÑO CURRICULAR DE LA CARRERA:  
LICENCIATURA EN FÍSICA  
DEL DEPARTAMENTO DE FÍSICA**

**0. DESCRIPCIÓN DEL PLAN DE ESTUDIOS VIGENTE**

<b>Semestres</b>	<b>Unidades Curriculares</b>
<b>I</b>	Matemáticas 10 Idiomas 10 Técnicas de Estudio Sociología
<b>II</b>	Química Matemáticas 20 Idiomas 20 Física 11
<b>III</b>	Matemáticas 30 Física 21 Laboratorio 1 de Física
<b>IV</b>	Laboratorio 2 de Física Matemáticas de la Física 1 Física General 3 Mecánica
<b>V</b>	Matemáticas de la Física 2 Física Moderna 1 Electrónica Ciencia y Sociedad
<b>VI</b>	Física Moderna 2 Programación y Diseño Algorítmico Mecánica Clásica Física Estadística
<b>VII</b>	Laboratorio 3 Matemáticas de la Física 3 Electiva 1
<b>VIII</b>	Laboratorio 4 Electromagnetismo
<b>IX</b>	Seminario Pasantías
<b>X</b>	Trabajo Especial de Grado

En la tabla anterior se presenta la estructura del Plan de Estudios vigente de la Licenciatura en Física, allí se puede observar que el plan se desarrolla en 10 semestres, aunque por razones relacionadas con el Trabajo Especial de Grado (TEG) se extendía fácilmente a 11 o más semestres. Consta de 29 unidades curriculares distribuidas de la siguiente manera: 3 de Matemática Básica, 3 de Matemática Intermedia, 5 Laboratorios, 5 de Física Básica, 5 de Física Intermedia, 3 de Unidades Curriculares de Programación y 5 Unidades Curriculares Complementarias. El Plan de estudios vigente comprende **210 horas** y **186 créditos** incluyendo el TEG.

## **1. EVALUACIÓN Y DIAGNÓSTICO DEL CURRÍCULO**

La creación de la Facultad de Ciencias de la Universidad de Los Andes, constituida por cuatro departamentos (Biología, Física, Matemáticas y Química) fue aprobada por el Consejo Nacional de Universidades en Caracas el 01 de Agosto del año 1969. Posteriormente, el Consejo Universitario de la ULA reafirmó la creación de la Facultad de Ciencias el día 28 de Agosto del año 1969. Finalmente, el Consejo Universitario de la ULA autorizó el funcionamiento de los cuatro departamentos de la Facultad de Ciencias el 06 de Septiembre del año 1969.

El plan de estudios vigente para la Licenciatura en Física está planificado para ser desarrollado en 10 semestres, incluyendo el trabajo especial de grado. El plan consta de 30 unidades curriculares, además del trabajo especial de grado. Las unidades curriculares están distribuidas de la siguiente forma: 5 semestres con cuatro unidades curriculares, 3 semestres con tres unidades curriculares y un solo semestre posee una unidad curricular y el inicio del trabajo especial de grado.

### **1.1 Modificación del plan de estudios en los últimos cinco años y su impacto**

No se han obtenido registros de que en los últimos cinco años se hayan realizado modificaciones al currículo vigente.

### **1.2 Modelo de evaluación curricular empleado**

La evaluación curricular del currículo vigente se realizó en referencia a las áreas de la Física contenidas en el currículo, respecto al nivel y continuidad de las materias en desarrollo, cuidando que los niveles de Física Básica y Física Intermedia se cumplan estrictamente. Además, se revisaron los niveles académicos de las unidades curriculares correspondientes a las materias complementarias del pensum, las Matemáticas, las materias generales (como Idiomas) y la Formación General.

### **1.3 Metodología utilizada en el proceso de evaluación**

La evaluación del Plan de Estudios vigente fue realizada de acuerdo a un análisis del cumplimiento de los niveles de conocimiento que deberían poseer las unidades curriculares fundamentales de la formación de un Licenciado en Física, nos referimos a las unidades curriculares de Física y de Matemáticas. Además, se analizaron los contenidos de las unidades curriculares correspondientes a complementarias, como son Inglés, Historia de la Física y Seminario.

### **1.4 Resultados de la evaluación**

El resultado de la evaluación nos indicó que el área de Mecánica estaba completa en los niveles básico e intermedio, buena continuidad y bien estructurada en sus materias de apoyo. Nos hemos referido a niveles del conocimiento, en vez de lo sugerido en el Reglamento Curricular de Pregrado, Formación Profesional Básica y Formación Profesional Específica, porque se trata de una carrera que Su condición de profesional: Licenciado en Física no corresponde al Profesional final, sino sólo a la primera etapa como profesional. Dicho en otras palabras, el mercado de Licenciados en Física es escaso, en la generalidad de las instituciones Académicas y Científicas relacionadas con Física, en cualquiera de sus áreas. El profesional buscado es un Magister o un Doctor en Física, grados que corresponden a los profesionales de la Física.

En el nivel de Física Básica se apreció que faltaba un nivel fundamental del desarrollo de la Física, que permita al estudiante adquirir capacidad de análisis y reconocimiento de variables intervinientes en un proceso físico, sin centrar su conocimiento en la resolución matemática de problemas.

Además, se detectó la falta de una unidad curricular fundamental en el esquema de la Física nivel intermedio, la cual es la Termodinámica.

Por otro lado, se detectó que el área de Electricidad y Electromagnetismo no tenía continuidad de nivel, ya que pasaba desde un nivel básico (Física 21) a un nivel avanzado (Electromagnetismo), donde esta última unidad curricular no corresponde a la Licenciatura, porque su programa es de nivel de postgrado, según lo establecen los Pensum de Estudios de varias de Universidades Internacionales.

Respecto a las unidades curriculares de los Laboratorios se consideró que los Laboratorios 1 y 2 del Plan de Estudios vigente no cumplían los objetivos establecidos, porque los estudiantes no llegaban con el conocimiento necesario y suficiente para enfrentar con éxito y productividad las unidades curriculares de laboratorio, siendo por lo tanto de un rendimiento relativamente bajo.

### **1.5 Diagnostico**

El currículo vigente necesita ser completado en sus niveles de la enseñanza de la Física, además debe ser fortalecida la enseñanza de la Física Básica, así como el conocimiento de la Física actual en cuanto se refiere a la Física Fundamental necesaria para comprender el avance tecnológico que está ocurriendo en la actualidad.

## **2. MODIFICACIONES PROPUESTAS**

Siempre con la idea fundamental de ajustar el nivel del conocimiento en el actual Pensum, se modificaron algunos programas de unidades curriculares correspondientes a las diferentes líneas del conocimiento de la Física, como a continuación se señalan:

En el primer semestre se agregó una nueva unidad curricular de nivel básico, **Fundamentos de la Física**. Esta unidad curricular tiene entre sus objetivos, ayudar a nivelar el conocimiento básico, adquirido en la Educación Media por los estudiantes provenientes de los diferentes planteles educativos del país. La unidad curricular está estructurada de forma tal, que el proceso de enseñanza-aprendizaje se realice con la ayuda de una metodología basada en el experimento demostrativo, sin recurrir a una matemática, más allá que la que se adquiere en la Educación Básica. Lo fundamental, en ella, es aprender a analizar las situaciones físicas que se presenten, mediante el reconocimiento de las variables que intervienen en un proceso físico y sus relaciones directas e indirectas.

**Física1 y Física 2**, son dos unidades curriculares del Plan de Estudios vigente, conceptualmente son básicas en el conocimiento de un Licenciado en Física, sin embargo fueron reorganizadas en sus contenidos. Así por ejemplo la Física 21, que contiene algunos temas de Termodinámica, fue modificada, eliminando esos temas y reemplazándolos por temas relacionados con la Física básica del Magnetismo, tema que no fue tocado en el plan vigente, el cual es hoy en día un área de suma importancia en la tecnología.

Nuevos **Laboratorios 1 y 2**, fueron integrados en las materias Física1 y Física2. Esta nueva visión de los laboratorios básicos tiene objetivos diferentes a los actuales Laboratorios 1 y 2. Así por ejemplo, se puede considerar que ellos deben estar estructurados como un complemento al proceso de enseñanza-aprendizaje realizado en la parte teórica de la unidad curricular. En tal

caso, el avance temporal de estos laboratorios debe estar estrechamente coordinado con el avance de la parte teórica para que el estudiante reciba, en primer lugar, el análisis teórico del tema en estudio y después reciba el refuerzo experimental. Ello no excluye la posibilidad que se diseñe algún experimento desde el punto de vista cuantitativo para enseñar al estudiante el manejo del método científico.

**Computación**, debido a la importancia que posee actualmente esta área del conocimiento en el desarrollo de la Física, no sólo en su aspecto teórico sino también en el experimental, se consideró conveniente aumentar el número de horas dedicadas a ello y además elevar su nivel de conocimiento. Se han incluido tres unidades curriculares de programación, las cuales van desde el nivel más básico, con el uso del computador como procesador de textos, hasta el último nivel en el cual el estudiante sea capaz de resolver problemas de la Física Computacional. Estas unidades curriculares proporcionaran al estudiante un aceptable conocimiento de las técnicas computacionales y herramientas usadas frecuentemente en Física.

**Física 3** pasa ser llamada **Física de Ondas**. Esta unidad curricular debe ser de nivel intermedio, por ello el nuevo programa incluye, en un nivel analítico mayor, el estudio de las ondas en medios continuos y las ondas electromagnéticas, desarrollando así de una manera más completa un área que es fundamental en el conocimiento de la Física de un Licenciado en Física. Esta materia estará reforzada en la adquisición de conocimientos mediante un Laboratorio de estructura semejante al que posee el pensum vigente.

**Física Moderna 1** pasa ser llamada **Física Cuántica**. Esta unidad curricular fue estructurada, entre varios temas complementarios, con algunos temas de la actual Física Moderna 2, la cual fue eliminada porque el contenido de Física de Sólidos, incluido en esta unidad curricular en el Pensum vigente, fue incluido en la nueva unidad curricular llamada Física de la Materia Condensada.

**Física Estadística** pasa a ser llamada **Mecánica Estadística**. La inclusión de la unidad curricular Termodinámica permitió poner en su justo nivel la nueva unidad curricular de Mecánica Estadística. Ya que ella es una prelación obligada de Mecánica Estadística.

**Electromagnetismo** ahora será una unidad curricular de nivel intermedio, ya que la actual unidad curricular de Electromagnetismo posee un nivel superior al nivel sugerido para una Licenciatura. Esta nueva unidad curricular pasa a llenar el nivel intermedio correcto, necesario en el avance desde el nivel básico (Física2) hasta el nivel avanzado (postgrado). La unidad curricular de Electromagnetismo actual pasará a ser una unidad curricular electiva.

**Historia de la Física.** Esta unidad curricular contribuirá de una manera fundamental a la formación humanística, al desarrollo del sentido crítico y a la cultura científica del Licenciado en Física. Además, es importante conocer las distintas posiciones tomadas a través del tiempo por los científicos frente a la naturaleza y sus fenómenos físicos. En él se mostrará el desarrollo de los fundamentos de la Física y las evoluciones que condujeron a todos los cambios relevantes que la caracterizan. Permitirá, además, apreciar lo dinámica que es ésta ciencia en todas sus etapas.

**Idiomas.** El conocimiento y dominio del inglés es fundamental para la comunicación internacional en la Física. Además, debido a la gran producción de libros en inglés, así como de trabajos científicos en Internet o en otras bases de datos, se hace necesario que todo estudiante adquiera un completo conocimiento de la lectura en ese idioma.

**Electivas 1 y 2.** Las posibilidades de las unidades curriculares electivas se han mantenido, considerando que la idea actual es que el trabajo especial de grado sea más reducido en el tiempo de lo que se acostumbra en la actualidad. Esas dos electivas le permiten al estudiante adquirir el conocimiento necesario del área y la línea de investigación en la cual se desarrollará el Trabajo Especial de Grado.

También se ha analizado la posibilidad de que una electiva puede ser substituida por una pasantía a realizarse en algunos de los grupos de investigación del Departamento de Física de la ULA u otra Universidad o Centro de Investigación. Debe ser una posibilidad abierta a la elección del estudiante.

#### **Actividades de Formación Integral.**

Cumpliendo lo establecido en el Modelo Educativo y el Reglamento curricular de la Universidad de Los Andes se ha introducido un plan de estudio de actividades de Formación Integral con una carga porcentual de un 8 % de los créditos académicos totales.

El plan contiene actividades incluidas en algunas unidades curriculares, las cuales corresponde a:

a.- Comunicación Científica en la unidad curricular Seminario en el Semestre VIII. **4 créditos académicos.**

b.- Divulgar conocimiento haciendo física participando en el “Encuentro con la Ciencia” actividad anual que se realiza en la Facultad de Ciencias. **5 créditos académicos.**

c.- Divulgar historia del desarrollo científico escribiendo pequeñas monografías temáticas en la unidad curricular Historia de la Física. **5 créditos académicos.**

Las materias no señaladas específicamente en esta sección, también han sido revisadas, aunque los cambios han sido menores.

Respecto a una actividad adicional, agregada por ley de la República, la **LEY DE SERVICIO COMUNITARIO DEL ESTUDIANTE DE EDUCACIÓN SUPERIOR** se establece en el **Artículo 6** que: “el servicio comunitario es un requisito para la obtención del título de educación superior, no creará derechos u obligaciones de carácter laboral y debe prestarse sin remuneración alguna”. Esta actividad corresponde a 120 horas. Por ello el pensum ha sido organizado de modo que el estudiante realice esta actividad durante dos etapas, la primera llamada, Inducción al Servicio Comunitario en el semestre V y el Servicio Comunitario propiamente tal en el semestre VII. El séptimo semestre tendrá una carga académica promedio menor que el resto del pensum para no crear problemas en la distribución del tiempo empleado en estudiar las unidades curriculares incluidas en ese semestre, es decir, para permitir a los estudiantes cumplir en el semestre VII el número de las horas asignadas al servicio comunitario, sin perjudicar sus obligaciones académicas.

### **3. MODELO TEORICO Y DE DESARROLLO CURRICULAR**

El planteamiento fundamental que se ha establecido para analizar y reordenar el currículo vigente ha sido: “**el currículum de la Licenciatura en Física debe ser sincerado en lo que corresponde a su nivel del conocimiento en Física**”, es decir, debe contener áreas, disciplinas y niveles que se correspondan con lo que representa la Licenciatura en Física: **el primer nivel en la carrera de un Físico**, el cual debería ser completado posteriormente con una maestría y un doctorado. Ello significa que el nivel de las unidades curriculares, para una Licenciatura, debe corresponder a un nivel básico de e intermedio que le permita adquirir una muy buena conceptualización de la Física y una aceptable formalización de las leyes correspondientes, y el uso de estas como herramientas para el desarrollo de las correspondientes competencias. Se debe tener cuidado de no incluir unidades curriculares de nivel avanzado que corresponden a cursos de postgrado. Así, un currículo ajustado al nivel de la Licenciatura permitirá a los estudiantes adquirir progresivamente los conocimientos necesarios, sin ser forzados a adquirir conocimientos de un nivel para el cual no se encuentran preparados, porque el tiempo de permanencia en el desarrollo de la Licenciatura no les da la madurez necesaria para asimilar unidades curriculares de nivel avanzado. Por lo tanto, es conveniente lograr la formación de un licenciado con buenos conocimientos conceptuales básicos e intermedios, que formar un licenciado con una preparación débil en los niveles intermedio y avanzado. El dominio de los conocimientos básicos de la Física y la Matemática le permitirá afrontar las unidades curriculares de nivel intermedio con mayor

seguridad y por ende se tendrá un profesional que estará capacitado para realizar estudios de cuarto nivel con un alto grado de éxito.

#### **4. DISEÑO DEL MODELO PROFESIONAL Y DE LA NUEVA ESTRUCTURA CURRICULAR**

**4.1 Título a otorgar:** Licenciado en Física.

**4.2 Definición del profesional:**

El Licenciado en Física debe ser un profesional cuya formación le permitirá:

- Razonar en forma lógica y poder comprender en su totalidad las interrelaciones y componentes de un Proceso Físico, sea este real o teórico; por lo tanto debe ser capaz de describir la naturaleza utilizando esquemas y términos matemáticos, sin olvidar los conceptos fundamentales de la ciencia.
- Debe mantener una actitud crítica y auto crítica para el desarrollo de actividades dirigidas a la creación de conocimiento
- Ser capaz de mantener un constante progreso en el nivel de sus actividades docentes y de investigación.

El Licenciado en Física es un profesional que está capacitado para iniciar la formación en niveles superiores de la Ciencia, como Maestría o Doctorado. Ello le permitirá lograr especialización en alguna rama de la Física para iniciar la actividad fundamental en la investigación como un investigador independiente que le permita formar científicos y crear conocimiento.

**4.3 Objetivos de la carrera:**

El nuevo diseño curricular propone nivelar las áreas de formación del estudiante de la Licenciatura en Física, así como también aumentar y mejorar los conocimientos, tanto en la formación básica como la intermedia, que debe poseer un Licenciado en Física. Se espera además que ello le permita tener un desempeño más eficiente en las actividades a que se dedique posteriormente. El diseño curricular propuesto persigue los siguientes objetivos específicos:

- 1) Ofrecer un programa de unidades curriculares para una formación básica e intermedia en Física, de buen nivel y suficiente para:
  - a) continuar en un programa de postgrado.
  - b) actuar hacia campos de docencia básica de pregrado.
  - c) participar con posibilidades en postgrados afines a la Física.

- 2) Permitir que los estudiantes comprendan que la formación de un físico no culmina con la obtención de la Licenciatura en Física, sólo recién se inicia.
- 3) Ayudar al estudiante para que se aproxime al trabajo de investigación en Física.
- 4) Lograr que el estudiante comprenda el real significado de ser un “científico” en ciencias.
- 5) Crear la motivación necesaria para la instalación y funcionamiento de un sistema de administración del currículo que garantice el cumplimiento de éste con eficiencia y continuidad.
- 6) Crear las bases para que los docentes del Departamento de Física asuman una mayor responsabilidad en la formación de futuros físicos, profesionales indispensables en el desarrollo científico y tecnológico del país.
- 7) Propiciar una mayor interrelación entre los docentes que harán efectivo el currículo.
- 8) Ayudar al estudiante a en el desarrollo y la creación científica.
- 9) Crear núcleos de creación de conocimiento que permitan una multiplicación en la formación de científicos necesarios para el desarrollo del país.

#### **4.4 Descripción del perfil del egresado:**

##### **Perfil Académico.**

Correponde a conocimientos que el Licenciado en Física debe poseer para poder realizar un eficiente actividad profesional. La formación académica se estructura en las áreas fundamentales de la Física, las Matemáticas, la Mecánica, la Electricidad y el Electromagnetismo. Naturalmente, un buen perfil Académico facilitará la prosecución de los estudios de cuarto nivel, Maestría y Doctorado.

##### **Perfil profesional**

El Perfil Profesional ha sido estructurado mediante los siguientes aspectos: Perfil Ocupacional, Perfil Académico y Perfil de Personalidad, considerando que el primero caracteriza las actividades que el Licenciado puede desarrollar en el ejercicio de su profesión, el segundo se refiere a los conocimientos que el Licenciado en Física debe poseer para una óptima actividad profesional y el último se refiere al conjunto de actitudes, valores y habilidades de trato personal para relacionarse con alumnos y colegas en su actividad profesional.

##### **1) Funciones a desarrollar en un Perfil Ocupacional**

De acuerdo con los campos ocupacionales disponibles para un Licenciado en Física en Venezuela, las características y conocimientos que debe poseer al egresar, y poder así enfrentar con posibilidades de éxito los potenciales mercados de trabajo, son las siguientes:

- a) Tener capacidad para aplicar las teorías de la Física Básica a distintas áreas de la actividad industrial y del quehacer académico y científico.
- b) Conocer la Matemática necesaria para generar modelos que permitan explicar los fenómenos que ocurren en nuestro entorno.
- c) Conocer y manejar el quehacer computacional existente a la fecha, es decir, poseer experticia en el manejo de paquetes informáticos que le permitan utilizarlos en diferentes contextos de la Física, así como tener capacidad de programar.
- d) Tener amplio conocimiento del manejo de la data experimental y sus representaciones en diagramas, gráficos, ecuaciones, etc.
- e) Ser responsable y poseer iniciativa en las actividades a desarrollar.
- f) Tener capacidad de asesoramiento en la elaboración de proyectos que requieran la fundamentación de la Física.
- g) Poseer un conocimiento mínimo del manejo de algunos equipos esenciales en el trabajo experimental.

Estas características y conocimientos son necesarios para que el Licenciado en Física enfrente exitosamente el mercado de trabajo que le corresponda, ellos pueden ser agrupados en las siguientes funciones: Función Académica, Función Investigación y Función Extensión, a las cuales se les pueden asociar los aspectos siguientes:

- a) Tareas o actividades específicas que permiten la expresión de las capacidades adquiridas por el Licenciado durante su formación.
- b) Conocimientos.
- c) Habilidades y Destrezas.
- d) Actitudes y Valores Personales.

#### **A. Función Académica**

<b>Tareas</b>	<b>Conocimientos</b>	<b>Habilidades y Destrezas</b>	<b>Actitudes y Valores Personales</b>
Facilitar la creación del conocimiento	Castellano	Manejo de programas académicos de computación para Física y Matemáticas	Responsabilidad
Manejar estrategias de enseñanza	Inglés		Tener iniciativa
Evaluar aprendizaje	Física básica e intermedia	Manejo de datos experimentales, representaciones en	Tener disciplina
Planificar el proceso	Computación		Honestidad
			Puntualidad

enseñanza-aprendizaje	Matemáticas de la Física	diagramas, gráficos, ecuaciones, etc.	Creatividad
Asesorar y dirigir aprendizaje de estudiantes	Interrelación entre la teoría y los experimentos demostrativos y cuantitativos	Diseño de programas computacionales aplicados a la Física	Ser respetuoso
Cuidar el buen uso del Castellano			
Alcanzar un nivel intermedio de Inglés			

### **B. Función Investigación**

<b>Tareas</b>	<b>Conocimientos</b>	<b>Habilidades y Destrezas</b>	<b>Actitudes y Valores Personales</b>
Plantear problemas teóricos y/o experimentales a resolver	Castellano e Inglés	Capacidad de análisis	Perseverancia
Manejar bases de datos de publicaciones científicas	Redacción Científica	Buen manejo de técnicas y métodos experimentales	Curiosidad
Mantenerse actualizado en el campo de	Método Científico		Espíritu crítico
	Física básica e intermedia		Honradez
	Estado actual del	Creatividad en la Docencia	Honestidad
			Constancia en el

investigación elegido  Divulgar los conocimientos y logros obtenidos en las investigaciones realizadas	área de investigación elegida	Experimental  Manejo de datos experimentales  Representaciones en diagramas, gráficos, ecuaciones, etc.	avance del conocimiento  Creatividad
--	-------------------------------	---	--

**C.Función Socio-Humanista y de Extensión**

<b>Tareas</b>	<b>Conocimientos</b>	<b>Habilidades y Destrezas</b>	<b>Actitudes y Valores personales</b>
Asesorar al subsistema de educación básica y media en la enseñanza de la Física  Participar en eventos para la difusión y enseñanza de la Física en nivel básico e intermedio  Asesorar la creación de	Física para la enseñanza básica y media  Historia de las ciencias naturales  Impacto de la Ciencia en la sociedad	Manejo de las Presentaciones audio-visuales  Planificación de laboratorios para la enseñanza media  Creación de material didáctico para la enseñanza de la Física básica	Imaginación  Rigurosidad  Constancia  Honradez  Creatividad  Amplia disposición a la cooperación

<p>Centros de Ciencias en la Educación Media</p> <p>Organizar grupos de trabajo docente-interdisciplinario</p> <p>Universidad- Enseñanza Media</p> <p>Promover la divulgación de la Ciencia en espacios comunitarios</p> <p>Incentivar en la Educación media el conocimiento de la Historia de la Física</p>		<p>Expresarse con claridad</p>	<p>Amplia conciencia social</p>
--	--	--------------------------------	---------------------------------

#### **4.5 Descripción del perfil de ingreso:**

El estudiante que desee ingresar a la carrera de la Licenciatura en Física debe poseer marcadas habilidades en Matemáticas, poseer una actitud de trabajo constante y dedicación al estudio, así como facilidades para asimilar presentaciones conceptuales del desarrollo de la Física. Debe ser inquieto por lograr conocer comportamientos del entorno Físico y obtener explicaciones que los fundamenten.

#### **4.6 Estructura del plan de estudios:**

##### **Formación de los ejes curriculares.**

Con la finalidad de lograr una formación de ejes curriculares eficiente y representativa de la Licenciatura en Física se ha considerado establecer una organización de las materias del curriculum, para ello se han establecido que las componentes curriculares están formadas por:

**Componentes curriculares:**

**a) Unidades Curriculares Obligatorias.**

Estas unidades curriculares corresponden a un conjunto de unidades curriculares de Matemáticas, Física y unidades curriculares complementarias que todo estudiante debe cursar y que le permitirán adquirir los conocimientos indispensables para el nivel académico de una Licenciatura en Física.

**b) Unidades Curriculares Electivas.**

Son unidades curriculares que el estudiante puede cursar con diferentes objetivos, entre ellos apoyar su formación necesaria para desarrollar exitosamente su trabajo especial de grado, vincularse con los programas de postgrado, o aumentar su cultura científica en alguna área de su interés.

**c) Unidades Curriculares Complementarias.**

Corresponden a unidades curriculares relacionadas con la formación socio humanístico, socio-científica y netamente científica del estudiante.

**Ejes Curriculares.**

Una vez realizado un análisis del Plan de Estudios vigente de la Licenciatura en Física de la Universidad de Los Andes, así como los de otras Universidades del país y de Iberoamérica, se pudo concluir que la estructura del Plan de Estudios para un Licenciado en Física, debe contener como base, tres áreas del conocimiento:

**Física, Matemáticas y Unidades Curriculares Complementarias.**

Si las unidades curriculares correspondientes a esas áreas son agrupadas, formando conjuntos de unidades curriculares interrelacionadas estrechamente entre ellas, se formarán entonces los llamados **ejes curriculares**.

Reconociendo la existencia de varios niveles en la formación de un Físico, para el caso de un Licenciado en Física es conveniente restringir esa formación de forma tal que no destruya esa línea de logros en el conocimiento, es decir que no se aparte y vaya más allá de los niveles,

conceptual básico-fundamental e intermedio, ya que el nivel conceptual avanzado se debe lograr en estudios de tercer y cuarto nivel.

Esta última consideración nos llevó a estructurar el currículo de la Licenciatura en Física en 7 ejes curriculares, como se señalan en la Tabla 1.

**1.-** El eje de **Matemáticas** contiene dos etapas, la primera corresponde a las materias básicas de Matemáticas y la segunda, las materias de Métodos Matemáticos para la Física que corresponden a un nivel intermedio.

**2.-** El eje correspondiente a la **Mecánica Clásica** contiene temas estructurados en tres niveles: en el nivel básico se pueden señalar Fundamentos de Física y Física 1, Mecánica es una unidad curricular de nivel básico-intermedio y Mecánica Clásica es de nivel intermedio-avanzado. Además contiene unidades curriculares relacionadas directamente con la Mecánica, como son la Mecánica Estadística y la Física de Ondas, ambas en su nivel intermedio.

**3.-** El eje de la **Teoría Electromagnética** contiene dos niveles: Física 2 de nivel básico y Electromagnetismo de nivel intermedio.

**4.-** El eje de **Teoría Cuántica** contiene dos niveles: Física Cuántica de nivel básico-intermedio, Mecánica Cuántica de nivel intermedio y Física de la Materia Condensada que es una unidad curricular de nivel intermedio destinada a dar información acerca de las áreas de la Física que han producido grandes avances en la tecnología moderna.

**5.-** El eje de **Programación** contiene tres unidades curriculares destinadas a desarrollar esta área del conocimiento: Análisis y Procesamiento de Datos, Diseño Algorítmico y Física Computacional.

**6.-** El eje de **Laboratorio** ha sido reestructurado de modo de insertar laboratorios básicos en los cursos básicos de Física 1 y Física 2, conformando, en cada caso, una sola materia. Estos

laboratorios tendrán el objetivo de complementar el proceso de enseñanza desarrollado en las materias básicas señaladas.

Siguiendo esta idea se ha creado un nuevo laboratorio, el correspondiente a Física de Ondas.

El laboratorio de **Electrónica** contendrá actividades propias de la materia de Electrónica y otras conectadas directamente con la Programación III. Lo cual significa un avance significativo en la aplicación de la Programación, de vital importancia en la tecnología actual.

Además se ha considerado un **Laboratorio Avanzado**, que contiene un ordenamiento programático correspondiente a experimentos de apoyo de algunos conceptos fundamentales de la Física, así como experimentos relacionados con temas específicos de la Física.

**7.- El eje de Unidades Curriculares Complementarias** contiene unidades curriculares de diferentes características, como son Idiomas y la Historia de la Física y Seminario. La unidad curricular Historia de la Física llena un aspecto importante en la formación de un Licenciado en Física, que es conocer como se ha desarrollado al conocimiento de la Física a través de los tiempos. Además este eje contiene la unidad curricular Idioma en dos unidades curriculares. Otra unidad curricular que podría ser considerada como complementaria es la Física de la Materia Condensada ya que con ella se espera introducir a los estudiantes en la Física del Sólido área de fundamental importancia en la tecnología moderna. Una unidad curricular de apoyo al inicio del Trabajo Especial de Grado es Seminario, dedicada justamente a fortalecer el conocimiento del área en que se desarrollara el TEG. Finalmente allí se han ubicado las dos unidades curriculares electivas, Electiva1 y Electiva2 que tienen diferentes objetivos en la formación profesional del Licenciado en Física.

**Tabla1. EJES CURRICULARES DE LA LICENCIATURA EN FISICA**

Ejes → Semestres ↓	Matemáticas	Mecánica	Electricidad y Magnetismo	Cuántica	Programación	Laboratorio	Asignaturas Complementarias	Nº. de horas	Créditos académicos
1.er	Cálculo 1 Geometría	Fundamentos de Física					Inglés 1	21	18
2.do	Cálculo 2	Física 1+ Laboratorio			Análisis y Procesamiento de Datos		Inglés 2	25	17
3.er	Cálculo 3	Mecánica	Física 2 + Laboratorio		Diseño Algorítmico			27	19
4.to	Matemática de la Física 1	Termodinámica	Electromagnetismo			Electrónica		23	19
5.to	Matemática de la Física 2	Física de Ondas			Física Computacional		Inducción al Servicio Comunitario	19	17
6.to	Matemática de la Física 3	Mecánica Estadística		Física Cuántica		Laboratorio de Ondas		23	19
7.mo		Mecánica Clásica		Física de la Materia Condensada			Electiva 1  Servicio Comunitario	17	15
8.vo				Mecánica Cuántica		Laboratorio Avanzado	Electiva 2  Historia de la Física  Seminario	22	20
9.no							Trabajo Especial de Grado	--	28

#### **4.7 Plan Curricular:**

La red curricular expresada en el organigrama de prelacones que se entrega a continuacón, muestra claramente que el plan de estudios comprende las siguientes áreas del conocimiento: Matemáticas, Mecánica, Electricidad y Electromagnetismo, Cuántica, Programación, Laboratorio y Materias Complementarias. En ella se observa claramente la línea de prelacones, cumpliendo la norma de un máximo de dos prelacones por unidad curricular.

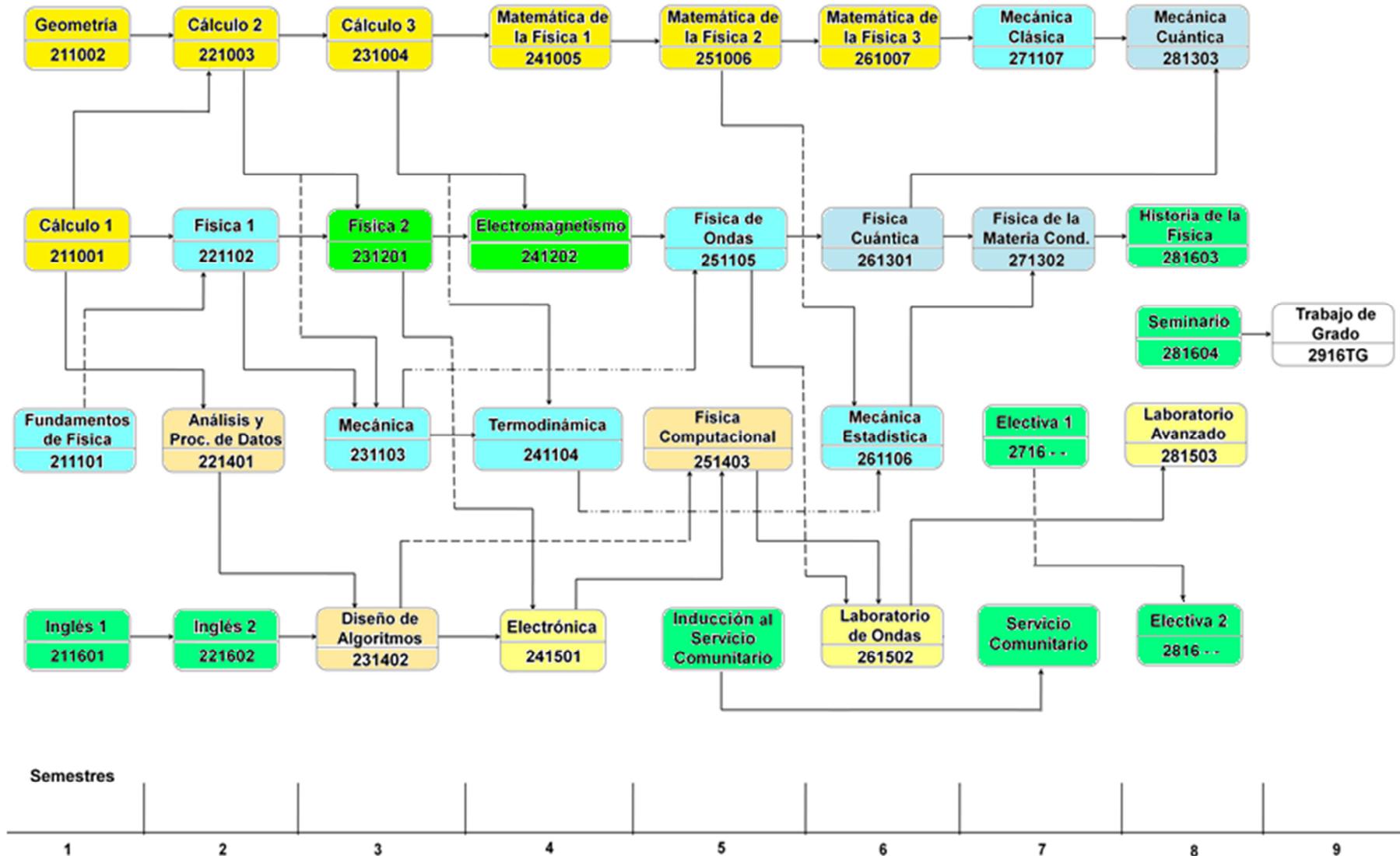
El eje curricular correspondiente a Matemáticas se observa claramente como avanza de acuerdo al desarrollo de los semestres mostrando la importancia del eje, porque en seis semestres consecutivos hay una unidad curricular de ese eje, lo cual permite que el estudiante avance progresivamente en el conocimiento de la Matemática, para la utilizacón en diferentes áreas y niveles de la Física.

Se puede observar además que la unidad curricular Electiva<sup>1</sup>, no presenta conexiones de prelacones, ello es debido a que es una unidad curricular que se selecciona de una lista de unidades curriculares electivas, y cada una de ellas tiene sus prelacones particulares. Una vez seleccionada la unidad curricular Electiva, en su programa analítico se pueden verificar las prelacones correspondientes.

Además, la red curricular muestra el avance gradual en el nivel del conocimiento de la Física, a medida que se avanza en los semestres de la carrera.

Se puede notar también que el inicio de la Licenciatura está fundamentado en cursos definidos como básicos, siendo ellos: Geometría, Fundamentos de la Física, Calculo<sup>1</sup> e Inglés; unidades curriculares que permitirán al estudiante crear un basamento sólido de los conceptos fundamentales de la Física, sobre los cuales se podrá construir una estructura compacta de conocimientos en la Licenciatura en Física. En realidad el nivel básico de las unidades curriculares llega hasta el semestre III, de ahí en adelante las unidades curriculares corresponden a un nivel intermedio en el conocimiento del Plan de Estudios.

**ORGANIGRAMA DE PRELACIONES DE LA LICENCIATURA EN FÍSICA**



**Codificación de los programas**

El nuevo Plan de Estudios de la Licenciatura en Física debe poseer una nueva codificación para su identificación en el tiempo; para ello se ha elegido el siguiente sistema:

Facultad	Departamento de Física	Semestre	Eje Curricular	Unidad Curricular del eje
C	2	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9	Matemáticas (10)	01,02,03,04,05,06,07
			Mecánica (11)	01,02,03,04,05,06,07
			Electricidad y Magnetismo (12)	01,02
			Cuántica (13)	01,02,03
			Programación (14)	01,02,03
			Laboratorio (15)	01,02,03
			Asignaturas Complementarias (16)	01,02,03,...

Por ejemplo: una unidad curricular como “Física de Ondas” tendrá el código: 251105; ello es porque corresponde al Departamento de Física (2), está ubicada en el quinto semestre (5), en el eje de Mecánica (11) y es la unidad curricular número cinco (05) del eje curricular correspondiente, tal como se indica en la Tabla 2.

**Tabla.2 Numeración de las unidades curriculares en los diferentes ejes curriculares**

<b>Matemáticas (10)</b>	<b>Mecánica (11)</b>	<b>Electricidad y Magnetismo (12)</b>	<b>Cuántica(13)</b>	<b>Programación (14)</b>	<b>Laboratorio (15)</b>	<b>Materias Complementarias(16)</b>	<b>Nº</b>
Cálculo 1	Fundamentos de Física	Física 2	Física Cuántica	Análisis y Procesamiento de datos	Laboratorio de Ondas	Inglés 1	01
Geometría	Física 1	Electromagnetismo	Física de la Materia Condensada	Diseño Algorítmico	Electrónica	Inglés 2	02
Cálculo 2	Mecánica		Mecánica Cuántica	Física Computacional	Laboratorio Avanzado	Historia de la Física	03
Cálculo 3	Termodinámica					Seminario	04
Matemática de la Física 1	Física de Ondas						05
Matemática de la Física 2	Mecánica Estadística						06
Matemática de la Física 3	Mecánica Clásica						07

**Pensum de Estudios de la Licenciatura en Física (16 semanas)**

Semestre	Código	Unidad Curricular	H/S Teoría	H/S Práctica	H/S Lab.	Unidades Crédito	Créditos Académicos	Prelaciones
I	211001	CÁLCULO 1	5	2	--	6	6	---
	211002	GEOMETRÍA	4	--	--	4	4	---
	211101	FUNDAMENTOS DE FÍSICA	4	2	--	5	5	---
	211601	INGLÉS 1	2	2	--	4	3	---
<b>Total de Créditos Académicos</b>							<b>18</b>	

Semestre	Código	Unidad Curricular	H/S Teoría	H/S Práctica	H/S Lab.	Unidades Crédito	Créditos Académicos	Prelaciones
II	221003	CÁLCULO 2	5	2	--	6	6	211001, 211002
	221102	FÍSICA 1 + LABORATORIO	4	2	3	7	7	211001, 211101
	221401	ANÁLISIS Y PROCESAMIENTO DE DATOS	1	4	--	3	2	211001
	221602	INGLÉS 2	1	3	--	4	2	211601
<b>Total de Créditos Académicos</b>							<b>17</b>	

Semestre	Código	Unidad Curricular	H/S Teoría	H/S Práctica	H/S Lab.	Unidades Crédito	Créditos Académicos	Prelaciones
III	231004	CÁLCULO 3	5	2	--	6	5	221003
	231103	MECÁNICA	4	2	--	5	5	221003, 221102
	231201	FÍSICA 2 + LABORATORIO	4	2	3	7	7	221003, 221102
	231402	DISEÑO ALGORÍTMICO	1	4	--	3	2	221401, 221602
<b>Total de Créditos Académicos</b>							<b>19</b>	

Semestre	Código	Unidad Curricular	H/S Teoría	H/S Práctica	H/S Lab.	Unidades Crédito	Créditos Académicos	Prelaciones
IV	241005	MATEMÁTICA DE LA FÍSICA 1	5	2	--	6	5	231004
	241104	TERMODINÁMICA	4	1	--	5	4	231004, 231103
	241501	ELECTRÓNICA	2	--	3	6	5	231201, 231402
	241202	ELECTROMAGNETISMO	4	2	--	5	5	231004, 231201
<b>Total de Créditos Académicos</b>							<b>19</b>	

Semestre	Código	Unidad Curricular	H/S Teoría	H/S Práctica	H/S Lab.	Unidades Crédito	Créditos Académicos	Prelaciones
V	251006	MATEMÁTICA DE LA FÍSICA 2	5	2	--	6	6	241005
	251105	FÍSICA DE ONDAS	4	2	--	5	5	231103, 241202
	251403	FÍSICA COMPUTACIONAL	2	--	4	4	6	231402, 241501
	25XXXX	INDUCCIÓN AL SERVICIO COMUNITARIO	--	--	--	--	----	---
<b>Total de Créditos Académicos</b>							<b>17</b>	

Semestre	Código	Unidad Curricular	H/S Teoría	H/S Práctica	H/S Lab.	Unidades Crédito	Créditos Académicos	Prelaciones
VI	261007	MATEMÁTICA DE LA FÍSICA 3	4	2	--	6	5	251006
	261106	MECÁNICA ESTADÍSTICA	4	2	--	5	5	241104, 251006
	261301	FÍSICA CUANTICA	4	2	--	5	5	251105
	261502	LABORATORIO DE ONDAS	--	--	5	3	4	251105, 251403
<b>Total de Créditos Académicos</b>							<b>19</b>	

Semestre	Código	Unidad Curricular	H/S Teoría	H/S Práctica	H/S Lab.	Unidades Crédito	Créditos Académicos	Prelaciones
VII	271107	MECÁNICA CLÁSICA	4	2	--	5	5	261007
	271302	FÍSICA DE LA MATERIA CONDENSADA	4	2	--	5	5	261106, 261301
	2716XX	ELECTIVA 1	5	--	--	5	5	---
	27XXXX	SERVICIO COMUNITARIO	--	--	--	--	--	25XXXX
<b>Total de Créditos Académicos</b>							<b>15</b>	

Semestre	Código	Unidad Curricular	H/S Teoría	H/S Práctica	H/S Lab.	Unidades Crédito	Créditos Académicos	Prelaciones
VIII	281303	MECÁNICA CUANTICA	4	2	--	5	5	271107, 261301
	281503	LABORATORIO AVANZADO	--	--	6	3	5	261502
	281603	HISTORIA DE LA FÍSICA	5	--	--	5	4	271302
	281604	SEMINARIO	--	--	--	2	2	2716XX
	2816XX	ELECTIVA 2	4	--	--	4	4	---
<b>Total de Créditos Académicos</b>							<b>20</b>	

Semestre	Código	Unidad Curricular	H/S Teoría	H/S Práctica	H/S Lab.	Unidades Crédito	Créditos Académicos	Prelaciones
IX		<b>TRABAJO ESPECIAL DE GRADO</b>	--	--		28	<b>18</b>	281604

**Total Créditos Académicos semestral: 172**

**Total horas académicas: 170 horas**

**Sin considerar el TEG.**

**Total horas Teoría semestral: 104** ,

**Total horas Laboratorio semestral: 18 horas**

**Total horas Práctica: 48 horas**

**NOTA.** Los créditos académicos son los valores redondeados de los cálculos mediante la ecuación:  $C.A. = (HSTP + HSTP/3)$  . Las U.C. se ponen por comparación.

## **4.8 Programas Analíticos de las Unidades Curriculares:**

PROGRAMA DE LA UNIDAD CURRICULAR

**GEOMETRÍA 1**

SEM.	CÓDIGO	TEORÍA H/S	PRACT. H/S	LAB. H/S	CREDITOS ACADÉMICOS	PRELACIÓN
1	211002	4	0	0	4	-----

**Justificación**

Considerando que los programas de los Calculos 1, 2 y 3 no contienen temas de geometría, los cuales son necesarios en varias asignaturas de Física se ha introducido esta asignatura que cumple con lo que se necesita.

**Requerimientos**

Saber resolver ecuaciones e inecuaciones en el sistema de los números reales.

**Objetivos Generales**

- Utilizar una herramienta que permita esquematizar y expresar ideas a través de representaciones geométricas planas.
- Reconocer similitudes y diferencias entre el tratamiento clásico y el analítico de la Geometría.
- Obtener la representación gráfica de una relación (expresión analítica, algebraica) en dos variables.
- Obtener la relación en dos variables que determina un objeto geométrico del cual se conocen algunos de sus elementos.
- Obtener propiedades geométricas a partir de las manipulaciones algebraicas de las relaciones que definen los objetos geométricos.
- Reconocer la incidencia entre objetos geométricos y los tipos de incidencia posibles.
- Adquirir alguna familiaridad, a nivel elemental, con la representación algebraica de ideas geométricas y la representación geométrica de ideas algebraicas.

**Contenido Programático**

**1. Coordenadas cartesianas**

- 1.1 Sistema de coordenadas en la recta: punto medio y distancia.

- 1.2 Sistema de coordenadas cartesianas en el plano: punto medio y distancia.
- 1.3 Figuras geométricas o lugares geométricos.
- 1.4 Invariabilidad de la figura geométrica respecto al sistema de coordenadas elegido.
- 1.5 Simetrías: respecto a una recta (los ejes coordenados) y respecto a un punto (el origen de coordenadas).
- 1.6 Geometría analítica y Geometría euclidiana.

## **2. Rectas**

- 2.1 Ecuación de la recta y sus diferentes formas.
- 2.2 Incidencia: intersección, paralelismo, ángulos entre rectas, perpendicularidad.
  - a. Distancia entre un punto y una recta, y entre rectas.

## **3. Círculo y/o circunferencias**

- 3.1 Ecuación del círculo y sus diferentes formas.
- 3.2 Círculo determinado por tres puntos.
- 3.3 Incidencia: intersección de círculos, círculos tangentes, círculos secantes, círculos concéntricos, intersección de círculos y rectas, recta tangente a un círculo y recta secante a un círculo.

## **4. Cónicas**

- 4.1 Definiciones clásica, geométrica, del cordón y analítica.
- 4.2 Ecuación de una cónica a partir de su definición geométrica: excentricidad, directriz y foco, eje, vértices, centro, y simetría respecto al eje.
- 4.3 Parábola, elipse e hipérbola.
- 4.4 Puntos, rectas y círculos como cónicas degeneradas.
- 4.5 Equivalencia entre las definiciones geométrica, clásica y del cordón.
- 4.6 Cambio de coordenadas cartesianas por traslación y rotación: equivalencia entre las definiciones geométrica y analítica de las cónicas.
- 4.7 Incidencia entre cónicas.

## **5. Regiones del plano**

- 5.1 Región del plano determinada por cónicas.
- 5.2 Inecuaciones en dos variables.

## **6. Transformaciones en el plano**

- 6.1 Isometrías: traslaciones, rotaciones, reflexiones.
- 6.2 Semejanzas: homotecias.
- 6.3 Afines.

## **7. Coordenadas polares**

- 7.1 Sistema de coordenadas polares: distancia entre dos puntos.
- 7.2 Transformación de coordenadas polares a cartesianas, y viceversa.
- 7.3 Ecuaciones de las cónicas en coordenadas polares.

## **8. Elementos de cálculo vectorial**

- 8.1 Conceptos de los elementos de un vector.
- 8.2 Adición y sustracción de vectores.
- 8.3 Producto escalar entre vectores.
- 8.4 Producto vectorial entre vectores.
- 8.5 Producto mixto entre vectores.

## **Metodología**

- Uso de un texto para el curso, a saber: Lehmann Ch., Geometría analítica, Limusa, 1999.
- Combinar clases magistrales expositivas e interactivas.
- Realización de sesiones de resolución de problemas en cada clase.

## **Evaluación Sugerida**

- Realizar, al menos, una evaluación escrita por tema.
- Evaluar la participación en las experiencias de aprendizaje que se realicen.
- Dar algún peso, en la evaluación, a la revisión de los conceptos.

## **Bibliografía**

- Lima E., Coordenadas no Plano, S. B. M., 2ª edición, 1992.
- Leithold, L., El Cálculo con Geometría Analítica, Harla S.A., 6ª edición, 1992.
- Protter&Morrey, Cálculo con Geometría Analítica, Fondo Educativo Interamericano S.A., 3ª edición, 1980.
- Purcell, E. &Varberg, D., Cálculo con Geometría Analítica, Prentice Hall Hispanoamericana S.A., 6ª edición, 1993.

PROGRAMA DE LA UNIDAD CURRICULAR

**CÁLCULO 1**

SEM.	CÓDIGO	TEORÍA H/S	PRACT. H/S	LAB. H/S	CRÉDITOS ACADÉMICOS	PRELACIÓN
1	211001	5	2	0	6	-----

**Requerimientos**

Saber resolver ecuaciones e inecuaciones en el conjunto de los números reales.

**Objetivos Generales**

- Reconocer las funciones como leyes de correspondencia, o procedimientos, y no simplemente como ecuaciones.
- Saber calcular límites y derivadas de las funciones elementales.
- Tener la capacidad de bosquejar las gráficas de las funciones elementales y poder obtener información sobre la función a partir de su gráfica.

**Contenido Programático**

**1. Preliminares**

- 1.1 Sistemas numéricos: enteros, racionales, irracionales y reales (complejos).
- 1.2 Valor absoluto, raíces cuadradas y cuadrados.
- 1.3 Ecuaciones y factorización de polinomios.
- 1.4 Inecuaciones.

**2. Funciones reales de una variable real**

- 2.1 El concepto de función real de una variable real.
- 2.2 Bosquejo de las representaciones gráficas de las funciones elementales (afines, polinómicas, potenciales, exponenciales, logarítmicas y trigonométricas).
- 2.3 Álgebra y composición de funciones.
- 2.4 Paridad, biyectividad y función inversa.

**3. Límites**

- 3.1 El concepto de límite finito, límite infinito, límite al infinito y límite lateral en un punto.
- 3.2 Propiedades de las funciones que tienen límite.
- 3.3 Cálculo de límites.

**4. Continuidad**

- 4.1 El concepto de continuidad y continuidad lateral en un punto y en un intervalo.
- 4.2 Álgebra y composición de funciones continuas.
- 4.3 El Teorema del valor medio para funciones continuas.
- 4.4 Continuidad de las funciones elementales y discontinuidades.

## **5. Derivadas**

- 5.1 El concepto de derivada y derivada lateral de una función en un punto y en un intervalo: la función derivada.
- 5.2 Relaciones entre continuidad y derivabilidad.
- 5.3 Derivadas de las funciones elementales.
- 5.4 Cálculo de derivadas.
- 5.5 Ecuaciones de la recta tangente y la recta normal a la gráfica de una función en un punto.
- 5.6 Derivadas de orden superior: la función derivada segunda.

## **Metodología**

- Uso de un texto para el curso, a saber: Purcell, E. & Varberg, D., Cálculo con Geometría analítica, Prentice Hall Hispanoamericana S.A., 6ª edición, 1993.
- Combinación de clases magistrales expositivas e interactivas.
- Realización de sesiones de resolución de problemas semanalmente.
- Realización de sesiones de lectura dirigidas de algunas partes del texto del curso, o de textos complementarios.

## **Evaluación Sugerida**

- Realizar una evaluación diagnóstica del tema 1.
- Realizar, al menos, una evaluación escrita por tema.
- Confeccionar las evaluaciones en base a un problemario oficial.
- Dar algún peso, en la evaluación escrita, a la revisión de los conceptos.
- Evaluar la redacción en las producciones escritas (exámenes, traducciones, etc.).
- Dar algún peso, respecto a la nota final, a la asistencia y puntualidad.
- Evaluar la participación en las experiencias de aprendizaje que se realicen.

## **Bibliografía**

- Apostol, Tom M., Calculus, Volumen 1, Editorial Reverté S. A., 2ª edición, 1979.
- Demidovich B., Problemas y Ejercicios de Análisis Matemático, MIR, 5ª edición, 1977.
- Larson, Hostetler y Edwards, Cálculo, Volumen 1, McGraw-Hill, 5ª edición, 1995.
- Spivak M., Calculus, Editorial Reverté S.A., 5ª edición, 1978.
- Stewart J., Cálculo diferencial e integral, International Thomson Editores, 1999.

PROGRAMA DE LA UNIDAD CURRICULAR  
**FUNDAMENTOS DE FÍSICA**

SEM.	CÓDIGO	TEORÍA H/S	PRACT. H/S	LAB. H/S	CRÉDITOS ACADÉMICOS	PRELACIÓN
1	211101	4	2	0	5	----

### Justificación

La introducción de esta asignatura significará cumplir fundamentalmente dos objetivos: Uno es la nivelación del conocimiento básico de la Física, adquirido por los estudiantes de nuevo ingreso, que provienen de diferentes planteles educacionales. El segundo objetivo es aprender a enfrentar una situación física a través del análisis conceptual de los parámetros y magnitudes que en él intervienen. Ello significa apoyarse fuertemente en el experimento como estrategia de enseñanza, más que en el desarrollo analítico-matemático de las leyes involucradas en las respectivas situaciones a estudiar.

### Requerimientos

Se requiere que el estudiante maneje adecuadamente la matemática elemental de las cuatro operaciones, así como las anexas de la potenciación y la radicación.

Para el proceso de enseñanza-aprendizaje se requiere un salón especial en donde se concentre el material de Laboratorio necesario para los experimentos demostrativos a analizar durante cada clase.

Es conveniente además poseer facilidades para proyectar material de video que permita observar más en detalle una serie de situaciones que en la realidad ocurren en forma muy rápida para observar detalles.

### Objetivos Generales

- Nivelar el conocimiento de los conceptos básicos de la Física previamente adquiridos por los estudiantes.
- Recurrir a los conocimientos básicos de los estudiantes para analizar situaciones reales expuestas en clase.

### Contenido Programático

#### 1. Actividades fundamentales en Física

Representación de las magnitudes físicas. Introducción al análisis dimensional. Unidades de medida. Sistema Internacional de Medidas (SI). Analizar el significado físico de medir. Concepción de los errores experimentales. Precisión de una medida.

## **2. Leyes de Newton**

Primera ley de Newton. Concepto de masa gravitacional e inercial. Importancia del modelo del cuerpo puntual. Analizar el principio de Causa-Efecto y su relación con la Segunda ley de Newton. Diferentes tipos de Fuerzas. Análisis en toda la extensión, de los resultados producidos cuando una fuerza actúa sobre un cuerpo. Estudio del movimiento de un cuerpo. Conceptos de desplazamiento, velocidad y aceleración. Hacer notar su carácter vectorial. Análisis cinemático y dinámico de la caída libre. Fuerza peso y aceleración de gravedad. Centro de gravedad. Tercera ley de Newton. Acción y reacción. Fuerza roce. Condiciones de equilibrio.

## **3. Trabajo y Energía**

Trabajo realizado por un sistema y sobre un sistema. Relaciones entre movimiento, trabajo y variación de energía. Tipos de energía. Energía potencial gravitacional, energía potencial elástica, energía cinética. Sistemas conservativos y no conservativos.

## **4. Cantidad de Movimiento**

Análisis del concepto de cantidad de movimiento de un cuerpo y sus diferencias con la energía cinética. Análisis de los choques elásticos e inelásticos. Concepto de Impulso. Ley de conservación de la cantidad de movimiento frente a la ley de conservación de la energía.

## **5. Vibraciones y ondas**

Análisis del movimiento oscilatorio: características dinámicas, cinemáticas y energéticas. Generación de ondas materiales transversales y longitudinales. Conceptos básicos de una onda electromagnética. Características de la luz. Analizar la frase: luz + luz = oscuridad. Condiciones.

## **6. Electricidad**

Átomos, electrones, protones y neutrones. Cuantización de la carga. Concepto de cuerpo cargado eléctricamente. Campo eléctrico y sus características fundamentales. Comparación entre campo eléctrico y campo gravitacional. Potencial eléctrico y energía electrostática. Condiciones para producir una corriente eléctrica entre dos puntos del espacio. Ley de Ohm. Significado de resistencia o de resistividad, y su dependencia con la temperatura.

## **7. Propiedades de la Materia y la Temperatura**

Energía interna de un material y sus diferencias con la temperatura de un cuerpo. Analizar la primera ley de la termodinámica. Concepto de Calor y su diferencia con la temperatura de un cuerpo. Analizar los conceptos de: conductividad térmica, calor específico, densidad, peso específico, dilatación.

### **Metodología**

- Clases de teoría acompañadas de la presentación de experimentos demostrativos y su correspondiente análisis conceptual.
- Ayuda gráfica y visual mediante películas y simulaciones.
- Consultas de Internet.

### **Evaluación Sugerida**

- Evaluación continua. Se recomienda una evaluación escrita por tema.
- Las interrogaciones y pruebas necesarias deben corresponder en un gran porcentaje a situaciones teóricas que incentiven el análisis conceptual.
- Emplear las secciones de preguntas que aparecen en los libros de Física General.
- El cálculo numérico debe ser reducido a lo estrictamente necesario.

### **Bibliografía**

- P. Hewitt, “Física Conceptual”. Excelente libro para este curso.
- R. Feymann, “Lecturas de Física”. Muy buen libro para reforzar los conocimientos adquiridos.
- Einstein y L. Infeld, “La Física, Aventura del Pensamiento”. Brillante libro para la lectura especializada.
- P. Robinson, “Física Conceptual”, Manual de Laboratorio. Adisson Wesley.

**PROGRAMA DE LA UNIDAD CURRICULAR**

**INGLÉS 1**  
**INGLÉS INSTRUMENTAL**

SEM.	CÓDIGO	TEORÍA H/S	PRACT. H/S	LAB. H/S	CRÉDITOS ACADÉMICOS	PRELACIÓN
1	211601	2	2	--	3	-----

**Justificación**

Dado que en la actualidad, científicos e investigadores publican gran parte de sus estudios en lengua inglesa, es necesario que un Licenciado en Física maneje este idioma con el fin de mantenerse actualizado en el quehacer académico y de aprovechar al máximo los recursos que ofrece Internet.

**Requerimientos**

- Poseer conocimiento básico previo sobre el proceso de lectura en su lengua materna.
- Poseer conocimiento básico previo sobre aspectos gramaticales y lexicales del inglés.

**Objetivo General**

El programa del presente curso está dirigido a los estudiantes de nuevo ingreso del Departamento de Física de la Facultad de Ciencias, con el fin de que logren una comprensión eficiente y autónoma de la información contenida en los textos auténticos escritos en inglés relacionados con su especialidad.

**Objetivos Específicos**

- Reconocimiento y desarrollo de las estrategias de lectura de los estudiantes en su lengua materna (muestreo, predicción, confirmación, descarte y finalización).
- Reconocimiento y aplicación de las claves lingüísticas (grafo-fónicas, sintácticas, semánticas y pragmáticas) que permiten establecer las conexiones y equivalencias pertinentes entre su lengua materna y el inglés.

**Actividades a desarrollar durante el Curso**

- Discusión de las expectativas del alumno (**predicción**) en relación con el contenido de los textos y con su experiencia previa a partir del título, temática, gráficos, ilustraciones y otros aspectos.
- Activación y/o consolidación del **conocimiento previo** de los estudiantes sobre los temas tratados en los textos (técnica del “torbellino” o “lluvia de ideas”).
- Reconocimiento del vocabulario y expresiones claves dentro del texto para determinar **los tópicos y las ideas centrales** desarrolladas en las lecturas estudiadas.
- Elaboración de **mapas conceptuales y organizadores gráficos** para la organización de ideas y conceptos que luego relacionarán con sus conocimientos previos.
- Elaboración de **versiones o recuentos** en español (orales y/o escritos) sobre el contenido de los textos leídos, los cuales podrán ser analizados y evaluados por los mismos estudiantes con la ayuda del profesor.

### **Contenidos Gramaticales**

A través de las actividades previamente indicadas se revisarán ciertos aspectos lingüísticos de alta recurrencia:

#### **1. Estructura de textos expositivos, narrativos y descriptivos.**

#### **2. Categorías retóricas:**

- Definición
- Descripción
- Ilustración
- Función
- Comparación
- Proceso y secuencia

#### **3. Conectores:**

- Tipos y funciones

#### **4. Estructuras gramaticales:**

- Tiempos verbales
- Voz pasiva
- Formas “- ing” y “-ed”
- Orden y grado de comparación de adjetivos y adverbios
- Cognados

- Claves de referencia

### Recursos Didácticos

Además de los recursos usuales, se emplearán transparencias, revistas, informes, diccionarios generales, Internet y correo electrónico, así como cualquier otro recurso que se considere necesario y provechoso.

### Evaluación

Este curso está catalogado como **materia especial**, es decir, no se realizan exámenes parciales, finales ni de reparación (según políticas aprobadas por el Consejo Universitario en oficio de fecha 07 de febrero de 1996). La evaluación se realizará de manera **continua y acumulativa** para observar el desarrollo de las estrategias de lectura en inglés de los estudiantes durante el semestre. Se evaluarán las siguientes actividades:

- Ejercicios en clase
- Tareas
- Exámenes
- Trabajo escrito (sobre conectores o falsos cognados)

### Bibliografía

- **Buehl, D. (2001)** *Classroom strategies for interactive learning* (2nd. Edition) Newark, DL: International Reading Association.
- **Solé, Isabel (2001)**. *Estrategias de lectura*. Barcelona, España: Editorial GRAÓ.
- **Villalobos V., J. (1994)**. "The teaching of reading and writing in English as a foreign language: a holistic view". Trabajo para optar a la categoría de profesor asociado. Universidad de Los Andes. Mérida, Venezuela.
- Revistas especializadas: *TheMathematicalIntelligencer*; *ThePhysicsTeacher*.
- Direcciones Electrónicas de Diccionarios:  
<http://tradu.scig.uniovi.es/trad.html> (bilingüe)  
<http://www.wordreference.com/es> (bilingüe)  
<http://www.rae.es/> (español)

PROGRAMA DE LA UNIDAD CURRICULAR

**CÁLCULO 2**

SEM.	CÓDIGO	TEORÍA H/S	PRACT. H/S	LAB. H/S	CRÉDITOS ACADÉMICOS	PRELACIÓN
2	221003	5	2	0	6	211001 - 211002

**Justificación**

El propósito de esta unidad curricular es completar la unidad curricular de Cálculo Diferencial e Integral iniciado en Calculo 1. También estudiar las aplicaciones del cálculo en la Mecánica y otras ramas de la Física. Por otra parte, se introduce al estudiante en el estudio de las curvas diferenciales en  $\mathbf{R}^2$  y las ecuaciones diferenciales, temas éstos que son necesarios para el estudio del cálculo en varias variables.

**Objetivos Generales**

- Reconocer el Cálculo diferencial como herramienta para el estudio de las variaciones de una función y para la realización precisa de su gráfica.
- Comprender la íntima conexión entre el Cálculo diferencial y el Cálculo integral a través del concepto de la antiderivada de una función.
- Reconocer la Integral definida y la Integral impropia (su extensión natural) como herramientas para cuantificar subconjuntos del plano.
- Habituarse al estudiante a utilizar la interpretación geométrica de las situaciones que lo permitan para obtener, por ese medio, información sobre las mismas.

**Contenido Programático**

**1. Representación gráfica de las funciones elementales**

- 1.1 Extremos locales o relativos y puntos críticos de primer orden: el Teorema de Fermat.
- 1.2 Funciones crecientes y extremos globales o absolutos de una función.
- 1.3 El Teorema del valor extremo o de Bolzano-Weierstrass, el Teorema de Rolle, el Teorema del valor medio para funciones diferenciables o Teorema de Lagrange.
- 1.4 La primera derivada y el crecimiento de una función.
- 1.5 Clasificación de los puntos críticos de primer orden con la primera derivada.
- 1.6 Funciones cóncavas y convexas, puntos de inflexión y puntos críticos de segundo orden.
- 1.7 La segunda derivada y la concavidad de una función.
- 1.8 Clasificación de los puntos críticos de segundo orden con la segunda derivada.
- 1.9 El concepto de límite infinito en un punto y límite al infinito: asíntotas verticales, horizontales y oblicuas.

- 1.10 Cálculo de límites al infinito: Regla de L'Hopital.
- 1.11 Análisis y graficación de funciones elementales (algebraicas y trascendentes).

## 2. Aplicaciones de la derivada

- 2.1 La derivada en las ciencias naturales y sociales (razón de cambio, modelos).
- 2.2 Problemas sobre máximos y mínimos, y optimización.
- 2.3 La diferencial de una función y aproximación lineal.
- 2.4 Polinomio de Taylor y de MacLaurin, y aproximaciones más finas que la lineal.
- 2.5 Aplicaciones en el estudio de curvas en el plano, tanto en forma cartesiana, paramétrica (cicloides, hipocicloides, epicloides, concoides) y polar (rectas, círculos, cónicas, caracoles y cardioides, rosas, lemniscatas, espirales).

## 3. La integral indefinida

- 3.1 El concepto de antiderivada o primitiva de una función.
- 3.2 La integral indefinida y sus propiedades.
- 3.3 Cálculo de integrales y sus métodos.

## 4. La integral definida

- 4.1 Definición de la integral de Riemann.
- 4.2 Funciones integrables, continuidad e integrabilidad.
- 4.3 Propiedades de la integral definida.
- 4.4 Teorema del valor medio para funciones integrables y Teorema Fundamental del Cálculo.
- 4.5 Cálculo de áreas para funciones dadas en forma paramétrica y en coordenadas polares.

## 5. Aplicaciones de la integral

- 5.1 Definición formal de exponencial y logaritmo.
- 5.2 Áreas de regiones planas limitadas por curvas.
- 5.3 Volumen de un sólido de revolución (método de los discos y método de las cortezas).
- 5.4 Longitud de un arco de curva.
- 5.5 Área de la superficie de un sólido de revolución.
- 5.6 Centro de masa y momento de inercia.
- 5.7 Resolución de algunas ecuaciones diferenciales (variables separables, lineales de primer orden).

## 6. La integral impropia

- 6.1 Integrales impropias de primera especie.
- 6.2 Integrales impropias de segunda especie.

## Metodología

- Uso de un texto para el curso, a saber: Purcell, E. & Varberg, D., Cálculo con geometría Analítica, Prentice Hall Hispanoamericana S.A., 6ª edición, 1993.

- Combinación de clases magistrales expositivas e interactivas.
- Realización de sesiones de resolución de problemas.
- Realización de sesiones de lectura dirigidas de algunas partes del texto del curso, o de textos complementarios.

### **Evaluación Sugerida**

- Realizar, al menos, una evaluación escrita por tema; el último tema podría evaluarse con un trabajo especial.
- Confeccionar las evaluaciones en base a un problemario oficial.
- Dar algún peso, en la evaluación, a la revisión de los conceptos.
- Evaluar la redacción en las producciones escritas (exámenes, traducciones, etc.).
- Dar algún peso, respecto a la nota final, a la asistencia y puntualidad.
- Evaluar la participación en las experiencias de aprendizaje que se realicen.

### **Bibliografía**

1. Apostol, Tom M., Calculus, Volumen 1, Editorial Reverté S. A., 2ª edición, 1979.
2. Demidovich B., Problemas y ejercicios de Análisis matemático, MIR, 5ª edición, 1977.
3. Larson, Hostetler y Edwards, Cálculo, Volumen 1, McGraw-Hill, 5ª edición, 1995.
4. Spivak M., Calculus, Editorial Reverté S.A., 5ª edición, 1978.
5. Stewart J., Cálculo diferencial e integral, International Thomson Editores, 1999.

**PROGRAMA DE LA UNIDAD CURRICULAR**

**FÍSICA 1**

SEM.	CÓDIGO	TEORÍA H/S	PRACT. H/S	LAB. H/S	CRÉDITOS ACADÉMICOS	PRELACIÓN
2	221102	4	2	3	7	211001 - 211101

**Justificación**

La unidad curricular de Física 1 es una asignatura de Física General, orientado principalmente para los estudiantes de la carrera de Física en la Facultad de Ciencias, que les permitirá iniciarse en el estudio de la Física, mediante la descripción y análisis de las Leyes de Newton, que comprende la aplicación de un concepto fundamental de la física: Causa-Efecto. El programa se inicia con el estudio de la dinámica y sus leyes fundamentales, ello implica, en primer lugar, establecer las características fundamentales de un cuerpo: su masa y su posición en el espacio. De allí se pasará al estudio del movimiento de los cuerpos, los grandes principios de conservación y algunas nociones de la dinámica y estática de los cuerpos rígidos, como conceptos básicos de la interrelación de estos temas de mecánica, con asignaturas posteriores de la carrera.

Es importante señalar que siendo la física una ciencia experimental, su enseñanza debe amalgamar el experimento con el razonamiento teórico y no considerarlos como aspectos separados y por tanto diferentes. Por ello se incluye como parte del curso, el experimento de laboratorio asociado a cada concepto y leyes que se analizan en la parte teórica. Por lo tanto dicho experimento debe ser analizado de inmediato en el laboratorio. La selección y modificación de los experimentos que estén acorde con la parte teórica de la materia será dirigida por el Laboratorio de Demostraciones del Departamento de Física.

**Requerimientos**

Para tener éxito en esta asignatura, el estudiante debe tener conocimientos previos de álgebra y vectores. Debe también tener conocimientos básicos de representación gráfica y análisis de funciones elementales. Para ello el profesor debe reforzar dicho conocimiento en el desarrollo de los conceptos físicos y sus leyes.

Existen sin embargo otros conceptos asociados a la geometría tales como pendiente, área y volumen que es importante que el estudiante los adquiera o los refuerce desde el inicio a un nivel operativo práctico para que ciertos conceptos importantes de la mecánica puedan ser comprendidos en profundidad. Es por ello que se pide al estudiante que al mismo tiempo comience a ver el curso de geometría que imparte el Departamento de Matemáticas. Lo anterior no significa sobreestimar la importancia de la Matemática sobre los conceptos físicos, sólo

significa que dichos conocimientos le permitirán comprender a cabalidad lo que una ley física significa. Para ello el profesor debe insistir en la importancia de esas dos fuentes, el conocimiento conceptual de la física y el análisis analítico de ellos.

## **Objetivos Generales**

Esta asignatura comprende conocimientos fundamentales de Física de carácter formativo para la carrera de Física.

El objetivo principal es que el estudiante logre comprender con claridad y precisión algunos conceptos básicos de la mecánica y las leyes que los rigen.

Al finalizar el curso el estudiante debe estar en capacidad de explicar los fenómenos físicos que conforman la cinemática y dinámica de las partículas y de los cuerpos rígidos.

El estudiante debe estar además en capacidad de aplicar sus conocimientos a través de las leyes y ecuaciones que le permitan resolver cualitativa y cuantitativamente situaciones correspondientes a la cinemática, dinámica y estática de los sistemas señalados.

Un objetivo complementario es lograr, mediante el desarrollo de experimentos, una mayor comprensión de los análisis de la teoría y conceptos fundamentales desarrollados en clase. Dicha actividad debería permitir al estudiante lograr relacionar la teoría de clase con los hechos experimentales observados en el laboratorio.

## **Contenido Programático**

### **1. Dinámica**

El concepto de masa puntual y masa distribuida. Concepto de movimiento en el espacio. Causas del movimiento de un cuerpo y sus variaciones. Concepto de fuerza. Tipos de fuerzas y ejemplos. Fuerzas que dependen de diferentes factores, velocidad, tiempo y posición. Primera Ley de Newton. Definición de masa inercial. Segunda Ley de Newton: concepto de aceleración y su dependencia con la fuerza aplicada. Carácter vectorial de la segunda ley de Newton y el significado físico de las magnitudes involucradas. Tercera Ley de Newton. Sistemas de Unidades. Nociones de análisis dimensional. Diferencia conceptual entre peso y masa, y su relación. El dinamómetro y la fuerza gravitacional. Aplicación de los anteriores conceptos al caso de sistemas constituidos por varios cuerpos. El diagrama de fuerzas actuantes sobre un cuerpo. Fuerzas ejercidas por líquidos. Presión hidrostática y leyes. Fuerza de roce. Coeficiente de roce estático y coeficiente de roce dinámico. Fuerza centrípeta y análisis de su característica de pseudo-fuerza.

## 2. Cinemática

Relación entre el movimiento de una partícula y un sistema de referencia. Tipos de sistemas de referencia. Características y propiedades del vector posición y del vector desplazamiento, al menos en dos sistemas de coordenadas. Distancia recorrida. Concepto del vector velocidad media y del vector aceleración instantánea. Unidades. Leyes del movimiento rectilíneo uniforme. Concepto de aceleración de gravedad. Movimiento uniformemente variado. Caída libre. Movimiento en planos horizontales y planos inclinados: Movimiento en dos dimensiones. Movimiento circular. Concepto de velocidad angular. La aceleración centrípeta y su relación con fuerzas reales. Movimiento relativo: caso en el que un sistema S viaja con velocidad constante respecto a otro sistema S'.

## 3. Trabajo y Energía

Definición de trabajo y su relación con el concepto de energía. Análisis conceptual de la relación entre el movimiento de un cuerpo y el trabajo o cambio de energía involucrado. Unidades. Trabajo realizado por una fuerza constante. Trabajo gravitacional. Trabajo realizado por una fuerza variable. Aplicación al caso de fuerzas elásticas. Ley de Hooke. Energía cinética y energía elástica. Sistemas conservativos. Teorema del trabajo y la energía.

## 4. Conservación de la Energía

Concepto de fuerzas conservativas y no-conservativas. Ejemplos. Sistemas conservativos y no conservativos aplicados a diferentes tipos de fuerzas. Definición de energías potenciales. Asociación entre la energía potencial y las fuerzas conservativas. Análisis de las diferentes formas de energía potencial (gravitacional, elástica, electrostática, térmica, etc.). Análisis de otras formas de energía: eléctrica, térmica electromagnética y química. Equivalencia entre masa y energía. El calor como forma de energía. Unidades.

## 5. Cantidad de Movimiento

Sistema de masas puntuales. Concepto de su centro de masa. Posición, velocidad y aceleración del centro de masa del sistema. Leyes que rigen el movimiento del centro de masa. Cantidad de movimiento de una partícula. Aplicación al movimiento de un electrón. Análisis de la segunda Ley de Newton expresada en la forma  $\vec{F} = dp / dt$ . Condición para la conservación de la cantidad de movimiento en un sistema de partículas. Análisis del concepto impulso y su relación con la variación de la cantidad de movimiento. Choques elásticos e inelásticos.

## 6. Dinámica y Cinemática de Rotación

Causa de la rotación de una partícula en torno de un punto. Variables de su movimiento de rotación. Período. Rotación con aceleración angular constante. Relación entre las variables de la cinemática lineal y angular en el movimiento circular de una partícula. Significado del vector velocidad circular y su cantidad de movimiento asociada. Concepto de Momento Angular (cantidad de movimiento angular) y análisis de su relación con otras magnitudes características de la rotación. Aplicación al movimiento de un electrón. Análisis de la

aparente paradoja: “el movimiento circular uniforme posee aceleración, es decir hay una fuerza neta actuando sobre el cuerpo”.

**7. Consideraciones energéticas del movimiento de rotación de un cuerpo rígido**

Análisis del concepto de cuerpo rígido. Energía cinética de rotación de un cuerpo rígido. Concepto del Momento de inercia de un cuerpo rígido. Cálculo del momento de inercia de cuerpos regulares. Movimiento combinado de traslación y rotación de un cuerpo rígido. Energía total del cuerpo. Condiciones para la rodadura sin deslizamiento.

**8. Dinámica del movimiento de rotación de un cuerpo rígido (II)**

Analizar la relación  $\tau = dL / dt$  y la ley de conservación del momento angular. Momento angular de un sistema de partículas. Aplicación al caso de un cuerpo rígido que gira alrededor de: a) un eje fijo (a un sistema inercial) y b) un eje que pasa por el centro de masa y se desplaza sin cambiar su dirección. Analizar la relación  $L = I\omega$  en el caso de cuerpos rígidos simétricos así como la relación  $\tau = I\alpha$ . Breve análisis del concepto de aceleración angular.

**9. Equilibrio de los cuerpos rígidos**

Momento de una fuerza (Torque). Analizar las condiciones necesarias para que un cuerpo rígido esté en equilibrio. Aplicaciones al caso en que todas las fuerzas estén en el mismo plano.

**Metodología**

- Clases magistrales con:
- Exposición de la teoría
- Intervención de los alumnos en clase.
- Experimentos demostrativos
- Uso de la televisión como ayuda complementaria.
- Solución de problemas.

**Recursos**

Para cumplir con la metodología expuesta, se requiere:

- Aulas adecuadas y acondicionadas.
- Marcadores, tiza y pizarrón.
- Monitor de televisión de demostración.
- Existencia de bibliografía recomendada en las bibliotecas.
- Uso de Internet.

## **Evaluación**

La evaluación consistirá en 8 exámenes cortos, tareas y al menos 5 exámenes parciales.

## **Bibliografía General del Curso**

La bibliografía está dada en orden de prioridades

- Alonso M. & Finn E.J., "Física", Parte I, Fondo Educativo Interamericano Bogotá, 1970.
- Resnick R. y Halliday D., "Física" parte I. Editorial Continental, México, 1977.
- Eisberg R. y Lerner L. , "FISICA", parte I, Mc Graw Hill Interamericana, 1981
- Mc Kelvey J. y Grotch H. "FISICA" parte I, Harla Ed. 1981.
- Tipler, "Física General", Parte I.

## **PARTE EXPERIMENTAL DEL CURSO: FISICA 1**

Respecto a la parte experimental de este curso se han considerado dos posibilidades:

- **Curso experimental:** separado de la teoría, como existe actualmente; pero con una secuencia diferente de experimentos, serían experimentos exclusivamente relacionados con los temas de la teoría. Los objetivos podrían ser semejantes a los actuales.
- **Parte Experimental:** estaría inmerso en el curso de Física 11 a cargo de un profesor diferente al que dicte la teoría. Es decir el curso de Física 11 comprendería dos partes una teórica y otra experimental.

Los objetivos serían muy diferentes a los actuales, ya que ahora se buscaría que el estudiante complemente los conocimientos adquiridos en la parte teórica del curso. No serían necesariamente experimentos demostrativos, ya que estos deberían ser presentados en las clases de teoría. A continuación se propone una lista de temas que podrían ser considerados en los experimentos a desarrollar por los estudiantes:

1. Dinámica 1
2. Dinámica 2
3. Dinámica 3
4. Cinemática 1
5. Cinemática 2
6. Trabajo y energía 1
7. Trabajo y Energía 2
8. Cantidad de movimiento
9. Colisiones
10. Cinemática de rotación
11. Dinámica de rotación, cuerpo rígido 1
12. Dinámica de rotación, cuerpo rígido 2
13. Estática de cuerpo rígido

PROGRAMA DE LA UNIDAD CURRICULAR  
**ANÁLISIS Y PROCESAMIENTO DE DATOS**

SEM.	CÓDIGO	TEORÍA H/S	PRACT. H/S	LAB. H/S	CRÉDITOS ACADÉMICOS	PRELACIÓN
2	221401	1	4	0	2	211001

### Justificación

En el mundo actual el volumen de información a que nos hemos enfrentado día a día es abrumador y las expectativas indican que esta cantidad seguirá creciendo. De esta realidad no se ocupa el mundo científico, por el contrario, es justamente en los ámbitos científicos donde se prevé un mayor crecimiento de los volúmenes de información disponible. Es por esto que un científico debe estar capacitado para manipular grandes volúmenes de datos provenientes de sus experimentos, de bases de datos y de simulaciones; para así poder extraer o descubrir información relevante para su investigación. Para ello se debe proveer de las herramientas matemáticas, estadísticas y computacionales para tal fin.

### Requerimientos

El estudiante debe abordar esta materia con buenas bases conceptuales y destreza en Matemáticas y Física 1.

### Objetivos Generales

- Proveer al estudiante de una visión general y nociones operativas de las técnicas más comúnmente utilizadas en el análisis y procesamiento de datos.
- Proveer al estudiante de la capacidad para extraer información relevante de un conjunto de datos.
- Proveer al estudiante de la capacidad para representar información relevante extraída de los datos mediante el uso de técnicas de visualización científica.

### Contenido Programático

1. Introducción a la estadística: estadísticos, estadígrafos y correlaciones. Muestreo. Medidas de variabilidad.
2. Probabilidades: Conceptos básicos. Probabilidad condicional. Variables aleatorias y distribuciones de probabilidad comúnmente utilizadas.

3. Tipos de datos: Sistemas terminantes. Sistemas no terminantes.
4. Inferencia estadística: Estimación. Prueba de hipótesis. Regresión y validación.
5. Minería de datos: Conceptos básicos. Redes neuronales. Árboles de decisión. Modelos estadísticos. Agrupamiento.
6. Visualización científica: utilizar herramientas que permitan visualizar datos mediante técnicas bidimensionales y tridimensionales, así como también animaciones.

### **Metodología**

Clases magistrales y clases prácticas en laboratorio de computación donde a los alumnos se les presentarán casos para ser analizados

### **Evaluación**

La evaluación se realizará a través de exámenes parciales (4) y de ejercicios entregados como tareas.

### **Recursos**

- Para las clases teóricas se requiere un salón normal.
- Para las clases prácticas se requiere un salón con las siguientes características:
  - a) Computadoras para cada estudiante dotadas con los programas a ser utilizados.
  - b) Tarjetas analógicas digitales con su software (una por máquina). Estas tarjetas pueden ser dos tipos: tarjetas de adquisición únicamente (bajo costo), tarjetas de adquisición y control (más costosas).
  - c) Sistema físico del cual serán tomados los datos.

### **Bibliografía**

- R.E.Walpone, R.H.Myers y S.L.Myers, *Probability and statistics for engineers scientists*, Prentice-Hall Inc., 1999.
- J.C.Sprott, *Chaos data Analysis*.Oxford University Press, 2005.
- G.Cowan, *Statistical Data Analysis*,Oxford University Press, 1998.
- H.Wright, *Introduction to Scientific Visualization*, Springer, 2006.

PROGRAMA DE LA UNIDAD CURRICULAR

**INGLÉS 2**  
**INGLÉS INSTRUMENTAL II**

SEM.	CÓDIGO	TEORÍA H/S	PRACT. H/S	LAB. H/S	CRÉDITOS ACADÉMICOS	PRELACIÓN
2	221602	1	3	--	2	211601

**Justificación**

Dado que en la actualidad, científicos e investigadores publican gran parte de sus estudios en lengua inglesa, un Licenciado en Física necesita manejar este idioma con el fin de mantenerse actualizado en el hacer académico y de aprovechar al máximo los recursos que ofrece Internet.

**Requerimientos**

- Tener conocimientos básicos previos vinculados con temas generales de su especialidad.
- Manejar adecuadamente el español como lengua materna, ya que a través de él se evaluará la comprensión de la lectura de textos escritos en inglés.

**Objetivo General**

El programa de **Idioma 20** está dirigido a los estudiantes de segundo semestre del Departamento de Física, de la Facultad de Ciencias, con el fin de que desarrollen la comprensión eficiente y autónoma de la información contenida en los textos académicos y auténticos escritos en inglés, relacionados con su especialidad.

**Objetivos Específicos**

- Desarrollo y aplicación de las estrategias de lectura de los estudiantes (muestreo, predicción, confirmación, descarte y finalización).
- Reconocimiento y empleo eficiente de las claves lingüísticas (morfológicas, sintácticas, semánticas y pragmáticas) que permiten establecer las conexiones y equivalencias pertinentes entre su lengua materna y el inglés.

**Metodología**

**DESCRIPCIÓN DE ACTIVIDADES A REALIZAR EN CLASE**

### *Selección de textos*

Para la segunda mitad del semestre, los textos escritos en inglés que se leerán en clase serán seleccionados por los alumnos de acuerdo a sus intereses y necesidades. El profesor analizará las dificultades lingüísticas y culturales de los textos y elegirá los idóneos para ser desarrollados en clase.

### *Actividades a desarrollar durante el curso*

- Discusión de las expectativas del alumno (**predicción**) en relación con el contenido de los textos y con su experiencia previa a partir del título, tema, vocabulario, gráficos, ilustraciones y otros aspectos.
- Activación y/o consolidación del **conocimiento previo** de los estudiantes sobre los temas tratados en los textos (técnica de “lluvia de ideas”).
- Elaboración de **mapas semánticos y organizadores gráficos** para la organización de ideas y conceptos que luego relacionarán con sus conocimientos previos.
- Reconocimiento del vocabulario y expresiones claves dentro del texto para determinar **los tópicos y las ideas centrales** desarrolladas en las lecturas estudiadas (técnicas de “*skimming*” y “*scanning*”, entre otras).
- Formulación de preguntas de comprensión y respuestas de las mismas.
- Elaboración de **versiones o recuentos** en español (orales y / o escritos) sobre el contenido de los textos leídos, los cuales podrán ser analizados y evaluados por los mismos estudiantes con la ayuda del profesor.
- Conexión y comparación de la información contenida en los textos con la realidad (lectura eferente).

### **Contenidos**

A través de las actividades previamente indicadas se revisarán y profundizarán ciertos aspectos lingüísticos necesarios para consolidar el proceso de comprensión de textos escritos en inglés:

#### **1. Estructura de textos expositivos, narrativos y descriptivos.**

#### **2. Categorías retóricas:**

- Definición
- Descripción
- Ilustración
- Función
- Comparación
- Proceso y secuencia
- Argumentación

### 3. Conectores:

- Tipos y funciones

### 4. Estructuras gramaticales:

- Tiempos y formas verbales
- Voz pasiva
- Formas con *-ingy -ed*
- Orden y grado de comparación de adjetivos y adverbios
- Cognados
- Afijos
- Nominales compuestos

### Recursos Didácticos

Además de los recursos usuales, se emplearán transparencias, revistas, informes, diccionarios generales, Internet y correo electrónico, así como cualquier otro recurso que se considere necesario y provechoso.

### Evaluación

Este curso está catalogado como **materia especial**, es decir, no se realizan exámenes parciales, finales ni de reparación (según políticas aprobadas por el Consejo Universitario en oficio de fecha 07 de febrero de 1996). La evaluación se realizará de manera **continua y acumulativa**. Se evaluarán las siguientes actividades:

- a) Tareas
- b) Ejercicios en clase
- c) Exámenes

### Bibliografía

- **Buehl, D. (2001)** *Classroom strategies for interactive learning* (2nd. Edition) Newark, DL: International Reading Association.
- **Solé, Isabel.**(2001). *Estrategias de lectura*. Barcelona, España: Editorial GRAÓ.
- **Villalobos V., J.** (1994). "The teaching of reading and writing in English as a foreign language: a holistic view ". Trabajo para optar a la categoría de profesorasociado. Universidad de Los Andes. Mérida, Venezuela.
- Revistas especializadas: *The Mathematica Intelligencer; The Physics Teacher, Quantum*.
- Direcciones Electrónicas: <http://physicsclassroom.com>; <http://tradu.scig.uniovi.es/trad.html>

PROGRAMA DE LA UNIDAD CURRICULAR

**CÁLCULO 3**

SEM.	CÓDIGO	TEORÍA H/S	PRACT. H/S	LAB. H/S	CRÉDITOS ACADÉMICOS	PRELACIÓN
3	231004	5	2	0	5	221003

**Justificación**

Dar las herramientas necesarias para la comprensión de los fenómenos de la Física.

**Objetivos Generales**

- Reconocer las funciones que dependen de dos o tres variables como leyes de correspondencia, o procedimientos, y no simplemente como ecuaciones.
- Saber calcular límites y derivadas de las funciones elementales de varias variables reales.
- Tener la capacidad de bosquejar las gráficas de las funciones elementales de varias variables reales y poder obtener información sobre la función a partir de su gráfica.

**Contenido Programático**

**1. Geometría Analítica**

- 1.1 El espacio euclidiano tridimensional. Distancia usual entre puntos de  $R^3$  y su generalización a  $n$  dimensiones.
- 1.2 Vectores en  $R^2$  y  $R^3$ .

**2. Funciones reales de varias variables reales**

- 2.1 El concepto de función real de varias variables reales. Dominio más amplio de definición.
- 2.2 Álgebra y composición de funciones.
- 2.3 Biyectividad y función inversa.
- 2.4 Bosquejo de las representaciones gráficas de las funciones elementales y estudio de sus propiedades mediante curvas de nivel.

**3. Comportamiento local de una función en un punto de  $R^2$**

- 3.1 Punto interior, frontera y punto de acumulación de un subconjunto de  $R^2$ . El concepto de límite finito, límites iterados y direccionales.
- 3.2 Cálculo de límites y sus reglas.

**4. Continuidad**

4.1 El concepto de continuidad de una función de dos variables reales en un punto de  $\mathbb{R}^2$ .  
Continuidad en subconjuntos de  $\mathbb{R}^2$ .

4.2 Álgebra y composición de funciones continuas.

4.3 Continuidad de las funciones elementales y tipos de discontinuidades.

## **5. Diferenciabilidad de funciones de varias variables reales**

5.1 El concepto de derivada parcial: definición e interpretación geométrica. Cálculo de derivadas parciales.

5.2 Derivadas direccionales. Teorema del valor medio para funciones de varias variables.  
Relaciones entre continuidad y diferenciabilidad.

5.3 Diferenciabilidad. Condición necesaria de diferenciabilidad. La diferencial. Aplicación al cálculo aproximado. Relación entre diferencial y derivadas parciales. Relaciones entre continuidad y diferenciabilidad.

5.4 Superficies en  $\mathbb{R}^2$ . Plano tangente a una superficie en un punto. Recta normal.

5.5 Derivadas parciales de órdenes superiores. Teorema de Schwarz (sobre la igualdad de las derivadas parciales mixtas).

## **6. Aplicaciones del Cálculo diferencial**

6.1 Curvas en  $\mathbb{R}^2$  y  $\mathbb{R}^3$ . Vector tangente y vector normal a una curva en un punto.  
Interpretaciones geométricas y físicas de las curvas en  $\mathbb{R}^2$  y  $\mathbb{R}^3$ .

6.2 Derivación de funciones implícitas de una variable y de dos variables. Sistema de dos funciones implícitas. Jacobianos.

6.3 Extremos locales o relativos de funciones de dos variables. Puntos estacionarios y clasificación de los puntos estacionarios. El Hessiano.

6.4 Extremos relativos condicionados. Multiplicadores de Lagrange.

## **7. Integrales múltiples**

7.1 Integrales dobles y triples.

7.2 Aplicaciones de las integrales dobles al cálculo de áreas y volúmenes.

7.3 Aplicaciones de las integrales triples al cálculo de volúmenes.

7.4 Teorema del cambio de variable en las integrales dobles y triples.

7.5 Cambio de coordenadas polares, cilíndricas y esféricas.

## **Metodología**

- Uso de un texto para el curso, a saber: Purcell, E. & Varberg, D., Cálculo con geometría Analítica, Prentice Hall Hispanoamericana S.A., 6ª edición, 1993.
- Combinación de clases magistrales expositivas e interactivas.
- Realización de sesiones de resolución de problemas.
- Realización de sesiones de lectura dirigidas de algunas partes del texto del curso, o de textos complementarios.
- Uso de softwares pertinentes en algunos tópicos.

### **Evaluación Sugerida**

- Realizar una evaluación diagnóstica del tema 1.
- Realizar, al menos, una evaluación escrita por tema.
- Confeccionar las evaluaciones en base a un problemario oficial.
- Dar algún peso, en la evaluación, a la revisión de los conceptos.
- Evaluar la redacción en las producciones escritas (exámenes, traducciones, etc.).
- Evaluar el uso de las herramientas informáticas (navegadores de Internet, editores, etc.) en las actividades realizadas por los estudiantes.
- Evaluar la participación en las experiencias de aprendizaje que se realicen.

### **Bibliografía**

1. Apostol, Tom M., Calculus, Volumen 2, Editorial Reverté S. A., 2ª edición, 1979.
2. Larson, Hostetler y Edwards, Cálculo, Volumen 1, McGraw-Hill, 5ª edición, 1995.
3. Leithold, L., El Cálculo con Geometría Analítica, Harla S.A., 6ª edición, 1992.
4. Piskunov N., Cálculo diferencial e integral, MIR, 5ª edición, 1980.
5. Protter&Morrey, Cálculo con Geometría Analítica, Fondo Educativo Interamericano S.A., 3ª edición, 1980.
6. Spivak M., Calculus, Editorial Reverté S.A., 5ª edición, 1978.

**PROGRAMA DE LA UNIDAD CURRICULAR**

**FÍSICA 2**

SEM.	CÓDIGO	TEORÍA H/S	PRACT. H/S	LAB. H/S	CRÉDITOS ACADÉMICOS	PRELACIÓN
3	231201	4	2	3	7	221003 - 221102

**Justificación**

Física 2 es un curso que comprende conocimientos fundamentales de carácter formativo en el área de campos eléctricos, cuerpos cargados e interacciones entre ellos. Además se da una introducción al estudio del magnetismo. Es un curso fundamental para estudiantes de todas las ramas de las Ciencias Naturales e Ingeniería y que es necesario para la comprensión de otras asignaturas de la carrera de la Licenciatura en Física.

**Requerimientos**

Para comprender la asignatura es necesario que el estudiante tenga conocimientos previos de Física 1 y Cálculo 1. Entre los temas que se hacen imprescindibles se pueden señalar: Dinámica, Trabajo y Energía, Leyes de conservación. Además, se requiere buen manejo de vectores y operaciones con vectores, cálculo diferencial e integral, números complejos y límites.

**Objetivos Generales**

El objetivo principal es que el estudiante logre comprender con claridad y precisión las leyes que rigen los fenómenos físicos relacionados con la presencia de campos eléctricos y/o magnéticos descritos en el programa.

Un segundo objetivo importante es lograr un conocimiento básico de los fundamentos del magnetismo.

Al finalizar el curso el estudiante debe estar en capacidad de explicar claramente el concepto de campo eléctrico así como los fenómenos físicos que conforman la electrostática, la electricidad, el electromagnetismo y las nociones de magnetismo.

El estudiante debe estar en capacidad de aplicar sus conocimientos a través de las leyes y ecuaciones para la solución de problemas y situaciones experimentales relacionadas con la electricidad y el magnetismo.

El profesor en lo posible debe proyectar el tema que enseña, más allá de la Física 21 para que el estudiante capte la importancia futura de los conocimientos que está aprendiendo.

## **Contenido Programático**

### **1. Electroestática**

- 1.1 Carga eléctrica y su relación con el electrón. Concepto de carga puntual. Ley de Coulomb para cargas puntuales. Cuantización de la carga. Concepto de cationes y aniones. Conceptos generales de metales conductores semiconductores y aislantes.
- 1.2 Definición y significado de campo eléctrico y las líneas de fuerza asociadas con él.
- 1.3 Cálculo del campo eléctrico producido por cargas eléctricas puntuales y por una distribución continua de carga.
- 1.4 Concepto de Flujo eléctrico. Ley de Gauss y aplicaciones.
- 1.5 Propiedades electrostáticas de los conductores metálicos. Jaula de Faraday.
- 1.6 Conceptos de potencial eléctrico y diferencia de potencial, asociados a la existencia de un campo eléctrico y su relación con la energía electrostática. Propiedades de las superficies equipotenciales y su relación con el trabajo eléctrico. Relación entre potencial eléctrico y campo eléctrico. Dinámica del movimiento de un electrón.
- 1.7 Cálculo directo del potencial eléctrico y del campo eléctrico en un punto a partir de distribuciones discretas y distribuciones continuas de carga eléctrica. Concepto de dipolo eléctrico.
- 1.8 Capacidad o capacitancia eléctrica. Capacidad eléctrica de diversos tipos y sistemas de condensadores.
- 1.9 Propiedades generales de un material dieléctrico. Influencia de los dieléctricos en la capacidad de los condensadores. Concepto de polarización. Materiales que presentan propiedades dieléctricas. Ley de Gauss para condensadores con dieléctricos.
- 1.10 Energía almacenada en el campo eléctrico de un condensador con y sin dieléctrico.

### **2. Electricidad**

- 2.1 Concepto de corriente eléctrica, asociado con los conceptos de diferencia de potencial eléctrico y de la energía eléctrica. Modelo clásico del proceso de corriente. Densidad de corriente. Resistencia eléctrica y algunas de sus causas. Resistividad y conductividad eléctrica, y su dependencia con la temperatura en metales y semiconductores.
- 2.2 Ley de Ohm en un conductor. Transferencia de energía en un circuito eléctrico. Efecto Joule. Transformaciones de energía desde la energía eléctrica y hacia ella.
- 2.3 Concepto de Fuerza Electromotriz y su generación en una pila. Leyes de Kirchoff y resolución de mallas eléctricas. Instrumentos de medida.
- 2.4 Circuito RC con fuente de voltaje continuo. Carga y descarga de un condensador. Aplicaciones: campos magnéticos pulsantes.

### **3. Electromagnetismo**

- 3.1 Concepto de campo magnético y sus características. Fuerza sobre una carga en movimiento y fuerza ejercida por campos magnéticos sobre una corriente eléctrica. Ley de Biot-Savart.
- 3.2 Generación del momento de una fuerza (Torque) sobre una espira recorrida por una corriente eléctrica.
- 3.3 Análisis de la Ley de Ampere y sus aplicaciones.
- 3.4 Análisis de la Ley de Biot-Savart y aplicaciones.
- 3.5 Análisis de la Ley de inducción de Faraday. Generación de corrientes inducidas Análisis de la Ley de Lenz.
- 3.6 Generación de un campo magnético mediante un electroimán. Concepto de un imán superconductor. Propiedades de campos magnéticos que varían con el tiempo.
- 3.7 Generadores y motores eléctricos.
- 3.8 Energía en autoinducciones y en campos magnéticos. Densidad de energía en un campo magnético.

#### **4. Corriente Alterna**

- 4.1 Análisis de la generación de corriente y voltaje alterno. Significado del Valor r.m.s. Concepto de impedancia y los factores intervinientes.
- 4.2 Concepto de inductancia. Resistencia y capacidad en circuitos de corriente alterna.
- 4.3 Cálculo de la inductancia en una bobina, así como la inductancia mutua entre bobinas. Análisis de las posibles variaciones de la inductancia de una bobina.
- 4.4 Circuito RL.
- 4.5 Circuito RC.
- 4.6 Circuito LC.
- 4.7 Circuito LRC.
- 4.8 Circuitos de corriente alterna, descripción numérica y analítica.
- 4.9 Circuitos de corriente alterna, descripción fasorial.

#### **5. Propiedades magnéticas de la materia**

- 5.1 Origen de los dipolos magnéticos atómicos: momento magnético orbital y de espín.
- 5.2 Análisis de la existencia del momento magnético orbital y del momento magnético de espín en la materia, y sus propiedades magnéticas inherentes.
- 5.3 Variedades magnéticas fundamentales. Análisis cualitativo y cuantitativo del Diamagnetismo Atómico.
- 5.4 Paramagnetismo Atómico, y condiciones para su existencia. Ley de Curie. Características principales del estado Ferromagnético, así como del estado Ferrimagnético. Propiedades y comportamiento de los imanes. Curvas de histéresis.
- 5.5 Análisis de las magnitudes: magnetización y susceptibilidad magnética en las diferentes variedades magnéticas, así como su relación con los momentos magnéticos y su dependencia con la temperatura.

#### **Metodología**

Las actividades del proceso enseñanza-aprendizaje consistirán en la aplicación de diferentes estrategias metodológicas, apoyadas con experimentos didácticos.

Es conveniente realizar una revisión bibliográfica acerca de diferentes temas relacionados con aplicaciones de uso común.

### **Recursos**

Para cumplir con las actividades de aprendizaje antes mencionadas, se hará uso de los siguientes recursos:

- a) Pizarrón, marcadores y tiza.
- b) Equipos de laboratorio para experimentos demostrativos.
- c) Uso de recursos de Internet.

### **Evaluación**

La evaluación consistirá en 8 exámenes cortos, tareas, y al menos 4 exámenes parciales.

### **Bibliografía**

La bibliografía está dada en orden de prioridades:

- Alonso M. & Finn E.J., "FÍSICA" parte II, Fondo Educativo Interamericano, Bogotá, 1970.
- Eisberg R. y Lerner L. , "FÍSICA", parte II, Mc Graw Hill Interamericana, 1981.
- Mc Kelvey J. y Grotch H. "FÍSICA" parte II, Harla Ed. 1981.
- Resnick R. & Halliday D., "FÍSICA" parte II, Editorial Continental, México, 1977.
- Feymann R. "Lecturas de Física". Se debe usar como consulta complementaria.

## **PARTE EXPERIMENTAL DE LA UNIDAD CURRICULAR : FÍSICA 2**

Respecto a la parte experimental de este curso, se han considerado dos posibilidades:

- a) **Curso experimental:** separado de la teoría, como existe actualmente; pero con una secuencia diferente de experimentos, serían experimentos exclusivamente relacionados con los temas de la teoría de la asignatura Física 2. Los objetivos podrían ser semejantes a los actuales.

- b) **Parte Experimental:** estaría inmerso en el curso de Física 2 a cargo de un profesor diferente al que dicte la teoría, es decir, el curso de Física 2 comprendería dos partes, una teórica y otra experimental.

Los objetivos serían muy diferentes a los actuales, ya que ahora se buscaría que el estudiante complemente los conocimientos adquiridos en la parte teórica del curso. No serían necesariamente experimentos demostrativos, ya que éstos deberían ser presentados en las clases de teoría. Naturalmente, la actividad a desarrollar por el profesor será completamente diferente a la que se realiza en la actualidad, porque los objetivos son diferentes. A continuación se propone una lista de temas que podrían ser considerados en los experimentos a desarrollar por los estudiantes:

1. Electrostática 1
2. Electrostática 2
3. Condensadores
4. Corriente eléctrica 1
5. Corriente eléctrica 2
6. Corriente eléctrica 3
7. Electromagnetismo 1
8. Electromagnetismo 2
9. Electromagnetismo 3
10. Corriente alterna 1
11. Corriente alterna 2
12. Corriente alterna 3
13. Magnetismo

**PROGRAMA DE LA UNIDAD CURRICULAR**

**MECÁNICA**

SEM.	CÓDIGO	TEORÍA H/S	PRACT. H/S	LAB. H/S	CRÉDITOS ACADÉMICOS	PRELACIÓN
3	231103	4	2	0	5	221003 - 221102

**Justificación**

El propósito de esta unidad curricular es la presentación de la Mecánica Newtoniana y sus aplicaciones en los diferentes tópicos de la Mecánica Clásica usando para ello el formalismo vectorial y matemático que permita al estudiante una comprensión más formal de la Física básica vista en semestres anteriores.

**Requerimientos**

El desarrollo y comprensión de esta materia requiere de un buen conocimiento de la física básica en lo referente a sus leyes de conservación y las aplicaciones de la segunda ley de la Mecánica Clásica, así como de los temas de integración correspondientes a la Matemática 30.

**Objetivos Generales**

Esta unidad curricular corresponde al estudio de la Mecánica en un nivel intermedio, por lo tanto ella está dirigida a lograr un asentamiento de los principios fundamentales de la mecánica Newtoniana y un manejo aceptable de la elaboración formal matemática de la teoría correspondiente.

Esta unidad curricular debe permitir al estudiante una visión más compacta de la Mecánica y adquirir un buen manejo del formalismo vectorial de la materia

**Contenido Programático**

**1. Leyes de Movimiento de Newton**

Determinación de las ecuaciones de movimiento, conocidas las fuerzas externas que actúan sobre una partícula. Fuerzas constantes. Fuerza gravitacional. Fuerzas dependiente de la velocidad y su ecuación de movimiento. Movimiento en dos dimensiones. Caída de un cuerpo en un fluido.

**2. Fuerza dependiente de la posición (I)**

El oscilador armónico simple. Consideraciones energéticas del oscilador. Sistemas conservativos. Osciladores armónicos bajo condiciones especiales: péndulo simple, péndulo compuesto, otros sistemas oscilantes. Sistemas no conservativos. Oscilador armónico amortiguado. Oscilador armónico forzado. Resonancia. Osciladores acoplados.

**3. Fuerza dependiente de la posición (II)**

Movimiento de una partícula bajo una fuerza central. Estudio de fuerzas centrales del tipo  $F = k/r^2$ . Fuerza gravitacional dependiente de una masa distribuida espacialmente. Gravitación y leyes de Kepler. Relación tipo de órbita-energía total. Estudio del movimiento de los satélites. Puntos de retorno.

**4. Dinámica de un sistema de partículas**

Ecuaciones de movimiento de un sistema de partículas y el centro de masa. Cantidad de movimiento. Trabajo y energía. Momento angular. Leyes de conservación. Colisiones entre partículas y sus leyes fundamentales. Sistemas de masa variable.

**5. Dinámica en sistemas de coordenadas móviles**

Sistemas inerciales y no inerciales. Sistemas no inerciales en rotación. Estudio del movimiento relativo y del movimiento absoluto. Fuerza de Coriolis. Fuerzas vistas por un observador absoluto. Leyes de movimiento considerando la Tierra en rotación.

**6. Dinámica de cuerpos rígidos**

Centro de masa de un cuerpo rígido. Ecuación de movimiento. Variables dinámicas del movimiento de un cuerpo rígido. Momento angular y energía cinética de rotación. Tensor de Inercia de un cuerpo. Momentos y productos de inercia. Movimiento de Rotación alrededor de un eje fijo. Eje instantáneo de rotación. Determinación de los Ejes principales de un cuerpo. Ecuaciones dinámicas de Euler.

**7. Conceptos de la teoría especial de relatividad**

Transformaciones de Galileo. Propagación de la luz. Cinemática relativista. Contracción de Lorentz. Transformación de velocidades de Lorentz. Transformación de las aceleraciones. Dinámica relativista. Equivalencia masa-energía. Colisiones entre partículas relativistas.

**Metodología**

La docencia se realiza mediante clases magistrales, en las cuales no sólo se desarrolla la teoría, sino también se analizan situaciones en las cuales se aplican los conceptos cuyas leyes han sido formalmente deducidas. Es conveniente reforzar el análisis de conceptos con experimentos demostrativos. Generalmente, lo anterior se combina con el análisis del planteamiento de la situación a resolver, es decir, plantear la resolución de ejercicios, sin realizar todo el proceso de resolución, ya que el estudiante debe ser capaz de desarrollar la resolución en su totalidad.

### **Recursos**

Para cumplir con la metodología, se requiere:

- Aulas adecuadas y acondicionadas.
- Tiza y pizarrón.
- Monitor de televisión de demostración.
- Existencia de bibliografía recomendada en las bibliotecas.
- Uso de Internet.

### **Evaluación**

La evaluación consistirá en 7 exámenes cortos, tareas, al menos 4 exámenes parciales,

### **Bibliografía General delCurso**

K. Symon, "Introduction to Theoretical Mechanics", Mc. Graw Hill.

J. Marion, "Mechanics", Addison Wesley.

R. Feymann, "Lecturas de Física".

Alonso M. &Finn E.J., "Física" Parte I, Fondo Educativo Interamericano Bogotá, 1970.

V. Sagredo, "Mecánica", Monografía, ULA.

PROGRAMA DE LA UNIDAD CURRICULAR  
**DISEÑO ALGORÍTMICO**

SEM.	CÓDIGO	TEORÍA H/S	PRACT. H/S	LAB. H/S	CRÉDITOS ACADÉMICOS	PRELACIÓN
3	231402	1	4	0	2	221401 - 221602

### Justificación

Desde la década de los 70, en el siglo XX, el uso de los computadores en la vida moderna ha aumentado exponencialmente; en la física el uso de las computadoras se ha extendido en todas sus ramas, tanto teóricas como experimentales, hasta llegar en la actualidad a la existencia de la física computacional.

En la actualidad es frecuente ver que se diseñan experimentos y pruebas de las teorías con las computadoras, ya que no pueden ser realizados en laboratorios. Esto ha ayudado al desarrollo de nuevas teorías, así como a descubrir todas sus potencialidades y defectos. Por lo cual, cursos de programación digital, computación y análisis numéricos son indispensables para la formación de los Físicos de la nueva generación.

El curso de Diseño Algorítmico corresponde al aprendizaje de las técnicas fundamentales de desarrollo del software y la implementación de algunos análisis numéricos.

### Requerimientos

Para el cabal desarrollo de este curso, el estudiante debe poseer sólidos conocimientos de matemáticas elementales, derivadas integrales y de las Físicas 1 y 2. Además, debe poseer un buen manejo del computador.

### Objetivos Generales

- Dotar al estudiante de conocimientos y destrezas para el diseño de algoritmos.
- El estudiante al finalizar el curso, deberá poder diseñar y programar algoritmos para la resolución de problemas físicos simples.

### Contenido Programático

1. Diseño algorítmico: Definición. Historia. Programación.

2. Variables y expresiones: Tipos de datos. Expresiones. Operadores. Propagación de errores.
3. Estructuras simples: Asignación. Instrucciones de entrada y salida.
4. Estructuras de selección: Selección simple. Selección doble, Selección anidada. Selección múltiple.
5. Estructuras de repetición.
6. Subprogramas y procedimientos. Ámbito de las variables.
7. Arreglos: Unidimensionales, Multidimensionales.

### **Metodología**

La materia será dictada a través de clases magistrales y prácticas en el laboratorio de computación donde a los alumnos se les presentarán problemas para los cuales deberá diseñar y programar los algoritmos que permitan solucionar dichos problemas.

### **Evaluación**

La evaluación será realizada a través de exámenes parciales y ejercicios entregados como tareas.

### **Recursos Necesarios**

- Para las clases teóricas se requiere un salón normal.
- Para las clases prácticas se requiere un salón con las siguientes características:
  - a) Computadoras para cada estudiante dotadas con los programas a ser utilizados.
  - b) Tarjetas analógicas digitales para estas máquinas con su software.
  - c) Sistema físico del cual serán tomados los datos.

### **Evaluación**

- Informes prácticos.
- Un proyecto de simulación a ser desarrollado durante el semestre.
- Un proyecto de control de experimentos a ser desarrollado durante el semestre.

### Bibliografía

- J.-P. Tremblay y R. Bunt. *Introducción a la ciencia de las computadoras. Enfoque algorítmico*. McGraw-Hill. 1982.
- M. Weiss. *Estructuras de datos y algoritmos*. Addison-Wesley Iberoamericana. 1995.
- S.J.Chapman *FORTRAN 90/95 for Scientists and Engineers*, 2<sup>nd</sup> ed., Mc Graw Hill.
- L. Joyanes, L. , *Fundamentos de Programación*. (Madrid: McGraw-Hill) 1988.
- L. Joyanes, L. , *Problemas de Metodología de la Programación*. (Madrid: McGrawHill) 1989.
- A.Koffran,., *Pascal Introducción al Lenguaje y Resolución de Problemas con Programación Estructurada* . ( Addison- Wesley Iberoamericana ) 1988.

PROGRAMA DE LA UNIDAD CURRICULAR  
**MATEMÁTICA DE LA FÍSICA 1**

SEM.	CÓDIGO	TEORÍA H/S	PRACT. H/S	LAB. H/S	CRÉDITOS ACADÉMICOS	PRELACIÓN
4	241005	5	2	0	6	231004

### Justificación

Unidad curricular destinada a introducir algunas nociones fundamentales del análisis tensorial y del álgebra lineal, indispensables en los cursos de física teórica intermedios y avanzados.

### Requerimientos

Cálculo diferencial e integral, en una y varias variables reales.

### Objetivos Generales

- Profundizar el conocimiento sobre espacios vectoriales de dimensión finita y conocer la generalización a espacios tensoriales.
- Entrenar al estudiante para que adquiriera destreza en el manejo de las herramientas del álgebra lineal.

### Contenido Programático

#### 1. Los vectores de siempre

Vectores, escalares y álgebra vectorial. Independencia lineal y vectores base. Componentes de vectores y cosenos directores. Álgebra vectorial y coordenadas. Producto escalar, producto vectorial y producto mixto. Escalares, pseudo escalares e integración de vectores en coordenadas cartesianas. Notación de Einstein y algebra vectorial con índices.

#### 2. Espacios vectoriales abstractos

Grupos, campos y espacios vectoriales. Métricas y espacios métricos, normas y espacios normados. Producto interno y espacios de Hilbert. Variedades lineales. Dependencia e independencia lineal. Bases en un espacio lineal. Ortogonalidad y bases ortogonales. Ortogonalización, complementos ortogonales y descomposición ortogonal. Aproximación de funciones. El método de mínimos cuadrados.

#### 3. Funciones lineales y tensores

Funcionales lineales. Bases discretas y continuas. Tensores y producto tensorial: definición y propiedades. Bases para el producto tensorial. Tensores, componentes y contracciones. Aplicaciones.

**4. Coordenadas curvilíneas**

Vectores, otra mirada. Vectores, covectores y leyes de transformación. Coordenadas cartesianas y polares. Transformaciones de coordenadas, vectores y tensores. Teorema del cociente, Métricas y componentes. Curvas y parámetros. Coordenadas curvilíneas generalizadas: coordenadas cartesianas, cilíndricas, esféricas y otras. Vectores, tensores, métrica y transformaciones.

**5. Análisis vectorial 1**

Campos tensoriales y el concepto de campo. Campos escalares y superficies. Campos vectoriales y líneas de flujo. Curvas integrales y trayectorias ortogonales. Flujo de campos vectoriales. Operadores diferenciales vectoriales: derivada direccional, diferencia total y gradiente. Divergencia y flujo de campos vectoriales. Rotores, líneas de torbellino y circulación de un campo vectorial. El operador Laplaciano. Derivadas direccionales de campos vectoriales. El campo de aceleraciones de un fluido. Campos tensoriales y derivada covariante.

**6. Análisis vectorial 2**

Integrales y campos vectoriales: integrales de línea y de superficie. Campos vectoriales y teoremas integrales: Teorema de la divergencia. Ley de Gauss y Campo eléctrico. Discontinuidad y densidades superficiales de carga. Teoremas de Green y de Stokes. El teorema de Stokes y las fuerzas conservativas. Teorema de Stokes y discontinuidades del campo vectorial. Teoría del potencial. Potenciales escalares, vectoriales y calibres. Teorema de Green y potenciales. Teorema de Helmholtz.

**7. Operadores lineales y matrices**

Operadores lineales. Composición de operadores lineales. Proyectores, espacio nulo e imagen. Operadores biyectivos e inversos. Operadores herméticos conjugados. Operadores unitarios. Representación matricial de operadores. Algebra de matrices. Representación diagonal de operadores. Sistemas de ecuaciones lineales. Inversa de una matriz. Cambio de bases para vectores. Traza de operadores y sus propiedades. Producto tensorial de operadores. Propiedades y representación matricial del producto tensorial. Diferenciación de operadores. La fórmula de Glauber. Matrices cuadradas: nula, singular. Diagonal a bloques, triangular superior e inferior, matriz de cofactores, adjunta.

**8. Determinantes, autovalores y autovectores**

Definición y propiedades de determinantes. Autovectores y autovalores: definiciones y teoremas preliminares. Autovalores, autovectores e independencia lineal. Autovalores y autovectores de un operador. El polinomio característico. Autovalores y autovectores de un operador. El polinomio característico. Autovalores y autovectores de: matrices similares, matrices herméticas y matrices unitarias. Conjunto completo de observables que conmutan.

## 9. Series infinitas

Definición, convergencia y criterios de convergencia. Álgebra de series. Series de funciones: series de potencias y series de Taylor. Series de Fourier: definición, usos y aplicaciones. Suma de una serie de Fourier. El fenómeno de Gibbs. Transformada de Fourier discreta y transformada rápida de Fourier.

### Metodología

Clases magistrales, en las cuales se desarrolla la teoría junto al análisis, planteamiento y resolución de ejercicios; además, se dedican dos horas semanales a la resolución de problemas.

### Recursos

Se requiere:

- Aulas equipadas con pizarrones.
- Existencia de bibliografía recomendada en las bibliotecas.

### Evaluación

Se recomienda evaluación continua, a través de exámenes parciales y tareas evaluadas.

### Bibliografía General del Curso

- Apostol, T.M. (1972) Calculus Vol 2 (Reverté Madrid) QA300 A66C3 1972.
- Arfken, G.B., Weber, H., Weber, H., (2000) Mathematical Methods for Physicists 5ta edición (Academis Press, Nueva York).
- Borisenko, A.I, y Tarapov I.E. (1968) Vector and Tensor Analisis (Dover Publications Inc, Nueva York).
- Cohen-Tannoudji, C., Diu B. y Laloe (1977) Quantum Mechanics Vol 1 (John Wiley Interscience, Nueva York).
- Dennery, P. y Krzywicki, A. (1995) Mathematics for Physicists (Dover Publications Inc. Nueva York).
- Gel'fand, I.M. (1961) Lectures on linear. Algebra (John Wiley & Sons Interscience, Nueva York).
- Jordan, T.F. (1969) Linear Operator for Quantum Mechanics (John Wiley & sons Interscience, Nueva York).
- Lovelock, D, y Rund H. (1975) Tensors, Differential Forms & Variational Principles (John Wiley Interscience, Nueva York).

- Santalo, L.A Vectores y Tensores (Editorial Universitaria, Buenos Aires).
- Schutz, B. (1980) Geometrical Methods in Mathematical Physics (Cambridge University Press, Londres).

PROGRAMA DE LA UNIDAD CURRICULAR  
**ELECTROMAGNETISMO**

SEM.	CÓDIGO	TEORÍA H/S	PRACT. H/S	LAB. H/S	CRÉDITOS ACADÉMICOS	PRELACIÓN
4	241202	4	2	0	5	231004 - 231201

### Justificación

Unidad curricular de nivel intermedio que sigue a la Física 2 (nivel básico). Esta asignatura es fundamental para la coherencia y consolidación del eje curricular de Electromagnetismo que forma una parte esencial de la formación de un físico.

### Requerimientos

Preparación adecuada en cálculo vectorial, álgebra lineal, cálculo diferencial e integral de varias variables.

### Objetivos Generales

El estudiante debe ser capaz de comprender la naturaleza de los fenómenos electromagnéticos y de las propiedades eléctricas y magnéticas de la materia.

Aplicar los conceptos enseñados en el curso a diversos problemas físicos.

### Contenido Programático

#### 1. Campos electrostáticos y cargas

Carga eléctrica. Conservación y cuantización de la carga. Ley de Coulomb. Campo eléctrico. Distribución continua de cargas. Ley de Gauss. Campo de una distribución esférica de cargas. Campo de una distribución lineal de carga. Campo de una distribución plana de carga. Energía de una distribución de cargas. Energía eléctrica en una red cristalina.

#### 2. Potencial escalar eléctrico

Trabajo en un campo eléctrico externo y diferencia de potencial. Integral de línea del campo eléctrico. Gradiente de una función escalar. Cálculo del campo eléctrico a partir del potencial. Potencial de distribuciones de cargas: carga puntual, línea cargada, dipolo, aro. Divergencia de una función vectorial. Forma diferencial de la ley de Gauss. Operador Laplaciano. Ecuación de Laplace. Rotacional de una función vectorial. Teorema de Stokes.

**3. Campo eléctrico en conductores**

Conductores y aisladores. Conductores en campos eléctricos. Condensadores y capacidad. Energía almacenada en un condensador.

**4. Corrientes eléctricas**

Transporte de carga y densidad de corriente. Conductividad eléctrica y ley de Ohm. Modelo simple de conducción eléctrica. Resistencia de conductores. Elementos de circuitos. Disipación de energía y potencia. Fuerza electromotriz y pilas voltaicas. Corrientes variables en condensadores y resistencias.

**5. Relación entre el Campo Eléctrico y el Campo Magnético**

Fuerzas magnéticas. Definición de campo magnético. Potencial vector. Ley de Ampère. Campo magnético de una corriente en un hilo. Campos de espiras y solenoides. Campo magnético de una lámina de corriente. Conducción eléctrica en un campo magnético. Efecto Hall. Dinámica de cargas en campos eléctricos y magnéticos.

**6. Transformaciones relativistas de los campos**

Medida de la carga en movimiento. Invarianza de la carga eléctrica. Transformaciones de Lorentz. Campo eléctrico en distintos sistemas de referencia. Campo de una carga puntual que se mueve con velocidad constante. Campo de una carga que arranca o se detiene. Fuerza sobre una carga móvil. Fuerza entre cargas en movimiento y fuerza magnética. Transformaciones relativistas de campos eléctricos y magnéticos.

**7. Inducción electromagnética y ecuaciones de Maxwell**

Experimentos de Faraday. Ley de inducción. Aplicaciones: varilla conductora en movimiento en un campo magnético, espira en movimiento, etc. Inducción mutua. Autoinducción. Energía almacenada en un campo magnético. Corriente de desplazamiento. Ecuaciones de Maxwell en el vacío.

**8. Campos eléctricos en la materia**

Dieléctricos. Potencial de una distribución de carga. Potencial de un dipolo. Moléculas dipolares. Momentos dipolares inducidos. Polarizabilidad. Campo eléctrico debido a materia polarizada. Campo de una esfera polarizada. Condensador con dieléctrico. Susceptibilidad eléctrica. Corriente de carga ligada. Energía electrostática en dieléctricos.

**9. Campos magnéticos en la materia**

Ausencia de monopolos magnéticos. Campo magnético de una espira de corriente. Momento dipolar magnético. Fuerza sobre un dipolo magnético en un campo externo. Spin y momentos magnéticos del electrón. Momentos magnéticos atómicos. Susceptibilidad magnética. Campo magnético de un imán. Corrientes libre y el campo  $\mathbf{H}$ . Magnetización. Diamagnetismo atómico, Paramagnetismo atómico y Ferromagnetismo.

### **Metodología**

La metodología a seguir consiste en clases magistrales y en clases de resolución de problemas con la participación activa de los estudiantes. La realización de problemas como tareas evaluadas es fundamental para el aprendizaje del Electromagnetismo.

### **Recursos**

Se requiere de un aula confortable con pizarra acrílica. Para algunas ilustraciones se debe usar video-beamo proyector de transparencias. Es importante que el estudiante pueda obtener los libros recomendados en la biblioteca.

### **Evaluación**

Se recomiendan principalmente tareas continuas y una evaluación integral que debe incluir no menos de 4 exámenes parciales.

### **Bibliografía General del Curso**

- E. M. Purcell, *Electricidad y Magnetismo*. Berkeley Physics Course Vol. 2.
- David J. Griffiths, *Introduction to Electrodynamics*, 3ra. Edición, Prentice Hall.1998.
- M. A. Heald, J.B. Marion, *Classical Electromagnetic Radiation*. 3ra. Ed. Brooks Cole. 1994.
- J.Reitz and F.Milford and R.Christy,*Foundations of Electromagnetic Theory*, 4a. Ed.1993.

PROGRAMA DE LA UNIDAD CURRICULAR  
**TERMODINÁMICA**

SEM.	CÓDIGO	TEORÍA H/S	PRACT. H/S	LAB. H/S	CRÉDITOS ACADÉMICOS	PRELACIÓN
4	241104	4	2	0	5	231103 - 231004

### Justificación

La Termodinámica, junto a la Mecánica y el Electromagnetismo, constituyen los tres pilares fundamentales en la formación del conocimiento de la Física Básica que debe poseer un estudiante de la Licenciatura en Física.

Además, es una unidad curricular que comprende conocimientos fundamentales de carácter formativo para todas las ramas de las Ciencias e Ingeniería y que son necesarios para la comprensión de otras asignaturas de la carrera.

### Requerimientos

Para comprender la asignatura es necesario que el estudiante tenga conocimientos previos de Física y Matemática, entre los que se hacen imprescindibles: vectores, números complejos, series. Además amplio conocimiento del cálculo diferencial así como de los grandes teoremas de conservación de energía, Estática, dinámica y cinemática de las partículas.

### Objetivos Generales

Esta asignatura comprende conocimientos fundamentales de carácter formativo para todas las ramas de las Ciencias e Ingeniería.

El objetivo principal es que el estudiante comprenda con claridad y precisión los fenómenos físicos y las leyes que los rigen.

Al finalizar el curso el estudiante debe estar en capacidad de definir y explicar los fenómenos físicos que conforman la termodinámica y sus leyes fundamentales, la cinética de los gases, la electricidad y magnetismo.

El estudiante debe estar en capacidad de aplicar sus conocimientos a través de las fórmulas y ecuaciones para la solución de problemas sobre los tópicos nombrados, utilizando los sistemas de unidades correspondientes.

## Contenido Programático

### 1. Generalidades

Importancia de la termodinámica en el contexto de la Física. Nomenclatura utilizada en los sistemas termodinámicos. Concepto de la existencia del estado termodinámico de un sistema. Variables de estado. Propiedades extensivas e intensivas. Temperatura termodinámica. Sistemas termodinámicos. Estado de un Sistema y propiedades que lo caracterizan. Estado en equilibrio termodinámico. Variables de estado. Propiedades extensivas e intensivas. Procesos termodinámicos, reversibles e irreversibles. Fenomenología de la energía térmica (calor). Concepto primario de temperatura de un cuerpo. Medición de la Temperatura. Leyes de los gases: Ley Charles o de Guy Lussac y la ley de Boyle. Definición de la capacidad calorífica a presión y a volumen constante Concepto y leyes de la dilatación de líquidos y sólidos.

### 2. Ecuaciones de estado

Propiedades observables en un sistema de un componente. Ecuación de estado de un gas ideal. Diagrama P-T y el concepto de punto crítico. Superficie P-V-T de un gas ideal. Ecuación de estado de un gas real. Van der Waals. Superficie P-V-T de un gas real. Punto triple. Constantes críticas de un gas de van der Waals. Revisión de la teoría de diferenciales parciales. Relaciones diferenciales entre magnitudes termodinámicas. Expansibilidad y compresibilidad.

### 3. Primera ley de la Termodinámica

Trabajo termodinámico. Trabajo disipativo. Procesos reversibles e irreversibles. Primera ley de la termodinámica. Primera ley para sistemas magnéticos. Concepto de energía interna y flujo térmico. Equivalente mecánico del calor. Capacidad térmica. Calor de transformación. Concepto de Entalpía. Energía térmica o Calor. Calor específico de fusión de vaporización y sublimación. Forma general de la primera ley de la termodinámica (energía magnética).

### 4. Consecuencias de la Primera Ley de la TD

Ecuación de energía. Relaciones termodinámicas con la temperatura y la presión (T-P) como variables independientes, o bien con la presión y el volumen (P-V) como variables independientes o con la temperatura y el volumen (T-V) como variables independientes. Experimentos de Guy-Lussac y Joule Thompson. Coeficiente de Joule. Procesos adiabáticos reversibles. Ciclo de Carnot. La máquina térmica y el refrigerador. Concepto de rendimiento de una máquina térmica.

### 5. Entropía y Segunda Ley de la Termodinámica

Segunda ley de la termodinámica. Temperatura termodinámica. Entropía de un Sistema. Cambios de entropía en un proceso reversible. Temperatura termodinámica y temperatura de un gas ideal. Diagramas de Temperatura-Entropía.

Cambios de entropía en procesos reversibles e irreversibles. Criterios de equilibrio y estabilidad.

Principio del aumento de las entropías. Enunciado de Clausius y de Kelvin-Planck de la segunda ley de la termodinámica.

#### **6. Potenciales termodinámicos**

Función de Helmholtz y función de Gibbs y sus respectivas energías. Procesos reversibles y potenciales termodinámicos. Ecuación característica de una sustancia.

Equilibrio estable e inestable. Transiciones de fase. Transiciones de primer orden.

Ecuación de Clausius- Clapeyron. Teorema de Nernst. Tercera ley de la termodinámica.

Equilibrio de fases y regla de las fases.

Nociones de la termodinámica del Magnetismo.

#### **7. Teoría Cinética**

Consideraciones básicas. Flujo molecular. Densidad de energía de un gas Ecuación de estado de un gas ideal. Energía medio de una molécula en un gas ideal.

Colisiones con paredes móviles. Principio de equipartición de la energía.

Teoría clásica de la capacidad térmica.

Teorías clásicas del calor específico de un sólido. Ley de Dulong y Petit.

#### **8. Termodinámica estadística**

Macroestados y microestados. Partículas distinguibles e indistinguibles.

Probabilidad termodinámica. Estadística de Maxwell-Boltzman. Interpretación estadística de la entropía.

Función de partición. Propiedades termodinámicas de un sistema.

Gas ideal monoatómico. Distribución de velocidades moleculares.

Principio de la equipartición de la energía.

#### **9. Mecánica de Fluidos**

Estática: Nociones generales. Fluidos, densidad, peso específico, sus unidades. Variación de la presión en un fluido en reposo.

Principio de Pascal. Principio de Arquímedes. Empuje. Presión atmosférica y manómetro.

Dinámica: Conceptos generales del flujo en los fluidos. Flujo irrotacional. Viscosidad.

Ecuación de continuidad. Ecuación de Bernoulli. Leyes de conservación de la Mecánica de los Fluidos. Campos de Flujo.

### **Metodología**

Las actividades del proceso enseñanza-aprendizaje consistirán en técnicas expositivas apoyadas con experimentos didácticos.

Debería diseñarse un conjunto de experimentos demostrativos que complementen la enseñanza teórica de la asignatura.

Uso de Internet.

### **Recursos**

Para cumplir con las actividades de aprendizaje antes mencionadas, se hará uso de los siguientes recursos:

- a) Equipos de laboratorio.
- b) Bibliografía.
- c) Uso de Internet.

### **Evaluación**

La evaluación consistirá en 8 exámenes cortos, tareas, al menos 4 exámenes parciales.

### **Bibliografía General del Curso**

- Sommerfeld, Thermodynamics and Statistical Mechanics.
- F. Sears y H. Salinger, Kinetic theory and statistical thermodynamics. Addison Wesley.
- Kittel, ThermalPhysics.
- R. Resnick & D. Halliday., "FÍSICA" parte II, Editorial Continental, México, 1977.

**PROGRAMA DE LA UNIDAD CURRICULAR**  
**ELECTRÓNICA**

SEM.	CÓDIGO	TEORÍA H/S	PRACT. H/S	LAB. H/S	CRÉDITOS ACADÉMICOS	PRELACIÓN
4	241501	4	0	4	5	231402 - 231201

**Justificación**

La unidad curricular de Electrónica está orientada para introducir al alumno en el estudio de las técnicas básicas para el análisis de circuitos y sistemas electrónicos y en el manejo de equipos de medidas, simulación y control dentro de los procesos eléctricos y electrónicos, especialmente diseñado para alumnos de ciencias (Física y Química). Los alumnos de electrónica serán introducidos en la electrónica analógica y digital de una manera muy elemental a través de conceptos muy familiares como son cargas, corrientes, principios básicos de manejo de instrumentos, que le servirán en el desempeño de su carrera.

En la actualidad, muchas áreas de física y química requieren del almacenamiento y procesamiento de señales procedentes de mediciones en forma automática. Para esto es necesario que el estudiante desarrolle el conocimiento de las distintas técnicas en la adquisición y procesamiento de datos y el control de equipos de medición asistido por un computador.

**Requerimientos**

Para tener éxito en esta materia, el alumno debe tener mucha disciplina en el estudio diario, comprensión y poder de síntesis ya que se trata de una materia integrada: Teoría y Laboratorio práctico todo junto. Los requerimientos son: algebra elemental, transformada de Laplace, serie de Fourier, matrices, lógica, programación digital y física de la electricidad.

**Objetivos**

- Instruir al alumno en aquellos tópicos necesarios para que tenga un conocimiento mínimo que le permita entender y explicar los procesos eléctricos y electrónicos.
- Dotar al estudiante de conocimientos básicos para el análisis de circuitos y sistemas electrónicos mediante la utilización de un computador.
- Incorporar al estudiante a la nueva tecnología desarrollada en las distintas áreas de trabajo que le sirvan a su condición profesional.
- Instruir al alumno en las distintas técnicas de adquisición de datos y procesamiento de señales asistido por un computador.

- Dotar al estudiante de las técnicas necesarias para el control automático de equipos de medidas por medio de un computador.

## **Contenido Programático**

### **1. ELECTRÓNICA ANALÓGICA**

#### **TEMA I. Circuitos eléctricos**

- Definición: Carga. Corriente eléctrica. Diferencia de potencial. Potencia eléctrica, Resistencias. Inductores. Capacitares. Nodo. Malla.. Fuente de voltaje. Fuente de corriente. Corto circuito. Circuito abierto.
- Ley de Ohm. Leyes de Kirchhoff. Ecuaciones de malla y ecuaciones de nodo.
- Teorema de Thevenin. Teorema de Norton. Equivalencia entre Thevenin y Norton.
- Circuitos eléctricos con fuentes dependientes.
- Circuitos eléctricos de primer orden. Solución general y particular. Constante de tiempo. Factor de integración.
- Repaso a la Transformada de Laplace.
- Definición de Impedancia y Admitancia. Impedancia equivalente.
- Función de transferencia. Respuesta de frecuencia. Diagrama de Bode (magnitud y fase).

#### **TEMA II. Diodos Semiconductores**

- Aislante, conductor y semiconductor. Estructura de bandas, redes cristalinas, portadores de carga, conducción intrínseca, impurezas y conducción extrínseca, semiconductores tipo P y tipo N. Barrera de potencial.
- Diodo semiconductor de unión. Conducción inversa y directa, diagrama I-V. Modelos eléctricos lineales para un diodo semiconductor. Modelaje de dispositivos semiconductores.
- Aplicación de los diodos: Rectificadores. Limitadores. Fijadores. Multiplicadores de amplitud: duplicadores y triplicadores.
- Diodos especiales: Diodo Zener. Diagrama I-V. Modelaje lineal del Zener. Aplicaciones como regulador de voltaje.
- Tópicos informativos: Diodo Túnel. Diodo emisor de luz (LEDS). Diodo varactor. Rectificadores controlados: SCR, TRIACS. Disparadores: DIACS.

#### **TEMA III. Transistores**

- Tipo NPN y PNP. Curvas características. Regiones de operación: Región activa, saturación y corte. Configuraciones: emisor común, base común, colector común.
- Aplicaciones: Fuente de tensión basada en transistores y diodo tener.

#### **TEMA IV. Circuitos integrados lineales**

- Amplificador Operacional: Características. Inversor. No-inversor. Sumador. Integrador. Derivador. Comparador simple. Filtros.

- Reguladores integrados: Diseño de una fuente de voltaje regulada basada en un regulador integrado.

## **2. ELECTRÓNICA DIGITAL**

### **TEMA I. Introducción a sistemas digitales**

- Sistemas numéricos: decimal, octal, hexadecimal, binario. Conversiones entre números de diferentes bases. Operaciones aritméticas de números binarios.
- Definiciones lógicas. Algebra de Boole. Operaciones lógicas. Compuertas lógicas. Tabla de la verdad.
- Simplificaciones de funciones lógicas: método del mapa o tabla de Karnaugh.

### **TEMA II. Lógica combinacional**

- Procedimiento de diseño combinacional.
- Decodificadores. Arreglos lógicos.

### **TEMA III. Lógica secuencial**

- Elementos de almacenamiento: Flip-Flop.
- Análisis de circuitos lógico secuencial. Procedimiento de diseño.
- Contador sincrónico. Registros con desplazamiento.

### **TEMA IV. Introducción a los dispositivos lógicos programables**

- Clasificación y matrices de los dispositivos lógicos programables (PLD)
- Matriz genérica programable (GAL).
- Programación de los PLD.

### **TEMA V. Lógica programada**

- El microprocesador y su arquitectura.

### **TEMA VI. Electrónica de interfaz**

- Convertidores de analógico a digital (ADC).
- Convertidores de digital a analógico (DAC).

## LABORATORIO

El laboratorio de electrónica tiene el objetivo de comprobar y reforzar los conocimientos adquiridos en la teoría de la materia.

### **Práctica 1: Principios Básicos**

- Normas del Laboratorio. Metodología y sistema de evaluación.
- Ejecutar el tutorial del programa de simulación instalado en las computadoras del Laboratorio.

### **Práctica 2: Comprobación de las Leyes de Kirchhoff**

- Manejo de la tabla de montaje de circuitos electrónicos.
- Comprobación práctica de las leyes de Kirchhoff (Nodo y Malla).
- Comprobación de las leyes de Kirchhoff en el programa simulador.

### **Práctica 3: Comprobación de los circuitos equivalentes de Thevenin y/o Norton**

- Montaje y verificación de los circuitos equivalente Thevenin y/o Norton.
- Comprobación de los circuitos equivalente Thevenin y/o Norton en el programa simulador.

### **Práctica 4: Filtros pasivos**

- Diseño y montaje de circuitos de filtros pasivos.
- Obtener la respuesta de frecuencia de los filtros. (Diagrama de Bode).
- Utilizar el programa de simulación para obtener la respuesta de frecuencia de los circuitos.

### **Práctica 5: Fuente de poder**

- Montaje de circuitos rectificadores de media onda y onda completa.
- Filtrado. Regulador de voltaje con diodo Zener y transistor.
- Fuente de poder con reguladores integrados.

### **Práctica 6: Amplificadores Operacionales**

- Montaje de circuitos: Inversor, No-Inversor y seguidor de tensión.
- Diseño y montaje de circuitos con filtros activos.
- Obtener la respuesta de frecuencia de los filtros. (Diagrama de Bode)
- Utilizar el programa de simulación para obtener la respuesta de frecuencia de los circuitos.

### **Práctica 7: Circuitos digitales**

- Montaje y estudio de distintas compuertas lógicas.
- Montaje y estudio de circuitos combinacionales.

### **Práctica 8. Circuitos secuenciales**

- Montaje y estudio de elementos de almacenamiento: Flip-Flop.
- Montaje y estudio de un circuito secuencial.

**Práctica 9. Tarjetas de adquisición (2 semanas)**

- Características de las tarjetas de adquisición.
- Uso de los instrumentos virtuales.
- Uso de los puertos de entradas y salidas para señales analógicas y digitales.

**Practica 10. Adquisición de datos (2 semanas)**

- Frecuencia de muestreo. Teorema de Nyquist.
- Visualización y procesamiento de datos.
- Aplicación: Utilización de distintos tipos de transductores para adquisición de datos.

**Bibliografía**

- Ed Minister. “Circuitos electrónicos”.
- Benjamín Zeines. “Análisis de circuitos eléctricos”.
- Lawrence P. Huelsman. “Teoría de circuitos”.
- Millman and Tabú. “Circuitos de pulsos, digitales y de conmutación”.
- Millman and Halkias. “Dispositivos y circuitos electrónicos”.
- Schilling y Belove. “Circuitos electrónicos discretos e integrados”.
- Coughlin Villanucci. Intruductory “Operational Amplifiers and Linear Ics”. Prentice-Hall International.
- Morris Mano. Diseño digital. Prentice-Hall.
- Richard Jaeger and Travis Blalock.” Diseño de circuitos microelectrónicas”. Mg Graw Hill.
- Dorf and Svoboda. “Introducción al análisis y diseño de circuitos eléctricos”. 3er Edición. Alfaomega.
- Charles Alexander and MoteenSadiku. “Fundamentos de circuitos eléctricos”. McGraw Hill.
- John Wakerly. “Diseño digital: Principios y prácticas”. Prentice Hall.
- Skoog and Leary. “Análisis Instrumental”. 4ta edición. McGraw Hill.
- William Fletcher. “An engineering approach to digital design”.
- Rashid. “Circuitos Microeléctronicos: Análisis y diseño”. Thomson Editores.

PROGRAMA DE LA UNIDAD CURRICULAR  
**MATEMÁTICA DE LA FÍSICA 2**

SEM.	CÓDIGO	TEORÍA H/S	PRACT. H/S	LAB. H/S	CRÉDITOS ACADÉMICOS	PRELACIÓN
5	251006	5	2	0	6	241005

### Justificación

La unidad curricular de Matemática de la Física 2 es un asignatura introductoria a las ecuaciones diferenciales ordinarias y funciones especiales de la Física-Matemática, orientado para que los estudiantes de Física se familiaricen en métodos elementales para resolver ecuaciones diferenciales ordinarias. Estos métodos son fundamentales para poder estudiar las diferentes unidades curriculares de la carrera de Licenciatura en Física.

### Requerimientos

Algebra, Cálculo diferencial e integral en una y varias variables reales.

### Objetivos Generales

Enseñar al estudiante a conocer las diferentes clases de ecuaciones diferenciales ordinarias y aplicar los diferentes métodos de solución cuando es posible obtener soluciones en términos de cuadraturas de funciones elementales o de las funciones especiales más comúnmente usadas en la Física.

También se le enseña al estudiante los fundamentos elementales de la integración numérica de ecuaciones diferenciales de primer orden.

Al finalizar el curso, el estudiante debe estar en capacidad de clasificar una ecuación diferencial ordinaria y de aplicar el método más conveniente para su solución en términos de funciones conocidas y/o obtener una solución semi-cuantitativa cuando los métodos analíticos no sean factibles.

### Contenido Programático

#### 1. Lenguaje y Conceptos Básicos

Motivación y Origen de la Ecuaciones Diferenciales; Variables. Funciones. Intervalos. Ecuaciones Algebraicas y Diferenciales. Ordinarias y Parciales. Lineales y No Lineales.

Orden de una Ecuación Diferencial. Ecuaciones Diferenciales homogéneas e Inhomogéneas. Ecuaciones Diferenciales Lineales de Primer Orden; Familia de Soluciones. Solución General y Solución Particular. Ecuaciones Diferenciales No Lineales.

**2. Tipos de Ecuaciones Diferenciales Ordinarias de Primer Orden**

Ecuaciones Diferenciales Separables; Exactas; Factores Integrantes. Funciones y Ecuaciones Diferenciales homogéneas; Ecuación de Bernoulli. Ecuación de Ricatti. Ecuación de Lagrange. Problemas Variados. Aplicaciones de las Ecuaciones Diferenciales de Primer Orden.

**3. Ecuaciones Diferenciales Lineales de Segundo Orden.**

Generalidades; Ecuaciones homogéneas. Independencia Lineal. Reducción de Orden. Ecuaciones homogéneas con Coeficientes Constantes; Raíces Complejas. Ecuaciones Inhomogéneas; Método de los Coeficientes Indeterminados. Método de Variación de los Parámetros. Aplicaciones.

**4. Transformadas Integrales, Método de Transformada de Laplace**

Cálculo operacional; Transformadas Integrales. Transformada de Laplace: Propiedades y usos. Teorema de Convulación.

**5. Métodos de Solución por Series**

Series de Potencias; Propiedades y Criterios de Convergencia. Puntos Ordinarios y Singularidades en Ecuaciones Diferenciales. Soluciones en puntos Ordinarios. El Método de Frobenius y las soluciones cercanas a puntos singulares. Un Ejemplo: La Ecuación Bessel. Funciones de Bessel de primer tipo. Propiedades.

**6. Funciones Especiales**

Funciones Cilíndricas; Funciones de Bessel de primera y segunda especie. Funciones de Neumann y Hankel. Funciones de Bessel Modificadas. Expansiones Asintóticas. Funciones Esféricas; Funciones de Legendre de Primera Especie y los Armónicos Esféricos. La Cantidad de Movimiento Angular. Funciones de Legendre de Segunda Especie. Aplicaciones. Funciones Hipergeométricas; Series Hipergeométricas y Continuaciones Analíticas. Propiedades y Casos Particulares. Funciones Hipergeométricas Confluentes. Función Gamma; Fórmula de Stirling; Función Beta. Funciones Gamma incompletas y Funciones Relacionadas. Funciones Integrales Probabilistas. Funciones Integrales Exponenciales.

**7. Sistemas de Ecuaciones Diferenciales y Métodos Numéricos**

Sistemas Homogéneos con Coeficientes Constantes. Sistemas Inhomogéneos. Soluciones Exactas y Aproximadas; Fuentes de errores. Sumas de Riemman. Método Trapezoidal y de Simpson. Métodos de paso simple. Series de Taylor y los Métodos de Euler de Primero y Segundo Orden. Métodos de RungeKutta. Métodos de Paso Múltiple: Adams-Basgforth. Milne. Adams-Moulton y Milne-Simpson. Métodos Predictor-Corrector.

### **8. Variable Compleja**

Funciones de Variable Compleja; Funciones Elementales. Límites. Continuidad y Derivadas. Ecuaciones de Cauchy-Riemann. Funciones Analíticas. Integración Compleja; Integrales de Línea. Regiones simples y múltiples conexas. Teorema de Cauchy-Goursat. Fórmulas integrales de Cauchy. Series de Taylor y de Laurent; Convergencia. Tipos de singularidad. Residuos; Teorema de residuos. Evaluación de integrales.

### **Metodología**

Clases magistrales en las cuales se desarrolla la teoría junto al análisis, planteamiento y resolución de ejercicios; además, se dedican dos horas semanales a la resolución de problemas.

### **Recursos**

Se requiere:

- a) Aulas equipadas con pizarrones.
- b) Laboratorio de Computación y el programa Maple
- c) Existencia de la bibliografía recomendada en las bibliotecas.

### **Evaluación**

Se recomienda evaluación continua, a través de 5 exámenes parciales y tareas evaluadas.

### **Bibliografía General del Curso**

- W. E. Boyce y R.C. DiPrima. Elementary Differential Equations and Boundary Problems. John Wiley, New York, 1977.
- L. Elsgoltz. Ecuaciones Diferenciales y Cálculo Variacional. Mir, Moscú, 1969.
- M. Tenenbaun y H. Pollard. Ordinary Differential Equations. Harper and Row, New York, 1963.
- E. A. Coddintong y N. Levinson. Theory of Ordinary Differential Equations. McGraw-Hill, New York, 1952.
- G. Birkhoff y G. Rota. Ordinary Differential Equations. John Wiley, New York, 1969.
- A. Kiseliiov, M. Krasnov y G. Makarenko. Problemas de Ecuaciones Diferenciales Ordinarias. Mir, Moscú, 1969.
- G. A. Arfken. Mathematical Methods for Physicists. Academic Press, New York 1970.
- N. N. Lebevedev. Special Functions and Their Applications. Dover, New York, 1972.

PROGRAMA DE LA UNIDAD CURRICULAR

**FÍSICA DE ONDAS**

SEM.	CÓDIGO	TEORÍA H/S	PRACT. H/S	LAB. H/S	CRÉDITOS ACADÉMICOS	PRELACIÓN
5	251105	4	2	0	5	231103 - 241202

**Justificación**

Esta unidad curricular corresponde al inicio del estudio de la Física del movimiento ondulatorio ya sea en medios continuos como en el vacío.

**Requerimientos**

Buenos conocimientos de funciones y sus gráficas, análisis vectorial y cálculo diferencial e integral.

**Objetivos Generales**

- Comprender las condiciones necesarias para la formación de una onda, así como las propiedades de estas en los diferentes medios de propagación y las leyes de desplazamiento.
- Comprender la generación y propiedades de las ondas electromagnéticas, así como la presencia de los más importantes efectos, como ser: reflexión, refracción, interferencia y difracción.

**Contenido Programático**

**1. Ondas Mecánicas**

Condiciones para la existencia de ondas mecánicas. Pulsos. Diferentes formas de un pulso. Análisis de la propagación de un pulso. Movimiento armónico simple. Ecuación de la onda. Propagación de energía. Movimiento ondulatorio Ejemplos en dos y tres dimensiones. Ondas planas, cilíndricas y ondas esféricas. Frentes de onda. Propagación de una onda en una cuerda. La cuerda como un caso límite de un sistema de partículas. Análisis de la relación entre las ondas mecánicas y la Acústica (ondas sonoras).

**2. Superposición (05 clases)**

Análisis de la superposición entre ondas. Principio de superposición y series de Fourier Generación y propiedades de las Ondas estacionarias. Análisis del concepto de interferencia. Interferencias por diferencias de fase. Batidos. Interferencia en dos dimensiones.

**3. Ondas Electromagnéticas**

Análisis de las Ecuaciones de Maxwell Condiciones para la existencia de las ondas electromagnéticas y obtención de la ecuación de una onda electromagnética Espectro de los diferentes tipos de ondas electromagnéticas. Concepto de Polarización en una onda. Energía radiante. Dipolo radiante. Cargas aceleradas, radiación sincrónica y radiación dipolar eléctrica. Fuentes y Propagación de las ondas electromagnéticas.

**4. Reflexión y Refracción de ondas electromagnéticas**

Leyes de reflexión y refracción. Ecuaciones de Fresnel. Análisis cualitativo de las propiedades ópticas de los metales y de los materiales dieléctricos. Índice de refracción.

**5. Propiedades de las ondas electromagnéticas**

Diferentes tipos de superposición de ondas. Naturaleza de la luz polarizada. Polarización. Diferentes tipos de polarización y aplicaciones. Nociones de dicroísmo y birrefringencia. Aplicaciones. Efecto Kerr y rotación de Faraday.

**6. Óptica Ondulatoria**

Construcción de Huygens. Ondas secundarias. Reflexión. Refracción. Velocidad de la luz en materiales transparentes. Reflexión total interna. Fibras ópticas. Interferencia y condiciones para que ocurra. Películas delgadas. Anillos de Newton. Interferómetro de Fabry-Perot. Experimento e Interferómetro de Young. Rendijas múltiples. Interferómetros de paso. Experimento de Michelson-Morley. Difracción: Una rendija. Dos rendijas. Generación de los patrones de difracción. Múltiples rendijas. Red de difracción. Polarización. Producción de luz polarizada. Dicroísmo. Polarización por reflexión.

**7. Aspectos de la naturaleza cuántica de la luz**

Análisis conceptual y cualitativo de los siguientes conceptos: fotón, radiaciones emitidas por un cuerpo. Concepto de coherencia. Difracción de Rayos X. Relación partícula-onda. Relación de De Broglie. Difracción de electrones. Experimento de Davisson y Germer.

**8. Óptica Geométrica**

Concepto de rayo de luz. Superficies especulares, planas y esféricas. Análisis de la acción de un rayo luminoso y las lentes delgadas. Instrumentos ópticos. Aberraciones. Dispersión de la luz y los Prismas. Fenómenos ópticos naturales, arco iris, colores del cielo.

**Metodología**

Clases de teoría y de problemas.  
Presentación de experimentos demostrativos.  
Películas (indispensable ayuda gráfica).  
Uso de recursos de Internet.

### **Evaluación**

Siete tareas y seis exámenes parciales.

### **Bibliografía General del Curso**

- E. Hecht y A. Zajac. Optica, Addison Wesley, Massachussets, 1974.
- V. Sagredo. "Física de Ondas", Monografía ULA. 2001.
- Alonso M. & Finn E.J., "Física", Parte II, Fondo Educativo Interamericano Bogotá, 1970.
- F.Jenkins and H. White, Fundamentals of Optics.Mc Graw Hill. 1976.
- R.Feymann. Lecturas de Física. Vol.1-2-3.
- K.Simón, Mechanics, Cap. 8, Addison Wesley.
- Eisberg R. y Lerner L. "FISICA", parte II. Mc Graw Hill Interamericana, 1981.

PROGRAMA DE LA UNIDAD CURRICULAR  
**FÍSICA COMPUTACIONAL**

SEM.	CÓDIGO	TEORÍA H/S	PRACT. H/S	LAB. H/S	CRÉDITOS ACADÉMICOS	PRELACIÓN
5	251403	2	4	0	6	231402 - 241501

### Justificación

Desde la década de los 70 en el siglo XX, el uso de los computadores en la vida moderna ha aumentado vertiginosamente. En la física, en particular, el uso de las computadoras se ha extendido en todas sus ramas, tanto teóricas como experimentales, hasta llegar en la actualidad a la existencia de la física computacional.

Esta realidad le ha agregado una nueva componente al paradigma de cómo hacer ciencia: la simulación. Es por esto que hoy en día se habla de o-ciencia en la que la plataforma de cómputo se convierte, entre otras cosas, en un laboratorio de donde se obtienen datos. En esta asignatura se le presenta al estudiante algunas de las más importantes técnicas de simulación.

### Requerimientos

El estudiante debe abordar esta materia con buenas bases conceptuales y destreza en matemáticas y programación además de un seguro conocimiento de la física básica

### Objetivos Generales

Proveer al estudiante de una visión panorámica y nociones operativas de las técnicas de simulación numéricas más comúnmente utilizadas para resolver problemas en Ciencias e Ingeniería.

### Contenido Programático

1. Introducción al cálculo numérico. Sistemas de numeración. Arquitectura del computador. Fuente y propagación de errores.
2. Métodos numéricos para ecuaciones diferenciales ordinarias. Modelando con ecuaciones. Las ecuaciones, el vocabulario, los fenómenos que describen. Ecuaciones ordinarias y parciales. Método de Euler. Familia de Métodos Runge-Kutta. Familia de Métodos Predictor-Corrector. Los Métodos de Disparo y relajación. Manejo adaptativo del paso y las singularidades.

3. Métodos numéricos para ecuaciones diferenciales en derivadas parciales: Ecuaciones en derivadas Parciales: generalidades y Clasificación. Problema de valores iniciales y métodos de Runge-Kutta. Problemas de valores de contorno y métodos de relajación y de malla variable. Elementos Finitos. Diferencias finitas. Los Métodos variacionales y su aplicación.
4. Método de Monte Carlo. Definición Áreas de aplicación: Métodos que emplean a Monte carlo. Integración. Optimización. Problema Inverso.
5. Sistemas espacio-temporales discretos. Autómatas celulares. Redes de mapas acoplados.
6. Sistemas de eventos discretos.

### **Metodología**

La materia será dictada a través de clases magistrales y prácticas de laboratorio de computación donde los alumnos aplicarán las técnicas estudiadas.

### **Evaluación**

La evaluación será realizada a través de exámenes parciales y ejercicios entregados como tareas.

### **Recursos**

- Para las clases teóricas se requiere un salón normal.
- Para las clases prácticas se requiere un salón con Computadoras para cada estudiante, dotadas con los programas a ser utilizados.

### **Bibliografía General Del Curso**

- H.Gould,J.Tobochnik y W.Christian. *Introduction to Computer Simulation Methods*. Addison Wesley. 2006.
- N.Giordano, *Computational Physics*.Prentice Hall, Upper Saddle River, 1997.
- S.E.Koonin y D. Meredith. *Computational Physics*, Addison Wesley Reading, 1990.
- R.H. Landau & M.J. Páez, *Computational Physics*, John Wiley and Sons,New York, 1997.
- G.Curtis, *Análisis numérico con aplicaciones*, Perrazo Education. 2000.
- R. L. Burden. *Análisis numérico*, Grupo editorial Iberoamérica, 1996.
- B.P.Zeigler, H. Praehofer, T.G.Kim, *Theory of modelling and simulation: integrating discrete event and continuous complex dynamic systems*.Academic Press, 2000.

PROGRAMA DE LA UNIDAD CURRICULAR  
**MATEMÁTICA DE LA FÍSICA 3**

SEM.	CÓDIGO	TEORÍA H/S	PRACT. H/S	LAB. H/S	CRÉDITOS ACADÉMICOS	PRELACIÓN
6	261007	4	2	0	5	251006

### Justificación

Proveer una introducción contemporánea a las Ecuaciones Diferenciales Parciales (EDP's), introduciendo herramientas tales como funciones de Green y expansiones ortogonales entendidas desde el punto de vista de la teoría de distribuciones.

### Requerimientos

Conocimiento elemental de ecuaciones diferenciales ordinarias y funciones especiales.

### Objetivos Generales

Familiarizar al estudiante con el tipo de problemas en Física (valores iniciales y/o de contorno) que permite el modelado con cada uno de los tipos de EDP's (en particular, las EDP's lineales de segundo orden). Adquirir destrezas en el manejo de herramientas para resolver problemas que involucran EDP's.

### Contenido Programático

#### 1. Distribuciones

Funciones de prueba. Distribuciones. Multiplicación de distribuciones. Derivación de distribuciones. Sucesiones y series de distribuciones. Producto tensorial de distribuciones. El producto de convolución. Ecuaciones de convolución. Transformada de Laplace. Transformada de Fourier. Series de Fourier.

#### 2. Ecuaciones Diferenciales Ordinarias: Funciones de Green

El problema de valores iniciales. El problema de contorno.

#### 3. Ecuaciones Diferenciales Parciales (EDP's)

EDP's de primer orden en dos variables. EDP's de segundo orden en dos variables, clasificación y formas canónicas. Problemas bien planteados para EPD's de segundo orden.

**4. El problema de valores iniciales para las ecuaciones hiperbólicas**

El problema de valores iniciales para las ecuaciones de onda y de difusión en dos variables independientes. Funciones de Green. Empleo de transformadas de Laplace y de Fourier. El problema de valores iniciales con una condición de contorno homogénea: transformadas coseno y seno de Fourier.

**5. El problema de contorno y valores iniciales**

Separación de variables. Condiciones de contorno más frecuentes. El problema para la ecuación de onda en dos variables independientes, casos homogéneo y no homogéneo. Funciones de Green. Espacios de Hilbert. Bases en el espacio de Hilbert. El espacio de Hilbert de funciones de cuadrado integrable. El problema para la ecuación de difusión en dos variables independientes.

**6. El problema de contorno puro y las ecuaciones del tipo elíptico**

Las ecuaciones de Laplace y de Poisson. El problema de Dirichlet en dos variables independientes. Funciones de Green para el problema de Dirichlet. El problema de contorno de Neumann, funciones de Green para el problema de Neumann.

**7. Problemas en más de dos variables independientes**

Los problemas de contorno para las ecuaciones de Laplace y de Poisson en el interior de un cubo, de un cilindro y una esfera. El problema de valores iniciales y la función de Green para la ecuación de onda en (3+1) dimensiones. La función de Green para la ecuación de Schrödinger.

**Metodología**

Clases magistrales en las cuales se desarrolla la teoría junto al análisis, planteo y resolución de ejercicios; además, se dedican dos horas semanales a la resolución de problemas.

**Recursos**

Se requiere:

- a) Aulas equipadas con pizarrones.
- b) Existencia de la bibliografía recomendada en las bibliotecas.

**Evaluación**

Se recomienda evaluación continua, a través de exámenes parciales.

### **Bibliografía**

- L. Schwartz, “Mathematics for the Physical Sciences”. Hermann, Paris (1968).
- Stakgold, “Green’s functions and Boundary Value Problems”. Wiley, New York (1979).
- E. Butkov. “Mathematical Physics”. Addison-Wesley, Reading, Mass. (1968).
- R. Courant y D. Hilbert, “Methods of Mathematical Physics”, Vol. I y II. Wiley, Interscience, New York (1966).
- T. Myint-U. “Partial Differential Equations for Scientist and Engineers”. Pearson Education POD (1987).

PROGRAMA DE LA UNIDAD CURRICULAR  
**FÍSICA CUÁNTICA**

SEM.	CÓDIGO	TEORÍA H/S	PRACT. H/S	LAB. H/S	CRÉDITOS ACADÉMICOS	PRELACIÓN
6	261301	4	2	0	5	251105

### Justificación

A finales del primer cuarto del siglo XX apareció en el mundo de la Física una manera totalmente nueva para tratar de entender los fenómenos que ocurren en el mundo microscópico. El curso de introducción a la física cuántica hace énfasis en la comprensión de los conceptos fundamentales en los términos cuánticos que fueron necesarios para esa comprensión.

### Requerimientos

Debe conocer los conceptos básicos de la física de ondas y las técnicas matemáticas del cálculo diferencial e integral y ecuaciones diferenciales ordinarias.

### Objetivos

Que el estudiante se inicie en el estudio de los fenómenos cuánticos y su aplicación en el comportamiento de la radiación y la estructura atómica.

### Contenido Programático

#### 1. La radiación térmica y el origen de la teoría de los cuantos

Radiación de cargas aceleradas. Emisión y absorción de radiación por superficies. La radiación del cuerpo negro. Ley de Wien. La teoría de Raileigh-Jeans. La distribución de Boltzmann. La teoría de Planck.

#### 2. Electrones y cuantos

Rayos catódicos. La carga y la masa de los electrones. Efecto fotoeléctrico. Teoría clásica y cuántica del efecto fotoeléctrico. Efecto Compton. La naturaleza dual de la radiación electromagnética.

#### 3. Modelos atómicos

El modelo de Thomson. Dispersión de partículas alfa. El modelo de Rutherford. El núcleo atómico. El modelo de Bohr. La teoría de Bohr del átomo de un electrón. La corrección

debida a la masa nuclear finita. Estados de energía atómicos. Las reglas de cuantificación de Wilson-Sommerfeld. El principio de correspondencia. Validez de la "Vieja Cuántica".

**4. Ondas y partículas**

El postulado de De Broglie. Propiedades ondulatorias de las partículas. Confirmación experimental del postulado de De Broglie. Interpretación de la regla de cuantificación de Bohr. El principio de incertidumbre y sus consecuencias.

**5. La Mecánica Cuántica de Schrödinger**

La ecuación de Schrödinger. Interpretación de la función de onda. La densidad de probabilidad. La corriente de probabilidad. La ecuación de Schrödinger independiente del tiempo. La cuantificación de la energía. Propiedades matemáticas de las funciones de onda y autofunciones. La teoría clásica de las ondas transversales en una cuerda. Valores de expectación y operadores diferenciales. El límite clásico de la Mecánica Cuántica.

**6. Soluciones de la ecuación de Schrödinger**

La partícula libre. Escalón de potencial. Barrera de potencial. Pozo rectangular de potencial. El pozo rectangular infinito de potencial. El oscilador armónico simple. Partícula en una caja tridimensional.

**7. La Teoría cuántica del átomo de hidrógeno**

La Ecuación de Schrödinger del átomo de hidrógeno. Separación de variables. Números cuánticos. Número cuántico total, orbital y magnético. Momento angular. Densidad de probabilidad electrónica. Orbitales atómicos.

**8. Átomos de muchos electrones**

Espín electrónico. Acoplamiento Espín-Orbita. El principio de exclusión. Configuraciones electrónicas. La tabla periódica. La regla de Hund. Momento angular total. Acoplamiento LS y JJ. Espectros atómicos. Reglas de selección. Espectros de uno y dos electrones. Espectros de rayos X.

**9. Modelos Nucleares**

Generalidades sobre las propiedades nucleares, masas nucleares, neutrón, estabilidad nuclear, números mágicos, modelos nucleares:gota, gas de Fermi, capas y colectivo.

**10. Decaimiento nuclear y reacciones nucleares**

Decaimiento alfa, teoría del decaimiento beta, decaimiento gamma, reacciones nucleares. Estados excitados de los núcleos, barrera coulombiana, fisión nuclear y fusión termonuclear.

**11. Partículas Elementales**

La teoría del electrón, antipartículas, mesones. Interacciones fundamentales y leyes de conservación. Simetrías y principios de conservación. Teoría de las partículas elementales.

### **Metodología**

Clases magistrales con:

- a) Intervención de los alumnos en clase.
- b) Exposición de la teoría.
- c) Solución de problemas.

### **Recursos**

Para cumplir con la metodología expuesta, se requiere:

- a) Aulas adecuadas y acondicionadas.
- b) Tiza y pizarrón.
- c) Existencia de bibliografía recomendada en las bibliotecas y la entregada en Internet.

### **Evaluación**

La evaluación consistirá de evaluaciones cortos, tareas, al menos 5 exámenes parciales.

### **Bibliografía**

- Eisberg. R., Fundamentos de Física Moderna, Edit. Limusa-Wiley S.A., México, 1973.
- Eisberg. R & Resnick. R., Quantum Physics, John Wiley and Sons, NY, 1974.
- Semat. H., Física atómica y nuclear, Aguilar, 1971.
- Alonso. M. & Finn. E., Física V. III, Fondo Educativo Interamericano, 1967.
- Leighton R., Principles of Modern Physics, Mc Graw Hill, NY, 1959.

PROGRAMA DE LA UNIDAD CURRICULAR  
**MECÁNICA ESTADÍSTICA**

SEM.	CÓDIGO	TEORÍA H/S	PRACT. H/S	LAB. H/S	CRÉDITOS ACADÉMICOS	PRELACIÓN
6	261106	4	2	0	5	241104 - 251006

### Justificación

Esta unidad curricular está estructurada a partir de conceptos básicos de probabilidades, introducir ideas acerca de la estadística y usar éstas en el estudio de sistemas de partículas en equilibrio. El tema final es sumamente importante ya que en él se analizan las diferentes estadísticas, temas de gran importancia en diferentes áreas de la Física.

### Requerimientos

Preparación adecuada en análisis vectorial, álgebra lineal, cálculo diferencial e integral de varias variables y ecuaciones diferenciales.

### Objetivos Generales

- Lograr un buen conocimiento y manejo de los métodos estadísticos que son de gran importancia en la Física..
- Establecer la relación de la Mecánica Estadística con otras áreas de la Física.
- Comprender el rol de la no linealidad en el comportamiento de la evolución de un sistema físico.

### Contenido Programático

#### 1. Métodos estadísticos

Conceptos estadísticos. Problema del caminar al azar. Probabilidad de ocurrencia. Distribución binomial de probabilidad. Análisis del valor medio. Distribución de probabilidad para un gran número de elementos. Distribuciones. Gaussianas de probabilidad.

#### 2. Descripción estadística de un sistema de partículas

Especificación del estado de un sistema. Microestado. Espacio de fase. Ensamble estadístico. Postulados de la probabilidad relativa. Interacción entre sistemas

macroscópicos. Interacción térmica. Interacción mecánica. Procesos quasi-estáticos. Revisión de diferenciales exactas e inexactas.

**3. Procesos reversibles e irreversibles**

Condiciones de equilibrio y constrains. Procesos reversibles e irreversibles. Distribución de energía entre sistemas en equilibrio. Aproximación al equilibrio térmico. Propiedades de la temperatura absoluta. Receptores térmicos. E incrementode la entropía. Equilibrio entre sistemas interactuantes. Procesos quasi-estáticos. Condiciones de equilibrio. Propiedades de la entropía. Leyes termodinámicas Cálculos estadísticos de las cantidades termodinámicas

**4. Métodos Básicos de mecánica estadística**

Sistemas en contacto con receptores térmicos. Distribución canónica. Aplicaciones de distribución canónica. Paramagnetismo atómico. Molécula en un gas ideal. Valores medio en un ensamble canónico. Función de partición. Conexión de la función de partición con la termodinámica. Ensamble gran canónico y otros. Distribución gran canónica

**5. Aplicaciones de mecánica estadística**

Funciones de partición y sus propiedades. Cantidades termodinámicas de un gas monoatómico ideal. Paradoja de Gibbs. Teorema de equipartición. Energía cinética media de una molécula en un gas. Oscilador armónico. Modelo clásico y modelo de Einstein para el calor específico de un sólido. Teoría cinética de gases diluidos en equilibrio. Distribución Maxwelliana de velocidades. Distribuciones de velocidad.

**6. Equilibrio entre fases o especies químicas**

Condiciones de equilibrio. Sistema aislado. Sistema en contacto con un receptor de calor a temperatura constante. Sistema en contacto con un receptor de calor a  $T$  y presión constante. Condiciones de estabilidad para una sustancia homogénea. Equilibrio entre fases. Condiciones de equilibrio y la ecuación de Clausius Clapeyron. Transformaciones de fase de una sustancia simple. Transformaciones de fase y la ecuación de estado.

**7. Estadística cuántica de gases ideales**

Formulación del problema estadístico. Estadística de Maxwell-Boltzman. Estadística de Fermi-Dirac. Funciones de distribución cuánticas. Estadística de Bose-Einstein. Estadísticas cuánticas en su límite clásico. Aplicaciones. Conducción de electrones en metales. Calor específico de un gas de electrones.

**Metodología**

La metodología a seguir consiste en clases magistrales y en clases de resolución de problemas con la participación activa de los estudiantes. La realización de problemas como tareas evaluadas es fundamental para el aprendizaje de la Mecánica Estadística.

### **Recursos**

Se requiere de un aula confortable con pizarra acrílica. Para algunas ilustraciones se debe usar video-beam. Es importante que el estudiante pueda obtener los libros recomendados en la biblioteca.

### **Evaluación**

Se recomiendan principalmente tareas continuas y una evaluación integral que debe incluir un mínimo de 5 exámenes parciales.

### **Bibliografía General del Curso**

- F. Reif. Fundamentos de Física Estadística y Térmica.
- W. Allis y M. Herlin. Thermodynamics and Statistical Mechanics.
- F. Mandl. StatisticalMechanics.
- R. Pathria. StatisticalMechanics.
- J. Gamboa. Mecánica Estadística.

PROGRAMA DE LA UNIDAD CURRICULAR  
**LABORATORIO DE ONDAS**

SEM.	CÓDIGO	TEORÍA H/S	PRACT. H/S	LAB. H/S	CRÉDITOS ACADÉMICOS	PRELACIÓN
6	261502	0	0	5	4	251105 - 251403

### Justificación

Es en general aceptado que el entrenamiento en las ciencias no está completo sin una buena cantidad de actividades en laboratorios; esto es particularmente cierto en la física donde los cursos de teoría y laboratorio deben ser complementarios.

Este Laboratorio es el único en ofrecer, al estudiantado de la Licenciatura en Física, la oportunidad de verificar y profundizar en los modelos de la teoría ondulatoria tanto en ondas mecánicas como en ondas electromagnéticas.

### Requerimientos

Es importante que todos los estudiantes que aspiren cursar esta asignatura posean sólidos conocimientos de la teoría de ondas.

### Objetivos

Los principales objetivos a lograr durante el curso son: adquirir destrezas en los métodos y procedimientos experimentales para el estudio y análisis de las ondas, y adquirir confianza en la propia habilidad de medir diferentes cantidades físicas y las relaciones entre ellas.

Entre los objetivos específicos tenemos:

- Analizar la formación de oscilaciones en diferentes medios y cómo encontrar sus constantes físicas.
- Realizar un análisis de las ondas estacionarias.
- Verificar los fundamentos de la óptica geométrica.
- Profundizar en los fenómenos de Interferencia y Difracción.
- Lograr un buen manejo de sistemas ópticos finos.
- Caracterizar los medios materiales por sus propiedades ópticas.

### Contenido Programático

En la actualidad existen disponibles las siguientes experiencias:

**Ondas Electromagnéticas:**

**1. Óptica geométrica 1**

Experiencia cualitativa de mediciones de reflexión, refracción, distancia focal en lentes, espejos y prisma, teoría de RGB de colores, filtros de interferencia.

**2. Óptica geométrica 2**

Experiencia cuantitativa sobre mediciones de distancias focal en lentes, aberraciones y construcciones e instrumentos ópticos: microscopio compuesto y Telescopio reflector y refractor con investigaciones de sus características.

**3. Prisma**

Experiencia relacionada con el poder dispersión del prisma y con objetivo buscar el índice de refracción de varios sólidos y líquidos, comparación con el refractómetro de Abbe.

**4. Difracción de Rendijas**

Estudio de la difracción para diferentes rendijas en función del número (1 a 5) o del ancho y espaciamiento entre ellas. Comparar y explicar sus resultados con la teoría, ver y entender la relación entre difracción e interferencia.

**5. Red Plana**

Encontrar las características de dos redes de difracción, seleccionar una y encontrar la emisión de varios gases identificarlos.

**6. Interferómetro de Michelson**

Encontrar las características del interferómetro, determinar longitudes de ondas de la luz de sodio, índices de refracción de sólidos transparente, líquidos y del aire.

**7. Interferómetro de Fabry-Perot**

Determinar las características del equipo, encontrar la longitud de ondas y separación de los dobles de sodio e Hidrógeno.

**8. Interferencia en películas delgadas**

Determinar los patrones de interferencia de diferentes geometrías, cuña de aire y lentes usar los datos encontrados para determinar el espesor de objetos pequeños y la curvatura de lentes.

**9. Polarización**

Obtención de luz polarizada, comprobación de la ley de Malus, encontrar el ángulo de Brewster, aplicaciones: foto-elasticidad en función de la forma de objeto y la tensión;

Determinación de las concentraciones de azúcar las soluciones (comparación con un polarímetro comercial).

### **10. Óptica con micro-ondas**

Experiencias de reflexión, refracción, polarización; búsqueda del índice de refracción de un polímero, ángulo de Brewster.

### **Ondas en Medios Materiales:**

#### **1. Péndulo Simple**

Características y encontrar el valor de la aceleración de la gravedad.

#### **2. Resorte Espiral**

Características, encontrar constante del resorte y aceleración de gravedad.

#### **3. Tubo de Kunt**

Características, Modulo de Young de la varilla.

#### **4. Cuerda Vibrante**

Características ondas estacionarias. Frecuencia de vibración.

#### **5. Reflexión y refracción de sonido.**

#### **6. Efecto Doppler.**

Características. Velocidad de la fuente y observador.

### **Metodología**

El curso se desarrolla alrededor de tres actividades que son:

- a) Realización de experiencias persiguiendo objetivos específicos.
- b) Elaboración de informes
- c) Presentación oral de seminarios

### **Recursos**

Actualmente se cuenta con locales para realización de los experimentos permanentemente instalados, salón de clases y seminario y un equipo para cada experiencia.

### **Evaluación**

La evaluación es continua, la calificación final se distribuye de la siguiente manera:

- a) Informes que aportan un peso del 50% del total.
- b) Seminarios representativos de un 50% de la nota final.

### **Bibliografía General del Curso**

La bibliografía consiste en diversos textos de Física con capítulos de Óptica y Ondas, más una serie de monografías que se están realizando, en las cuales se señala el método y los objetivos solicitados.

- Martín, J.M; Serfaty, A.; Nieves, L.; Dugarte, F. “Manual para el Laboratorio 3 de Física”, Fac. Ciencias, ULA, 2001.
- E. Hecht y A. Zajac., Óptica, Addison Wesley, Massachussets, 1974.

PROGRAMA DE LA UNIDAD CURRICULAR  
**MECÁNICA CLÁSICA**

SEM.	CÓDIGO	TEORÍA H/S	PRACT. H/S	LAB. H/S	CRÉDITOS ACADÉMICOS	PRELACIÓN
7	271107	4	2	0	5	261007

### Justificación

La Mecánica Clásica es fundamental en la formación de un físico ya que proporciona una visión global de los fenómenos clásicos y permite profundizar en formalismos generales y en principios básicos para la comprensión de toda la Física y para la resolución de una gran variedad de problemas. La Mecánica Clásica es esencial para una comprensión adecuada de la Mecánica Cuántica; constituye la base de la teoría general de sistemas dinámicos; y proporciona conceptos fundamentales para el estudio actual del fenómeno de caos en sistemas no lineales. Igualmente, la Mecánica Clásica es la base conceptual de la Mecánica Estadística. La presente unidad curricular consiste en una presentación contemporánea de la Mecánica Clásica que enfatiza su rol fundamental en otras áreas de la Física.

### Requerimientos

Preparación adecuada en análisis vectorial, álgebra lineal, cálculo diferencial e integral de varias variables y ecuaciones diferenciales.

El curso de Mecánica Clásica debe proporcionar las bases de conceptos matemáticos y físicos propios de esta ciencia, tales como principios variacionales.

### Objetivos Generales

El estudiante debe:

- Aprender y ser capaz de aplicar los formalismos Lagrangeanos y Hamiltonianos en la resolución de problemas dinámicos.
- Comprender el papel fundamental las simetrías y su relación con cantidades conservadas en sistemas físicos.
- Establecer la relación de la Mecánica Clásica con las otras áreas de la Física.
- Comprender el rol de la no linealidad en el comportamiento de la evolución de un sistema físico.

## Contenido Programático

### 1. Ecuaciones de movimiento

Mecánica de una partícula.  
Mecánica de un sistema de partículas.  
Restricciones del movimiento o ligaduras.  
Coordenadas generalizadas.  
Principios variacionales y algunas aplicaciones.  
Principio de mínima acción y ecuaciones de Lagrange.  
Ejemplos de ecuaciones de Lagrange para varios sistemas.

### 2. Leyes de conservación y simetrías

Momento conjugado.  
Conservación del momento lineal y homogeneidad del espacio.  
Conservación del momento angular e isotropía del espacio.  
Conservación de la energía y homogeneidad del tiempo.  
Teorema de Euler para la energía cinética.  
Potenciales dependientes de la velocidad.  
Lagrangeano del campo electromagnético.  
Teorema de Noether.  
Sistemas integrables y no integrables.  
Movimiento unidimensional.

### 3. Fuerzas centrales

Formulación Lagrangeana del problema de dos cuerpos.  
Problema unidimensional equivalente y masa reducida.  
Potencial efectivo.  
Ecuación diferencial de la órbita.  
Problema de Kepler.  
Dependencia temporal en el problema de Kepler.  
Oscilaciones de órbitas circulares y ángulo de precesión.  
Dispersión en campos de fuerza centrales.  
Sección eficaz de dispersión.

### 4. Oscilaciones pequeñas

Oscilaciones en una dimensión.  
Oscilaciones de sistemas con varios grados de libertad.  
Modos normales.  
Vibraciones de moléculas.

### 5. Movimiento de cuerpos rígidos

Velocidad angular de cuerpos rígidos y ángulos de Euler.  
Energía cinética y tensor de inercia.  
Momento angular de un cuerpo rígido.

Formulación Lagrangiana de ecuaciones de movimiento para cuerpos rígidos.  
Ecuaciones de Euler para cuerpos rígidos.

**6. Ecuaciones canónicas**

Ecuaciones de Hamilton.

Paréntesis de Poisson.

Transformaciones canónicas: propiedades y aplicaciones.

Espacio de fase y Teorema de Liouville.

Ecuación de Hamilton-Jacobi.

**7. Introducción al Caos**

Sistemas no lineales.

Sensibilidad extrema a las condiciones iniciales. Determinismo y predicción.

Caos en sistemas dinámicos: péndulo doble, cuerpos rígidos asimétricos, sistema solar, etc.

Atractores extraños y geometría fractal.

Propiedades universales.

**Metodología**

La metodología a seguir consiste en clases magistrales y en clases de resolución de problemas con la participación activa de los estudiantes. La realización de problemas como tareas evaluadas es fundamental para el aprendizaje de la Mecánica Clásica.

**Recursos**

Se requiere de un aula confortable con pizarra acrílica. Para algunas ilustraciones se debe usar video-beam. Es importante que el estudiante pueda acceder a los libros recomendados en la biblioteca.

**Evaluación**

Se recomiendan principalmente tareas continuas y una evaluación integral que puede incluir 4 exámenes parciales.

**Bibliografía General del Curso**

- H. Goldstein, C. Poole and J. Safko, *Classical Mechanics*, 3rd. edition, Addison-Wesley (2002).
- H. Iro, *A modern approach to Classical Mechanics*, World Scientific (2002).

- G. Sussman and J. Wisdom, *Structure and interpretation of Classical Mechanics*, MIT Press (2001).
- J. José and E. J. Saletan, *Classical Mechanics: a contemporary approach*, Cambridge University Press (1998).
- J. L. McCauley, *Classical Mechanics: transformations, flows, integrable and chaotic dynamics*, Cambridge University Press (1997).
- L. D. Landau and E. M. Lifshitz, *Mechanics*, 3rd. edition, Pergamon Press (1976).

PROGRAMA DE LA UNIDAD CURRICULAR  
**FÍSICA DE LA MATERIA CONDENSADA**

SEM.	CÓDIGO	TEORÍA H/S	PRACT. H/S	LAB. H/S	CRÉDITOS ACADÉMICOS	PRELACIÓN
7	271302	4	3	0	5	261301 - 261106

### Justificación

El desarrollo que ha tenido la Física de la Materia Condensada en los últimos treinta años, ya sea en la parte teórica como en sus aplicaciones, ha permitido el inmenso desarrollo tecnológico existente hoy en día; ello amerita que esta unidad curricular forme parte de las asignaturas obligatorias que un Licenciado en Física debe cursar.

### Requerimientos

Para cursar eficientemente esta materia se requiere que el alumno posea un aceptable conocimiento de las físicas básicas, mecánica, electromagnetismo, ondas y teoría cuántica. Además, es recomendable conocer los principios básicos de la mecánica estadística, especialmente en lo que a estadística cuántica se refiere.

### Objetivo General

Lograr en forma cualitativa, un conocimiento general de las áreas más importantes de Física de la Materia Condensada y sus conceptos básicos fundamentales.

### Contenido Programático

#### 1. Conceptos básicos de cristalografía

Lenguaje de los cristales. Sistemas cristalinos. Periodicidad estructural. Simbología en cristalografía. Rayos-X y su relación con los cristales. Redes recíprocas.

#### 2. Vibraciones de la red y fonones

Concepto de la vibración en una red cristalina 1D biatómica. Relación entre fonones y propiedades térmicas (calor específico, conductividad térmica, etc.).

#### 3. Comportamiento electrónico en cristales

Evolución del conocimiento del comportamiento de los electrones en un sólido. Modelos electrónicos. Causa de la existencia de las bandas de energía, así como su importancia en el estudio de los sólidos. Diferencias electrónicas y ópticas entre metales y semiconductores.

**4. Propiedades dieléctricas**

Diferencia entre materiales dieléctricos y no dieléctricos. Momento dipolar eléctrico. Polarización. Polarizabilidad y su relación con las propiedades ópticas de un sólido.

**5. Propiedades magnéticas**

Causas del diamagnetismo, paramagnetismo, ferromagnetismo y antiferromagnetismo, y su dependencia con la temperatura. Imanes. Curva de histéresis. Imanes duros y blandos. Aplicaciones.

**6. Semiconductores**

Comportamientos intrínseco y extrínseco. Concepción general de las propiedades eléctricas y ópticas de un semiconductor en función de la temperatura. Uniones p-n. Características fundamentales de los semiconductores semimagnéticos. Aplicaciones.

**7. Propiedades de las superficies de un sólido**

Estados energéticos superficiales. Procesos de Adsorción. Comportamiento electrónico de la superficie de un sólido. Fonones superficiales. Ondas de Rayleigh. Modelos estructurales de interfaces sólido/sólido.

**8. Nanosistemas**

Nanoestructuras y sus implicaciones en la física actual. Nociones del Nanomagnetismo.

**9. Propiedades Modernas de la Física del Sólido**

Magnetorresistencia gigante y sus aplicaciones. Compuestos ferroicos. Nuevos semiconductores ferromagnéticos. Espintrónica y su importancia frente a la electrónica.

**Metodología**

La metodología a seguir consiste en clases magistrales y en clases de resolución de problemas con la participación activa de los estudiantes. La realización de problemas como tareas evaluadas es fundamental para el aprendizaje de los conceptos del curso.

**Recursos**

Se requiere de un aula confortable con pizarra acrílica. Para algunas ilustraciones se debe usar video-beam. Es importante que el estudiante pueda acceder a los libros recomendados en la biblioteca.

### **Evaluación**

Se recomienda principalmente tareas continuas y una evaluación integral que debe incluir un mínimo de 5 exámenes parciales.

### **Bibliografía General del Curso**

- R. Smith, “*Wave Mechanics of Crystalline Solids*”, Chapman and Hall, 1963.
- H. P. Myers, “*Introductory Solid State*” Taylor and Francis, 1994.
- Ch. Kittel, “*Introduction to Solid State Physics*”.
- J. Blakemore, “*Solid State Physics*”, W. B. Saunders Co, 1974.
- Ch. Poole, *Introduction to Nanotechnology*.
- E. Drexler, *Nanosistemas*.
- M. Ali Omar. *Elementary Solid State Physics*, Addison Wesley. 1975
- J. Hook y H.Hall. “*Solid State Physics*” J.Wiley and Sons. 1991.
- H. Luth, “*Surfaces and Interfaces of Solid Materials*”, Springer, 1995.
- R. Turton, “*The Physics of Solid State*” Oxford, 2000.

PROGRAMA DE LA UNIDAD CURRICULAR  
**MECÁNICA CUÁNTICA**

SEM.	CÓDIGO	TEORÍA H/S	PRACT. H/S	LAB. H/S	CRÉDITOS ACADÉMICOS	PRELACIÓN
8	281303	4	2	0	5	271107 - 261301

### Justificación

La unidad curricular de Mecánica Cuántica provee los conocimientos y herramientas necesarios para entender y describir los fenómenos en física atómica, molecular, física del estado sólido y química.

### Requerimientos

Para poder cursar con éxito esta asignatura, el estudiante debe haber aprobado los unidades curriculares previas de métodos matemáticos para la Física, Física Cuántica, Mecánica Clásica y, además, debe tener buenos conocimientos de cálculo vectorial, diferencial e integral.

### Objetivos Generales

El objetivo principal es que el estudiante desarrolle los conceptos físicos fundamentales vistos en la materia Física Cuántica y esté en capacidad de manipular y utilizar con confianza las técnicas y métodos matemáticos de interés para la mecánica cuántica, como la noción de función de onda, de operadores con espectros discretos y continuos de autovalores; entender como describir sistemas de partículas, los estados atómicos, los procesos de colisión, el espín y otros efectos cuánticos.

Al finalizar el curso, el estudiante debe conocer y saber aplicar los formalismos más importantes de la Mecánica Cuántica y tener una visión de conjunto de la teoría que describe los fenómenos cuánticos y conocer en detalle las aplicaciones más importantes. El estudiante tiene que saber resolver en general las ecuaciones diferenciales de la física-matemática pertinentes, como la ecuación de Schrödinger, y saber aplicar las técnicas de los operadores cuánticos a casos particulares como el oscilador armónico, el impulso angular, el espín, el átomo de hidrógeno y la teoría de perturbaciones.

### Contenido Programático

#### 1. Ondas y partículas

Ondas de materia. Partícula libre en tres dimensiones. Paquetes de onda. Una partícula en un potencial escalar independiente del tiempo. Barrera de potencial unidimensional. Pozo rectangular de potencial unidimensional.

**2. Introducción Matemática**

Espacio de estados. Notación de Dirac. Operadores adjunto, inverso y unitario. Funciones de operadores. Representaciones de operadores. Cambios de base. Ecuaciones de autovalores. Espectros discretos y continuos. Observables.

**3. Principios generales de la Mecánica Cuántica**

Postulados de la Mecánica Cuántica. Interpretación física. Medición de observables. Desviaciones cuadráticas medias de dos observables conjugados. El principio de incertidumbre. El operador evolución. Las imágenes de Schroedinger y Heisenberg.

**4. El oscilador armónico**

Autovalores y autovectores del Hamiltoniano. Operadores de creación y destrucción. El operador N. Algunos ejemplos.

**5. El momento angular en Mecánica Cuántica**

El álgebra de los operadores momentum angular. Momentum angular orbital. Momentum angular de espín. Operadores de rotación. Partícula en un potencial central. El átomo de hidrogeno.

**6. Adición de momentos angulares**

Adición de dos momentos angulares  $\frac{1}{2}$ . Adición de momentos angulares arbitrarios: el teorema de adición de momentos angulares. Coeficientes de Clebsh-Gordan.

**7. Teoría de perturbaciones independientes del tiempo**

Perturbaciones a primer orden. Casos no degenerado y degenerado. Perturbaciones a segundo orden. Algunas aplicaciones: la estructura fina del átomo de hidrogeno, el efecto Zeeman. El método variacional.

**8. Teoría de perturbaciones dependientes del tiempo**

Soluciones aproximadas de la ecuación de Schroedinger dependiente del tiempo. La imagen de interacción. Perturbaciones sinusoidales. La interacción de un átomo con una onda electromagnética.

**Metodología**

Clases magistrales con:

- a) Exposición de la teoría, de los conceptos físicos fundamentales y de las técnicas y métodos matemáticos.

- b) Planteamientos de casos particulares, problemas y su solución.
- c) Intervención activa de los alumnos en clase.
- d) Consultas individuales con los estudiantes.

### **Recursos**

Aulas adecuadas, acondicionadas y sin ruidos molestos.

Pizarrones e instrumentos de escritura adecuados.

Existencia de bibliografía recomendada en las bibliotecas y recursos para fotocopias de material didáctico.

### **Evaluación**

La evaluación consistirá en 5 exámenes, con evaluación continua de las tareas y/o de las intervenciones activas de los alumnos.

### **Bibliografía General del Curso**

- Cohen-Tannoudji, C., B. Diu F, Laloe., Quantum Mechanics., Vol. 1 y 2, 1977, John Wiley & Sons, N.Y.
- Messiah, MecaniqueQuantique, Vol. 1 y 2, 1995, Dunod, París.
- Merzbacher. E., Quantum Mechanics., 2da edición., 1970, John Wiley & Sons, New York.
- Feynman-Leighton-Sands, Mecánica Cuántica., Vol. 3. 1987, Addison-Wesley Iberoamericana, Delaware.

PROGRAMA DE LA UNIDAD CURRICULAR  
**HISTORIA DE LA FÍSICA**

SEM.	CÓDIGO	TEORÍA H/S	PRACT. H/S	LAB. H/S	CRÉDITOS ACADÉMICOS	PRELACIÓN
8	281603	5	0	0	5	271302

### Justificación

Esta unidad curricular contribuye de una manera fundamental a la formación humanística, al desarrollo del sentido crítico y a la cultura científica del físico. En tal sentido, esta asignatura forma parte del eje curricular de formación integral del pensum de la Licenciatura en Física. Se espera que esta unidad curricular contribuya al desarrollo de la investigación y formación en la enseñanza de la Física y a la promoción social de la Ciencia en nuestro país.

### Requerimientos

Preparación adecuada en cursos de Mecánica Clásica, Electricidad y Magnetismo, y Física Cuántica. Experiencia en cursos de laboratorios de Física.

### Objetivos Generales

- Comprender la Física como resultado de un proceso de desarrollo de ideas y teorías sujetas a verificación.
- Apreciar la Física como una herencia intelectual universal en continuo desarrollo.
- Poder establecer conexiones entre las distintas teorías físicas y comprender la continuidad conceptual de la Física.
- Comprender el método científico como mecanismo para obtener conocimiento e información sobre la Naturaleza.
- Complementar la formación del estudiante en diversos aspectos y en temas de frontera de la Física actual.
- Desarrollar sentido crítico, responsabilidad y sensibilidad social.

### Contenido Programático

#### 1. Origen de la Cosmología científica

Observaciones astronómicas en la antigüedad. El sistema aristotélico. Eratóstenes y el tamaño de la Tierra. Modelos heliocéntricos: Aristarco, Heráclito. Sistema geocéntrico: Ptolomeo. Otras contribuciones griegas: Pitágoras y las vibraciones de las

cuerdas. Arquímedes y las primeras máquinas físicas. Escuela de Alejandría. Sistema heliocéntrico de Copérnico.

## **2. El problema del movimiento y origen de la Mecánica**

La Edad Media y el Escolasticismo. Física aristotélica. Pensadores del Renacimiento. Kepler y las órbitas elípticas. Galileo y el origen del método científico. El telescopio de Galileo: evidencias del sistema heliocéntrico. El concepto de inercia y las leyes de la caída libre. Libros y experimentos de Galileo.

## **3. Mecánica Newtoniana**

Principia Matemática y las leyes de Newton. Naturaleza de los conceptos en Física: definición y medida. Masa inercial y masa gravitacional. Ley de gravitación universal y sus consecuencias. Movimiento rotacional. Descubrimiento de nuevos planetas. La constante universal de gravitación: experimento de Cavendish. Desarrollos de la Mecánica: Lagrange, Euler, Hamilton, Poincaré. Influencia de la mecánica newtoniana en el desarrollo del pensamiento occidental: mecanicismo, racionalismo, positivismo, Revolución Industrial.

## **4. Las leyes de conservación**

Experimentos de Lavoisier y la conservación de la masa. Conservación del momento lineal y del momento angular. Formas de energía. Naturaleza del calor y el surgimiento de la Termodinámica. Conservación general de la energía. Origen de la Mecánica Estadística: Gibbs, Maxwell, Boltzman. Leyes de conservación y simetrías: teorema de Noether. Importancia del concepto de simetría en Física. El concepto de entropía. Sistemas disipativos.

## **5. Electromagnetismo**

Descubrimiento de la naturaleza ondulatoria de la luz. Experimentos de Young, Fresnel. Medidas de la velocidad de la luz. Faraday y el concepto clásico de campo. Experimentos de Faraday. Ecuaciones de Maxwell y la unificación de la electricidad, el magnetismo y la óptica. Ondas electromagnéticas.

## **6. Física del siglo XX: las revoluciones científicas**

Limitaciones de la mecánica newtoniana. Relatividad Especial: reconciliación de la Mecánica y el Electromagnetismo. Relatividad General y el espacio-tiempo. Descubrimiento del electrón y de partículas subatómicas. Planck y la cuantización de la energía. La luz como partícula: efecto fotoeléctrico. Desarrollo de la Mecánica Cuántica. Interpretación de Copenhague. Principio de incertidumbre. Energía nuclear. Partículas elementales. Caos en sistemas no lineales. Determinismo y los límites de la predicción. Ubicuidad del caos. Fractales en la naturaleza.

## **7. Perspectivas de la Física contemporánea**

La búsqueda de la unificación como tema central de la Física. Nuevos materiales y nanotecnología. Sistemas complejos: emergencia y auto-organización. Interdisciplinariedad y relaciones de la Física con otras Ciencias. La herencia intelectual universal en la Física.

Niveles de descripción de la Naturaleza. Problemas abiertos de la Física. Física en la era de Internet y la e-Ciencia. La Física en el contexto social. Publicación y divulgación de ideas científicas.

### **Metodología**

El profesor de esta asignatura debe tratar de seguir el programa como una guía maestra. Sin embargo, se entiende que el énfasis en determinados aspectos puede variar de acuerdo al interés de los estudiantes. Como parte integral del curso, se recomienda la organización de charlas de diversos profesores especialistas en aspectos específicos del programa. La metodología a seguir consiste en clases magistrales y en sesiones de discusión con la participación activa de los estudiantes.

### **Recursos**

Se requiere de un aula comfortable con pizarra acrílica y disposición de video-beam. Existe gran cantidad de información útil para este curso en Internet, por lo que se recomienda facilitar el acceso de los estudiantes a dicho recurso. La bibliografía es extensa. Se sugiera que, al menos, el estudiante pueda obtener en la biblioteca algunos de los libros recomendados

### **Evaluación**

La realización de tareas de búsqueda de información y trabajos de investigación son fundamentales para el aprendizaje de este curso. La evaluación debe ser integral y continua, y puede incluir 4 exámenes parciales.

### **Bibliografía General delCurso**

- G. Holton and S. Brush, *Physics, the Human Adventure*, Rutgers University Press (2001).  
<http://www.aps.org/units/fhp/FHPnews/index.cfm>
- J. Gribbin, *Historia de la Ciencia 1543-2001*, Crítica, Barcelona (2003).
- J. M. Sánchez Ron, *Historia de la Física Cuántica*, Crítica, Barcelona (2001).
- J. M. Sánchez Ron, *El siglo de la Ciencia*, Taurus (2000).
- J. Jeans, *Historia de la Física*, Fondo de Cultura Económica (1960).
- G. Gamow, *Biografía de la Física*, Salvat (1971).

### **Algunos Recursos en Internet**

- <http://www.aip.org/history/> (Center for History of Physics, AIP)
- <http://groups.iop.org/HP/> (History of Physics Group, IoP).
- <http://physicsweb.org/bestof/history> (PhysicsWeb).
- <http://www.physicscentral.com/resources/history.html> (Physics Central).
- <http://xxx.lanl.gov/list/physics.hist-ph/recent> (Los Alamospreprint server).
- <http://www.aps.org/units/fhp/FHPnews/index.cfm> (APS Forum on History of Physics)

**PROGRAMA DE LA UNIDAD CURRICULAR**  
**LABORATORIO AVANZADO DE FÍSICA**

SEM.	CÓDIGO	TEORÍA H/S	PRACT. H/S	LAB. H/S	CRÉDITOS ACADÉMICOS	PRELACIÓN
8	281503	0	0	4	3	261502 - 271302

**Justificación**

En este Laboratorio Avanzado el estudiante podrá no sólo verificar el fenómeno físico, en la mayoría de los casos ya vistos en cursos básicos e intermedios, sino que también podrá aprender una serie de técnicas y métodos propios de la física moderna y de los laboratorios de investigación del Departamento de Física.

**Requerimientos**

Conocimientos teóricos previos de Física de Ondas, Física Cuántica y Física de la Materia Condensada.

**Objetivos**

Los objetivos primordiales de este laboratorio están enmarcados dentro del área de la física moderna; por ello se espera que el estudiante aprenda sobre técnicas experimentales y manipulación de equipos, aprenda a realizar consultas bibliográficas en revistas científicas, adquiera experiencia para presentar seminarios en público y una serie de conocimientos y destrezas fundamentales que le permitirá confrontar confiablemente las exigencias propias de un laboratorio de investigación. Entre los objetivos específicos se encuentran:

- Manipular con confianza aparatos de uso general en los laboratorios, tales como: micro-amperímetros, micro-voltímetros, graficadores, fuentes espectrales, fuentes reguladas para electroimanes, electroimanes y una amplia gama de componentes ópticos.
- Utilizar equipos básicos de amplio uso en la física moderna, tales como: detectores de radiación, amplificadores de señales débiles, contadores, monocromadores, espectrómetros, radioisótopos, sensores de temperatura, etc.
- Usar una computadora en la adquisición y manipulación automática de datos mediante una interfase A/D -D/A.
- Poseer la experiencia suficiente para presentar seminarios en público en una forma coordinada y transparente.

- Elaborar informes en forma metodológica, lo que le aportará la experiencia suficiente para la redacción del Trabajo Especial de Grado.
- Adquirir experiencia en la metodología de consulta bibliográfica y de referencias de divulgación científica.

### **Contenido Programático**

El contenido de esta unidad curricular corresponde a un conjunto de experimentos disponibles a realizar, el cual está dividido en las siguientes áreas mayoritariamente de la física moderna:

#### **I. Física Cuántica: Atómica y Molecular**

1. Experimento de Millikan
2. Experimento de Tomson
3. Efecto Fotoeléctrico
4. Resonancia del Espín del Electrón
5. Experimento de Franck-Hertz
6. Radiación de un cuerpo negro
7. Efecto Zeeman
8. Efecto Faraday
9. Espectrometría de Emisión I: Tubo de Balmer
10. Espectrometría de Emisión II: Espectros de gases nobles
11. Dispersión Compton
12. Rayos X

#### **II. Física de la Materia Condensada**

1. Absorción Óptica en semiconductores a) visible b) infrarrojo cercano
2. Fotoconductividad
3. Rotación Faraday en Semiconductores ( proyecto)
4. Efectos galvanomagnéticos en Semiconductores
5. Susceptibilidad magnética
6. Curvas de Histéresis
7. Conductividad Térmica de Sólidos

#### **III. Física Nuclear**

1. Decaimiento radioactivo: Estadística y Vida Media
2. Propiedades de la radiación nuclear: Detección y estudio de la absorción beta y la atenuación gamma.
3. Espectrometría Gamma y una amplia variedad de experimentos en Física Nuclear.

#### **IV. Física General**

1. Balanza de Cavendish

### **Metodología**

- Asignatura de instrumentación como requisito previo al inicio de las experiencias.
- Presentación de quices previo al inicio de cada experiencia.
- Presentación de Seminarios
- Ejecución de las experiencias y elaboración de los informes
- Ejecución de una experiencia en un Lab. de investigación a escoger de lista publicada
- Presentación de un proyecto designado por el profesor o a escoger de lista publicada

### **Recursos**

- Local del laboratorio 4 con salón de clases y demás implementos normales.
- Equipos existentes en el Lab. 4
- Equipos prestados de los Lab. de investigación
- Experiencias montadas y probadas por el profesor
- Guías elaboradas por el profesor para cada experiencia
- Fotocopias del material bibliográfico consistente en su mayoría de los manuales de los aparatos y proporcionados en carpetas

### **Evaluación**

La evaluación se divide en:

- a) Calificación de los informes 50%
- b) Presentación de seminarios 50%

### **Bibliografía**

- Guías elaboradas por el profesor B. Fernández.
- Fotocopias de los manuales de los aparatos.
- Fotocopias de revistas científicas y folletos científicos aportados por el fabricante de los equipos.
- Internet:  
[www.fisicarecreativa.com/libro](http://www.fisicarecreativa.com/libro)  
[www.experimentos.cl](http://www.experimentos.cl)  
[www.if.ufrgs.br/tex/fis142/fismod/mod06](http://www.if.ufrgs.br/tex/fis142/fismod/mod06)

**PROGRAMA DE LA UNIDAD CURRICULAR**  
**SEMINARIO**

SEM.	CÓDIGO	TEORÍA H/S	PRACT. H/S	LAB. H/S	CRÉDITO ACADÉMICOS	PRELACIÓN
8	281604	--	--	0	2	---

**Justificación**

Esta unidad curricular esta destinada a introducir nociones y conceptos fundamentales de la línea de investigación en la cual se realizará el Trabajo Especial de Grado.

**Requerimientos**

Conocimiento general del área de la física en la cual se desarrollará el Trabajo Especial de Grado.

**Objetivos Generales**

Profundizar el conocimiento de los principales tópicos del área científica en que se enmarca la línea de investigación del Trabajo Especial de Grado (TEG).

Esta asignatura permitirá entrenar al estudiante en la presentación de información científica mediante un ciclo de seminarios de los tópicos más importantes a estudiar en su TEG.

**Contenido Programático**

El contenido de esta unidad curricular es abierto, ya que dependerá del área de investigación, así como de la línea específica del trabajo investigativo.

**Metodología**

La asignatura debe ser desarrollada mediante la preparación y presentación de seminarios de temas relacionados con el área principal del Trabajo Especial de Grado.

**Recursos**

Se requiere de un aula confortable con pizarra acrílica y disposición de video-beam.

### **Evaluación**

Se presentarán entre 3 y 5 seminarios. Se evaluará la metodología de la exposición de los seminarios, así como el orden y preparación las diapositivas de las presentaciones.

## **MATERIAS ELECTIVAS**

### **Codificación de las unidades curriculares Electivas**

Las unidades curriculares electivas, incluidas en el pensum, han sido codificadas de la siguiente manera: 2S17XX, donde la S indica que la asignatura se ubica en el semestre S (7 ó 8), el número 17 indica que es una unidad curricular electiva, y el número XX indica el número de la unidad curricular electiva, según la lista de Electivas de la Tabla 2. Así, por ejemplo, si la electiva es Astrofísica General 1, ésta materia deberá ser codificada como: 2S1715.

Las electivas, y sus prelaaciones, que se han listado en la Tabla 2, corresponden a aquellas que han sido revisadas por los grupos, o bien han sido sugeridas como electivas nuevas.

De las Electivas existentes en el Plan de Estudios anterior, no han sido consideradas aquellas que no cumplen con los requisitos necesarios para ser incluidas, como son: programas incompletos, falta de la Bibliografía, falta de la justificación, o porque presentaban un listado simple de temas en el Contenido Programático. Por lo anterior, es necesario solicitar a todos los grupos actualizar las materias electivas que se ofrecen.

**Tabla 2. Codificación de las Unidades Curriculares Electivas (14) del Pla de Estudios**

<b>Asignatura Electiva</b>	<b>Código</b>	<b>Prelaciones</b>	<b>Nº</b>
Computación Emergente	2S1710	271107 - 251503	10
Sistemas Complejos	2S1711	271106 - 251503	11
Dinámica no Lineal y Caos	2S1712	271107 - 261007	12
Geofísica 1	2S1713	251503 - 241005	13
Física del Estado Sólido	2S1714	271302 - 271302	14
Astrofísica General 1	2S1715	261303 - 241005	15
Astrofísica General 2	2S1716	2S1715	16
Teoría Clásica de Campos	2S1717	271107 - 2S1720	17
Relatividad General	2S1718	261007	18
Teoría de Grupos	2S1719		19
Magnetismo en Nanomateriales	281720	261303 - 271302	20
Magnetismo y Materiales Magnéticos	281721	261303 - 271302	21
Superficies 1	2S1722	261303 - 251503	22
Superficies 2	2S1723	2S1722	23

## ELECTIVAS 1 y 2

SEM.	CÓDIGO	TEORÍA H/S	PRACT. H/S	LAB. H/S	CRÉDITOS ACADÉMICOS	PRELACIÓN
7 y 8	2S17XX	4	2	0	4	-----

### Resumen

La finalidad de las unidades curriculares *ELECTIVA 1* y *ELECTIVA 2* es brindar al estudiantado de pregrado, próximos a graduarse, tópicos de relevancia académica de actualidad y trascendencia, a un nivel tal que le permita la cimentación de sus conocimientos básicos adquiridos a través de toda su carrera.

El diseño curricular de cada una de las carreras de la Facultad de Ciencias facilita la actividad académica al estudiantado, de manera que estos puedan elegir, de un conjunto de asignaturas electivas que se dictan semestralmente, aquellas que le sean de mayor interés y que estén relacionadas con el propósito profesional de cada estudiante.

Los programas de las unidades curriculares electivas son diseñados de manera tal que permita la flexibilidad suficiente en la disciplina que se imparte. En cada opción o grupo de investigación, sus docentes integrantes tienen la posibilidad de ofrecer al estudiantado información actualizada sobre su área de trabajo, haciéndose hincapié en los tópicos relevantes, científicos y tecnológicos, de interés común. En oportunidades muy especiales se involucra personal académico con otras instituciones afines en el proceso de enseñanza.

Las asignaturas electivas le brindan al estudiantado destreza y conocimientos que más adelante le serán muy útiles, particularmente al momento de la realización de su trabajo especial de grado, ya que reciben atención especial y directa la cual repercute, además, en su profesionalización.

### Observación

Los *PROGRAMAS* son discutidos en las opciones o grupos de investigación, con antelación de un semestre al menos, y sometidos a la consideración y análisis de los organismos directivos para su aprobación.

PROGRAMA DE LA UNIDAD CURRICULAR  
ELECTIVA  
**COMPUTACION EMERGENTE**

SEM.	CÓDIGO	TEORÍA H/S	PRACT. H/S	LAB. H/S	CRÉDITOS ACADÉMICOS	PRELACIÓN
S	2S1710	4	2	0	4	271107 - 251503

### Justificación

La resolución de problemas complejos a través de nuevos métodos computacionales es fruto de avances en diferentes áreas científicas como la biología, la computación, la física y la estadística, entre otras. A estos métodos se los agrupa bajo el concepto de Computación Emergente y se enfocan hacia la aplicación de técnicas computacionales no convencionales para el estudio de fenómenos y la resolución de problemas que debido a la complejidad que presentan no pueden ser abordados utilizando métodos tradicionales. Actualmente se incluye en la computación emergente a los autómatas celulares, las redes neuronales, los algoritmos genéticos, vida artificial y los sistemas multiagentes. Esta materia se enmarca dentro del conjunto de materias electivas del área de Caos y Sistemas Complejos del Centro de Física Fundamental.

### Requerimientos

El estudiante debe abordar esta materia con buenas bases conceptuales y destreza en programación y diseño algorítmico. La aprobación de este curso es recomendable para elaborar un Trabajo Especial de Grado en los trabajos de investigación en los que se requiera utilizar herramientas de computación emergente, como por ejemplo en el área de Sistemas Complejos, Caos y Sistemas No Lineales.

### Objetivos Generales

- Adquirir los conceptos básicos de las diferentes herramientas de computación emergente y los casos en los que es conveniente el uso de cada una de ellas.
- Diseñar, utilizando las diferentes técnicas de computación emergente modelos y soluciones a problemas.
- El estudiante debe adquirir destreza en el uso de la computación emergente para la investigación de problemas complejos.
- El estudiante debe participar activamente en un proyecto de investigación individual, bajo la supervisión del profesor.

## Contenido Programático

### 1. Introducción

Ejemplos de sistemas en los que se requiere el uso de computación emergente.  
Motivo del surgimiento y desarrollo histórico de los diferentes métodos.  
Complejidad y computación emergente.

### 2. Autómatas Celulares

Conceptos básicos de los autómatas celulares.  
Vecindad y reglas de transición.  
Criterios para el diseño de modelos utilizando autómatas celulares.  
Ejemplos: modelos de reacción-difusión, crecimiento, formación de patrones.

### 3. Algoritmos Genéticos

Conceptos básicos de algoritmos genéticos.  
Operadores evolutivos.  
Ejemplos: Optimización de recursos, agente viajero, control adaptativo.

### 4. Redes Neuronales

Conceptos básicos de redes neuronales.  
Aprendizaje y algoritmos de entrenamiento.  
Tipo de redes neuronales: perceptrónicas multicapas, dinámicas y auto-organizables.  
Ejemplos: Problemas de clasificación, asociación y aproximación.

### 5. Sistemas Multiagentes

Conceptos básicos de sistemas multiagentes.  
Tipos de agentes. Comunicación entre agentes.  
Lógica de primer orden y motores de inferencia.  
Diseño de agentes: Creencias, metas, base de conocimiento e interacción con el entorno.  
Ejemplos: Cooperación-confrontación, dilema del prisionero.

### 6. Tópicos Recientes

Computación basada en caos.  
Computación cuántica.  
Bioinformática y vida artificial.

## Metodología

Clases teóricas. Charlas invitadas interdisciplinarias.  
Proyectos supervisados y evaluados de implementación de las diferentes técnicas.

## Recursos

Aula de clase. Acceso a laboratorio de computación con Video Beam e Internet.  
Bibliografía reciente.

### **Evaluación**

Proyecto de investigación individual.

### **Bibliografía General del Curso**

- D. Goldberg, *Genetic Algorithms in Search, Optimization and Machine Learning*, Addison-Wesley, New York, USA, 1990.
- J. Aguilar, F.Rivas, *Introducción a las Técnicas de Computación Inteligente*, Universidad de Los Andes, Mérida, 2001.
- J. Hilera, V. Martinez, *Redes Neuronales Artificiales: Fundamentos, Modelos y Aplicaciones*, Addison-Wesley, Madrid, España, 1995.
- Evolving Cellular Automata (EvCA) group home page, Santa Fe Institute. <http://www.santafe.edu/projects/evca>
- S. Levy, *Artificial Life - The quest for a new creation*, Penguin Books, 1993.
- P. Bak, *How Nature Works: The Science of Self-Organized Criticality*, Springer, 1996.
- Dana H. Ballard, *An Introduction to Natural Computation*, The MIT Press.
- Nikola K.Kasabov, *Foundations of Neural Networks Fuzzy Systems and Knowledge Engineering*, The MIT Press 1996.
- E.T.Rolls&A.Treves, *Neural Networks and Brain Function*, OxfordUniversity Press, 1998.

PROGRAMA DE LA UNIDAD CURRICULAR  
ELECTIVA

**SISTEMAS COMPLEJOS**

SEM.	CÓDIGO	TEORÍA H/S	PRACT. H/S	LAB. H/S	CRÉDITOS ACADÉMICOS	PRELACIÓN
S	2S1711	4	2	0	4	271106 - 251503

**Justificación**

Recientemente, el estudio de los sistemas complejos o de la Complejidad ha surgido como un problema de enorme interés común en la Física y en otras Ciencias, dando lugar a un intenso proceso de interdisciplinaridad poco usual en otros tiempos. El concepto de sistema complejo (un sistema cuyas propiedades colectivas no son susceptibles de ser derivadas trivialmente a partir del conocimiento de sus partes constituyentes) se ha convertido en un nuevo paradigma para la búsqueda de una interpretación unificada de los procesos de surgimiento de estructuras y organización en una diversidad de fenómenos naturales y artificiales. Esta unidad curricular introduce al estudiante en un tema de investigación de frontera en la Física contemporánea y le permite desarrollar conocimientos útiles en muchos contextos, aumentando su comprensión y posibilidades de trabajo en el mundo actual.

**Requerimientos**

El estudiante debe abordar esta materia con buenas bases conceptuales de las principales teorías de la Física: Mecánica Clásica, Electromagnetismo y Mecánica Estadística, además de poseer conocimientos sólidos de ecuaciones diferenciales ordinarias y parciales. Es aconsejable tener familiaridad con conceptos de Caos y sistemas dinámicos, y un lenguaje de programación. La aprobación de este curso es recomendable para elaborar una Tesis de Postgrado en el área de Caos y Sistemas Complejos.

**Objetivos Generales**

Se trata de desarrollar un marco teórico y conceptual para una descripción unificada de los sistemas complejos. El estudiante debe aprender conceptos y herramientas comunes para el análisis de sistemas complejos provenientes de diversos contextos, tales como sistemas físicos, químicos, biológicos, sociales, económicos, etc.

El estudiante debe ser capaz de reconocer las propiedades fundamentales de sistemas complejos: no linealidad, interdependencia, adaptación y emergencia.

El estudiante debe adquirir técnicas computacionales y de simulación de modelos de sistemas complejos.

El estudiante debe participar activamente en un proyecto de investigación individual, bajo la supervisión del profesor.

## **Contenido Programático**

### **1. Introducción**

Ejemplos de sistemas complejos y de comportamientos emergentes.

Planteamiento del problema. Ingredientes de sistemas complejos. Interdisciplinaridad.

Sinérgica de Haken. Perspectiva histórica: reduccionismo y holismo. Modelos constructivistas.

Estructuras jerárquicas, fractales y leyes de escalamiento.

### **2. Revisión de sistemas no lineales**

Sistemas dinámicos no lineales. Flujos continuos y mapas iterativos.

Caos en sistemas dinámicos deterministas. Propiedades universales de las transiciones al caos. Reconstrucción de atractores caóticos, Análisis no lineal de series de tiempo.

Predicción y determinismo.

### **3. Representación simbólica de sistemas físicos**

Dinámica simbólica en sistemas dinámicos. Lenguajes y entropía topológica.

Codificación basada en caos. Computación basada en caos.

### **4. Fenómenos críticos**

Revisión de Termodinámica y Teoría Cinética. Mecánica Estadística.

La segunda Ley. Entropía en sistemas abiertos.

Transiciones de fase. Funciones de correlación. Hipótesis de escalamiento.

Clases de universalidad. Renormalización. Modelo de Ising. Percolación.

### **5. Formación de patrones en sistemas fuera de equilibrio**

Sistemas dinámicos espacio-temporales.

Ecuaciones de reacción-difusión. Análisis de estabilidad de estados homogéneos.

Patrones de Turing. Patrones en sistemas biológicos. Sistemas depredador-presa.

Ondas químicas. Medios excitables. Ecuación de Ginsburg-Landau. Turbulencia.

### **6. Auto-organización y emergencia**

Autómatas celulares. Redes de mapas acoplados. Redes neuronales.

Tipos y propiedades de redes. Redes de pequeño mundo y redes libres de escala

Modelos basados en agentes. Econofísica y modelos de sistemas sociales. Colonias de insectos.

Sistemas adaptativos complejos. Algoritmos genéticos.

Criticalidad auto-organizada. Evolución. Leyes de potencia en la Naturaleza. Modelos del cerebro.

### 7. Definiciones de complejidad

Introducción a la Teoría de Información. Máquina de Turing.

Complejidad algorítmica. Profundidad lógica. Funcionalidad y estructura.

Surgimiento de comportamiento colectivo no trivial en sistemas caóticos extendidos.

Predicción y universalidad cualitativa. Modelos físicos, realidad y metáforas.

Debates actuales. Hacia una Teoría de la Complejidad.

### Bibliografía del Curso

1. K. Kaneko, I. Tsuda; *Complex Systems: Chaos and Beyond*. Springer, 2000.
2. N. Boccarda, *Modeling Complex Systems*. Springer-Verlag, 2004.
3. A. Mikhailov, V. Calenbuhr; *From Cells to Societies: Models of Complex Behavior*. Springer, 2002.
4. H. G. Schuster; *Complex Adaptive Systems*, Scator-Verlag, 2001.
5. R. Badii, A. Politi; *Complexity*. Cambridge University Press, 1997.
6. R. Axelrod, *The Complexity of Cooperation*, Princeton University Press, 1997.
7. R. Solé, S. Manrubia; *Orden y Caos en Sistemas Complejos*, Ediciones UPC, Barcelona, 2000.

### Lecturas generales:

- L. Barabási, *Linked; The new science of networks*. Perseus, 2002.
- H. J. Morowitz; *The emergence of everything: how the world became complex*, Oxford U. Press, 2002.
- P. Bak; *How Nature Works: The science of self-organized criticality*. Springer-Verlag, 1996.
- J. Holland; *Emergence: From chaos to order*. Perseus, 1998.

PROGRAMA DE LA UNIDAD CURRICULAR  
ELECTIVA  
**DINÁMICA NO LINEAL Y CAOS**

SEM.	CÓDIGO	TEORÍA H/S	PRACT. H/S	LAB. H/S	CRÉDITOS ACADÉMICOS	PRELACIÓN
S	2S1712	4	2	0	4	271107 - 261007

### Justificación

Hacia finales del siglo XX, la Física alcanzó una comprensión teórica y experimental del fenómeno de caos en sistemas dinámicos no lineales. El estudio del caos ha dejado varias lecciones importantes para la Ciencia: (i) el determinismo no necesariamente implica predicción; (ii) sistemas simples pueden tener comportamientos complejos, (iii) sistemas muy diversos pueden presentar comportamientos universales cuando se vuelven caóticos. El descubrimiento de la ubicuidad del caos en la Naturaleza y de las propiedades universales de este fenómeno han sentado las bases para el surgimiento de un punto de vista global y unificado para el estudio de sistemas dinámicos extendidos, los cuales son capaces de manifestar comportamientos complejos. La investigación de sistemas de elementos no lineales interactivos plantea actualmente profundas interrogantes, y a su vez ha revelado insospechadas relaciones entre problemas de distintas disciplinas, aparentemente inconexos. Este curso introduce al estudiante en un tema de investigación de gran interés en la Física contemporánea y le permite desarrollar conocimientos y herramientas útiles en muchos contextos, aumentando su comprensión y posibilidades de trabajo en el mundo actual.

### Requerimientos

El estudiante debe abordar esta materia con buenas bases conceptuales de Mecánica Clásica y de sistemas dinámicos en general, además de poseer conocimientos de ecuaciones diferenciales ordinarias y parciales. Experiencia en programación es recomendable, aunque no indispensable. La aprobación de este curso es recomendable para elaborar una Tesis de Grado en el área de Caos y Sistemas Complejos.

### Objetivos Generales

Se trata de desarrollar un marco teórico y conceptual para el estudio del fenómeno universal del caos. El estudiante debe aprender conceptos y herramientas comunes para el análisis de sistemas caóticos provenientes de diversos contextos, tales como sistemas físicos, químicos, biológicos, sociales, económicos, etc.

El estudiante debe adquirir técnicas computacionales y de simulación de sistemas caóticos, discretos y continuos en el tiempo.

El estudiante debe participar activamente en un proyecto de investigación, bajo la supervisión del Profesor.

## **Contenido Programático**

### **1. Introducción a la Dinámica No Lineal**

Espacio de fase. Sistemas conservativos y sistemas disipativos. Sistemas dinámicos no lineales. Secciones de Poincaré. Caos determinista. Sensibilidad a las condiciones iniciales. Ejemplos de sistemas caóticos. Atractores. Caos y fractales. Ubicuidad del caos en la Naturaleza. Predicción y determinismo.

### **2. Mapas unidimensionales como modelos de sistemas caóticos**

Dependencia de parámetros. Clasificación y diagramas de bifurcaciones. Orbitas periódicas; estabilidad. Exponente de Lyapunov.

### **3. Rutas de transición al caos**

Duplicación de períodos: mapa cuadrático; propiedades de escala; renormalización; constantes universales de Feigenbaum; confirmaciones experimentales. Intermitencia: tipos de intermitencia; propiedades universales, observaciones experimentales. Quasiperiodicidad: bifurcación de Hopf, mapa del círculo; renormalización; experimentos. Crisis.

### **4. Atractores extraños**

Mapas y flujos multidimensionales; caracterización de atractores extraños; cuencas de atracción, series temporales y reconstrucción de atractores; propiedades dinámicas de atractores extraños; espectro de Lyapunov; repulsores; control de caos.

### **5. Multifractales**

Autosimilaridad e invariancia de escala en la Naturaleza. Dimensión fractal. Formalismo termodinámico para multifractales.

### **6. Algunos tópicos recientes**

Formación de patrones en sistemas disipativos. Sincronización de sistemas caóticos. Tipos de sincronización. Redes de mapas acoplados, autómatas celulares. Caos espaciotemporal. Sistemas forzados. Caos Hamiltoniano. Comportamientos colectivos. Sistemas complejos. Sociofísica. Econofísica.

### **Metodología**

Clases teóricas y proyectos supervisados de investigación para estudiantes.  
Uso de modelos computacionales para simulaciones en PC Linux.  
Charlas invitadas interdisciplinarias. Sesiones de discusión crítica.

### **Recursos**

Video-Beam. Videos. Acceso a Internet. Aula de clase. Computadoras PC con Linux.  
Bibliografía reciente.

### **Evaluación**

Tareas. Proyecto de investigación individual.

### **Bibliografía**

1. M. Cosenza, *Notas de clase*, Postgrado en Física Fundamental, ULA (2000).
2. H. Schuster, W. Just, *Deterministic Chaos*, 4th. edition, Springer-Verlag (2005).
3. M. Cencini, F. Cecconi, A. Vulpiani, *Chaos: from simple models to complex systems*, World Scientific (2010).
4. J. C. Sprott, *Chaos and Time Series Analysis*, Oxford U. Press (2003).
5. E. Ott, *Chaos in Dynamical Systems*, 2<sup>nd</sup> edition, Cambridge U. Press (2002).
6. H. Hilborn, *Chaos and Nonlinear Dynamics*, 2<sup>nd</sup> edition, Oxford (2000).

**PROGRAMA DE LA UNIDAD CURRICULAR  
ELECTIVA  
GEOFÍSICA 1**

SEM.	CÓDIGO	TEORÍA H/S	PRÁCT H/S	LAB. H/S	CRÉDITOS ACADÉMICOS	PRELACIÓN
S	2S17113	4	2	0	4	251503 - 241005

**Justificación**

Es una unidad curricular de introducción a la aplicación de los métodos de la Física al estudio de la estructura y dinámica de la parte sólida del planeta Tierra. Provee al estudiante de los elementos básicos en métodos gravimétricos, magnéticos, de refracción y reflexión sísmica, y eléctricos. Esta variedad de métodos permite ilustrar el carácter multidisciplinario que tiene la Geofísica.

**Requerimientos**

Conocimientos cubiertos en los cursos de Física general, Mecánica y Matemática de la Física 1. Es deseable, aunque no estrictamente necesario, que el alumno haya aprobado o esté cursando Matemática de la Física 2.

**Objetivos Generales**

Mostrar cómo se pueden construir modelos físicos con aplicaciones a la Geología, tomando en cuenta las limitaciones e incertidumbres asociadas a los resultados obtenidos. Mostrar además como la combinación de los métodos geofísicos y fundamentalmente la de éstos con la información geológica permite reducir la no unicidad y la incertidumbre en la construcción de tales modelos.

**Contenido Programático**

**1. Métodos Gravimétricos**

Teoría y principios elementales. Ley de gravitación de Newton. Aceleración de la gravedad. Potencial gravitacional. Ecuaciones del campo potencial. Derivadas del potencial. Gravedad de la Tierra. Forma de la Tierra. Medidas de la gravedad. Instrumentos para medir la gravedad. Reducciones de las medidas de gravedad. Densidades de rocas y minerales. Estimación de densidades a partir de resultados de campo. Efectos gravimétricos de formas simples. Teorema de Gauss. Exceso de masa. Isostasia.

## **2. Métodos Magnéticos**

Teoría y principios elementales. Campo magnético de la Tierra. Anomalías magnéticas locales. Susceptibilidad de rocas y minerales. Medidas del campo magnético. Magnetómetros. Efectos magnéticos de formas simples.

## **3. Métodos de Refracción y Reflexión Sísmica**

Teoría y principios generales. Modelos de capas horizontales y buzantes. Perfiles a través de una falla. Medios continuos, velocidad como una función de la profundidad. Interpretación para arreglos comunes.

## **4. Métodos Eléctricos**

Métodos Eléctricos de Auto potencial, Telúricos y Magnetotelúricos y de Resistividad eléctrica. Generalidades, instrumentación y aplicaciones. Interpretación.

## **Metodología**

Clases magistrales con exposición de la teoría y resolución de problemas. Uso de software para análisis de datos y modelaje.

## **Recursos**

Aulas de clases adecuadas y acondicionadas, tiza y pizarrón. Computadoras. Proyector de diapositivas y retroproyector. Existencia de bibliografía recomendada en las bibliotecas.

## **Evaluación**

La evaluación consistirá en exámenes parciales, tareas.

## **Bibliografía General del Curso**

7. Robinson. E. & CahitCoruh, Basic Exploration Geophysics. Wiley 1988.
8. Dobrin. Introduction to Geophysical Prospecting.
9. Telford et al. Applied Geophysics.
10. Garland. Introduction to Geophysics.
11. Stacey. Physics of the Earth.
12. Parasnis. Principles of Applied Geophysics.
13. Zharkov. Estructura interior de la Tierra y de los planetas.
14. Notas de clase.

PROGRAMA DE LA UNIDAD CURRICULAR  
ELECTIVA

**ESTADO SÓLIDO**

SEM.	CÓDIGO	TEORÍA H/S	PRÁCT H/S	LAB. H/S	CRÉDITOS ACADÉMICOS	PRELACIÓN
S	2S1714	6	0	0	4	2271302 - 271107

**Justificación**

El estudio de la Física del Estado Sólido es una de las áreas de investigación del Departamento de Física. Su objeto de estudio, los nuevos materiales, tiene especial importancia tanto por sus aplicaciones industriales como por el reto intelectual que representa el estudio de los fenómenos que se manifiestan en estos materiales.

Esta electiva es una introducción al estudio de los fenómenos que se presentan en los sólidos reales. Al mismo tiempo, sienta las bases teóricas para la comprensión de los conceptos que explican dichos fenómenos.

**Requerimientos**

Para la buena comprensión del curso, es requisito fundamental que el estudiante tenga un manejo eficiente de los conocimientos enseñados en los cursos de Matemáticas de la Física, Física Cuántica y Mecánica Estadística.

**Objetivos**

El objetivo principal del curso es el de introducir al estudiante en el manejo de los fundamentos teóricos esenciales para una comprensión de los sólidos.

El estudiante aprenderá tópicos fundamentales básicos para la comprensión de otras electivas más específicas.

**Contenido Programático**

**1. Estructura Cristalina**

Cristal, red cristalina y celda unidad. Átomos como componente de la celda. Simetría de traslación. Vectores de traslación unitarios. Posición de una celda en el cristal. Posición de

los átomos dentro de la celda. Planos cristalinos. Las 14 redes de Bravais. Celda primitiva. Ejemplos.

**2. Métodos experimentales para determinar la estructura cristalina**

Difracción de Rayos-X, neutrones y electrones. Ley de Bragg. Métodos de Laue, de polvo y de rotación del cristal. Red recíproca. Zonas de Brillouin. Factores de dispersión de la celda y de los átomos.

**3. Vibraciones Cristalinas**

Ondas elásticas. Modos de vibración, densidad de estados en el modelo elástico. Calor específico. Modelos de Einstein y Debye. Cuantización de las oscilaciones: fonón. Ondas en una red. Densidad de estados en el modelo cuantizado. Calor específico en el modelo cuantizado. Conductividad térmica: modelo simple de gas de fonones. Interacción de fonones con fotones y neutrones.

**4. Electrones en un cristal 1**

Modelo de Drude. Modelo de Lorentz. Modelo de Sommerfeld. El gas de electrones libres. Función densidad de estados. Energía de electrones libres. Energía de Fermi. Conductividad eléctrica. Efecto de la temperatura sobre la conductividad eléctrica. Contribución al calor específico del cristal por parte de los electrones libres. Contribución a la conductividad térmica por parte de los electrones. Contribución de los electrones libres al Paramagnetismo de Pauli. Críticas al modelo de electrones libres.

**5. Electrones en un cristal 2**

Bandas de energía. Formación de las bandas en un sólido compuesto por muchos átomos o moléculas. Teorema de Bloch. Modelo de Kroning-Penney. Bandas de energía en las diferentes zonas de Brillouin. Número de estados de cada banda. Electrones casi libres. Brecha de energía. Metales, aisladores y semiconductores. Densidad de estados en presencia de bandas. La superficie de Fermi en presencia de bandas. Velocidad del electrón de Bloch. Acción de un campo eléctrico. Masa efectiva. Momento de cristal. Huecos. Conductividad eléctrica. Acción de un campo magnético: Resonancia de ciclotrón y efecto Hall. Electrones libres en presencia de un campo magnético.

**6. Física de las películas delgadas**

Redes cristalinas en 3 y 2 dimensiones. El espacio recíproco. Difracción de Rayos-X y de electrones. El enlace químico. Propiedades vibracionales de átomos superficiales y adsorbidos. Métodos de crecimiento de películas delgadas. Propiedades ópticas de superficies. Fotoluminiscencia. Espectroscopia Raman.

**Metodología**

Clases magistrales del profesor con:

- a) Participación del alumno

- b) Planteamiento y solución de problemas.
- c) Asignación de tópicos complementarios para investigar en la biblioteca e Internet con exposición oral en clase

### **Recursos**

Aula con pizarrón y facilidades para video-proyector.  
Textos.

### **Evaluación**

La calificación del curso se obtendrá a partir de: exposiciones orales, tareas periódicas y al menos tres exámenes parciales.

### **Bibliografía General del Curso**

15. M. Ali Omar, Elementary Solid State Physics Addison Wesley. 1975.
16. Charles A. Wert y Robb M Thomson, Physics of Solids.
17. J.P. McKelvey, SolidState and Semiconductor Physics. Harper and Row. 1966.
18. R.A. Smith, Wave Mechanics of Crystalline Solids. Chapman and Hall, 2da edición. 1969.
19. Charles Kittel, Introduction to SolidState Physics.
20. R.A. Smith, Semiconductors. Segunda edición. 1978.
21. F. Blatt, Physics of Electronic Conduction in Solids. Mc Graw Hill Co. 1970.
22. M. Prutton, Electronic Properties of Surfaces, Adam Hilger.

PROGRAMA DE LA UNIDAD CURRICULAR  
ELECTIVA  
**ASTROFÍSICA GENERAL 2**

SEM.	CÓDIGO	TEORÍA H/S	PRÁCT. H/S	LAB. H/S	CRÉDITOS ACADÉMICOS	PRELACIÓN
S	2S1716	4	2	0	4	2S1715

### Justificación

Se trata de una unidad curricular algo más avanzado que el de Astronomía General, donde se continúa con la revisión general de los conceptos fundamentales de la Astrofísica. Provee al estudiante con herramientas más avanzadas para la comprensión de la estructura física del Universo.

### Requisitos

El estudiante debe haber aprobado las asignaturas Física Cuántica, Métodos Matemáticos de la Física, y Astrofísica General 1.

### Objetivos Generales

A través de este curso se prepara al alumno con conocimientos avanzados usados posteriormente para la elaboración de modelos físicos. Se enuncian las leyes básicas de la Astrofísica, y se utilizan conceptos traídos de otras disciplinas. El estudiante debe resolver una cantidad de ejercicios y problemas, algunos de ellos de computación, los cuales aclararán los conceptos estudiados.

### Contenido

1. Determinación de los parámetros físicos de las estrellas. Métodos de determinación de distancias, masas y temperaturas. Diferentes definiciones de temperatura.
2. Fundamentos de atmósferas estelares. Transferencia de la radiación. Opacidades estelares. Aproximación de Eddington. Procesos atómicos. Ecuaciones de Boltzmann y Saha.
3. Introducción a la teoría estelar. Información observacional. Fuentes de Energía. Reacciones Nucleares. Ecuación del interior estelar. Equilibrio hidrostático. Importancia de la

conducción y convección. Análisis dimensional. Construcción de modelos de la Secuencia Principal. Comparación con las observaciones.

4. Evolución estelar. Diagrama de HR. Características de las diferentes fases de evolución.
5. El Sol, observaciones y modelos teóricos.
6. Material interestelar. Esferas de Strongem. Frentes de choque e ionización. Moléculas y granos interestelares. Nubes interestelares. Curva de extinción. Líneas interestelares. Formación de estrellas.
7. Estructura de nuestra Galaxia. Características físicas. Curva de rotación. Distancia al centro. Parámetros de Oort. Determinación de la masa. Materia oscura. Abundancias químicas. Poblaciones estelares. Sistema de cúmulos globulares. Otras galaxias. Clasificación.
8. Origen del Universo. Cosmología. Big Bang. Modelos alternativos. Expansión de Hubble. Métodos de determinación de la edad del Universo. Métodos de determinación de la escala del Universo.

### **Metodología**

Clases teóricas y resolución de problemas, algunos de ellos con ayuda de la computadora. Uso de software relacionado a este campo.

### **Recursos**

Aulas de clases adecuadas a estas necesidades. Computadoras. Proyector de diapositivas y de transparencias. Existencia de bibliografía adecuada.

### **Evaluación**

Exámenes parciales. Ejercicios prácticos. Ejercicios de computación.

### **Bibliografía General del Curso**

- Hack. Margherita., "Stellar Spectroscopy: Normal Stars".
- Hack. Margherita., "Stellar Spectroscopy: Peculiar Stars".
- Novotny., "AtmosferasEstelares".
- Weyman et al. "Introductory Theoretical Astrophysics".

- Chandrasekar. "Stellar Structure".
- Dufay. Jean., "Galactic Nebulae and Interstellar Matter".
- Mihalas. Dimitry., "Stellar Atmospheres".
- Priest, E. "Solar Magnetohydrodynamics".
- Aschwanden, M. "Physics of the solar corona".

PROGRAMA DE LA UNIDAD CURRICULAR  
ELECTIVA  
**TEORÍA CLÁSICA DE CAMPOS**

SEM.	CÓDIGO	TEORÍA H/S	PRÁCT. H/S	LAB. H/S	CRÉDITOS ACADÉMICOS	PRELACIÓN
S	2S1717	4	2	0	4	271107 - 2S1720

### Justificación

Esta unidad curricular permite al estudiante familiarizarse con las ideas y técnicas propias de las teorías clásicas de campo proveyéndolo de un marco conceptual fundamental para la formulación de modelos en Física Teórica.

### Requerimientos

El programa es esencialmente autocontenido. Sin embargo se requiere que el estudiante este familiarizado con la teoría electromagnética de Maxwell y con la Mecánica Cuántica.

### Objetivos Generales

El objetivo de esta materia es introducir al estudiante a los principios fundamentales de las teorías clásicas de campo, incluyendo una revisión de los grupos de Lorentz y Poincare y con un especial énfasis en los campos de Dirac y en las teorías de calibre.

### Contenido Programático

#### 1. Relatividad Especial

El Grupo de Lorentz. Tensores. Dinámica del punto en relatividad. El grupo de Poincare.

#### 2. Cinemática y Dinámica en Teoría de Campos

Campos relativistas. Formulación lagrangeana para campos. La acción. El principio de mínima acción. Ecuaciones de Euler-Lagrange. El hamiltoniano para campos.

#### 3. Leyes de Conservación en Teoría de Campos

Teorema de Nother. Cargas y corrientes conservadas. Simetrías espacio-tiempo. El grupo conformal. Simetrías internas.

**4. El Campo de Schrödinger**

Cinemática y dinámica del modelo. Invariancia traslacional y operadores Hamiltoniano y Momentum Lineal. Invariancia rotacional y operador Momentum Angular.

**5. Campos de Klein-Gordon y Electromagnético**

Cinemática y dinámica de los modelos. Invariancia traslacional y tensores de energía-impulso.

**6. Campos de Weyl y de Dirac**

Representaciones espinoriales del grupo de Lorentz. Cinemática y Dinámica del campo de Weyl. Cantidades conservadas. Cinemática y dinámica del campo de Dirac. Cantidades conservadas. Paridad.

**7. Teorías de Calibre**

Invariancia de calibre. Teorías de Yang-Mills. Relatividad General. Elementos de Geometría.

**8. Cuantización a la Feynman**

Mecánica Cuántica e integrales de camino. El oscilador armónico. Introducción a la Teoría Cuántica de Campos. Vínculos.

**9. Rompimiento espontaneo de Simetrías Globales**

Rompimiento espontaneo de una simetría discreta. Rompimiento espontaneo de una simetría global  $U(1)$ . Bosones de Nambu-Goldstone. Teorema de Goldstone.

**10. El mecanismo de Higgs**

Ejemplo en un modelo Abeliano. El caso no-Abeliano: rompimiento de  $SU(2)$ .

**11. Fenómenos no-lineales**

Solitones. Monopolos. Instantones.

## **Metodología**

La materia es dictada a través de clases magistrales desarrolladas por los alumnos y a través de la solución de múltiples ejercicios.

## **Evaluación**

La evaluación se realiza a través de la consideración de las clases dictadas por los alumnos y de la corrección de los ejercicios entregados como tareas.

### **Bibliografía General del Curso**

- P. Ramond, Field Theory, a modern primer. Benjamin/Cummings Publishing Company, Inc., 1981.
- V. Rubakov, Classical Theory of Gauge Fields, Princeton University Press, 2002.
- Barut, Electrodynamics and Classical Theory of Fields and Particles. McMillan, 1964.
- L. Landau and Lifshitz, The Classical Theory of Fields. Addison-Wesley, 1951.

PROGRAMA DE LA UNIDAD CURRICULAR  
ELECTIVA  
**RELATIVIDAD GENERAL**

SEM.	CÓDIGO	TEORÍA H/S	PRÁCT. H/S	LAB. H/S	CRÉDITOS ACADÉMICOS	PRELACIÓN
S	2S1718	4	2	0	4	261007

### Justificación

Esta unidad curricular sirve de fundamento a cualquier propósito de acercarse a la física del campo gravitacional, pues provee los elementos introductorios de la Relatividad General.

### Requerimientos

El programa es esencialmente autocontenido. Las únicas limitaciones son las de las materias electivas en general. Bastan los conocimientos impartidos en los cursos de Mecánica Clásica y Electromagnetismo.

### Objetivos

El objetivo de esta materia es permitir el posterior acercamiento a tópicos más especializados necesarios para iniciar un proyecto de tesis. También provee una visión más amplia del enfoque teórico con que se describe el mundo físico actualmente.

### Contenido Programático

#### 1. Relatividad Especial

Principios fundamentales. Diagramas espacio-tiempo. Invariancia del intervalo. Transformaciones de Lorentz.

#### 2. Análisis Vectorial en Relatividad Especial

Definición de vector y álgebra vectorial. Cuadrivelocidad y cuádrimomento. Producto escalar y aplicaciones.

#### 3. Análisis Tensorial en Relatividad Especial

El tensor métrico. Definición de tensor. Uno-formas. Métrica como aplicación de vectores en uno-formas. Subidas y bajadas de índices. Derivación de tensores.

**4. Fluidos Perfectos en Relatividad Especial**

Fluidos. Polvo y el flujo densidad de número. Tensor de energía-impulso. Fluidos generales y perfectos. Importancia para relatividad general. Ley de Gauss.

**5. Prefacio a Curvatura**

Relación de gravitación con curvatura. Álgebra tensorial en coordenadas polares. Cálculo tensorial en coordenadas polares. Símbolos de Christoffel y la métrica. Naturaleza tensorial de la conexión afín. Bases no coordenadas.

**6. Variedades Curvas**

Variedades curvas y tensores. Variedades riemannianas. Derivación covariante. Transporte paralelo, geodésicas y curvatura. El tensor de curvatura. Identidades de Bianchi, tensor de Ricci y de Einstein. Curvatura en perspectiva.

**7. Física en Espacio-Tiempo Curvos**

Transición de geometría a gravedad. Física en espacio-tiempo poco curvos. Cantidades conservadas. Intuición sobre geometrías curvas.

**8. Ecuaciones de Einstein**

Justificación y propósito de las ecuaciones de campo. Ecuaciones de Einstein. Solución para campos débiles. Campos newtonianos.

**9. Radiación Gravitacional**

Propagación de ondas gravitacionales y su detección. Generación de ondas gravitacionales. Energía de una onda gravitacional.

**10. Soluciones con Simetría Esférica**

Coordenadas adecuadas a la simetría del espacio-tiempo esféricamente estático. La solución exterior de Schwarzschild. Estructura interior de una estrella. Soluciones interiores.

**Metodología**

La materia es dictada a través de clases magistrales desarrolladas por los alumnos y a través de la solución de múltiples ejercicios.

**Evaluación**

La evaluación se realiza a través de la consideración de las clases dictadas por los alumnos y de la corrección de los ejercicios entregados como tareas. Se contempla asimismo la realización de exámenes parciales y final.

**Bibliografía**

Bernardo Schutz, *A First Course in General Relativity*, Cambridge University Press, 1985.

PROGRAMA DE LA UNIDAD CURRICULAR  
ELECTIVA

**TEORÍA DE GRUPOS**

SEM.	CÓDIGO	TEORÍA H/S	PRACT. H/S	LAB. H/S	CRÉDITOS ACADÉMICOS	PRELACIÓN
S	2S1719	4	2	0	4	261301 - 251006

**1. JUSTIFICACION**

Esta unidad curricular corresponde a una introducción al estudio de las propiedades de la Teoría de Grupos.

Muy útil en estudios de la teoría de Fotoluminiscencia, Efecto Raman, Teoría de Orbitales Moleculares, Moléculas poliatómicas.

**3. OBJETIVOS**

- Explicar los conceptos básicos de la existencia de grupos.
- Distinguir los distintos tipos de grupos..
- Propiedades de los grupos de simetría.
- Aprender a manejar las representaciones de grupos finitos.

**Contenido Programático**

**1. Fundamentos de la Teoría de Grupo**

Definiciones de: Grupo. Grupo Abeliano. Grupo Finito. Orden de Grupo. Subgrupo. Diferentes Grupos. Clasificación. Grupos de Simetrías. Tabla de Multiplicación. Clases de un Grupo. Isomorfismo. Homomorfismo.

**2. Teoría de las Representaciones de Grupos Finitos**

Representación de Grupo. Propiedades. Representaciones Reducibles. Representaciones Equivalente. Teorema de la Ortogonalidad.

**3. Propiedades de los Caracteres de las Representaciones**

Definición del carácter de una Representación. Transformación de Similitud. Teorema de Ortogonalidad para caracteres. Construcción Tabla de Caracteres. Reducción de una Representación Reducible. Representación regular.

**4. Introducción de la Teoría del Campo Cristalino**

Configuración Electrónica. Acoplamiento del Momento Angular Orbital y Spin. Método para obtener números Cuánticos Totales. Estado Energéticos de Configuración  $p^n$  y  $d^n$ . Teorema de la suma de esférica armónicos. Un Ión con su Campo Cristalino.

Desdoblamiento por Campo Cristalino. Propiedades de los Grupos Dobles. Desdoblamiento por Acoplamiento Spin-Orbita.

**5. Teoría del Grupo y Mecánica Cuántica**

Grupo de la Ecuación Irreducible dl G. de la E. de Sch. Caracteres para el Grupo de Rotación. Aplicación de T. de G. en determinación de Enlaces. Reglas de Selección Ópticas para Átomos de Hidrógeno sobre Hexágono.

**6. Temas Varios**

Niveles de Energía Vibracional. Vibraciones Moleculares. Integración con Radiación Infrarroja. Efecto Raman.

**Bibliografía**

- R. Eisberg y R. Resnik. “Quantum Physics”
- A. Cotton; “Chemical Applications of Group Theory”. Interscience 1971
- G. Burns; “Introductions to Group Theory with Applications”. AcademicProcess. 1977.
- E. Condon y G. Shortly. “The Theory of Atomic Spectra”. Cambridge Univ. Press. 1951.
- Ballhausen “Ligand Field Theory”. Mc. Grow Hill, 1962.
- R. Stevenson. “Multiplet Structure of Atoms and Molecules” W. Saunders 1965.
- M. Lax; “Symmetry Principles in Solid State and Molecular Physics”.
- M. Tinkham, “Group Theory and Quantum Mechanics”. Mc. Graw Hill. 1964.
- G. Koster. J. Dimmock R. Weeler y H. Statz. “Properties of the Thirty-two Point Groups”. M.I.T. Press Cambridge 1963.

PROGRAMA DE LA UNIDAD CURRICULAR  
ELECTIVA  
**MAGNETISMO EN NANOMATERIALES**

SEM.	CÓDIGO	TEORÍA H/S	PRACT. H/S	LAB. H/S	CRÉDITOS ACADÉMICOS	PRELACIÓN
8	281720	4	2	0	4	261303 - 271302

### Justificación

Esta unidad curricular corresponde a una introducción al estudio de las propiedades magnéticas de sistemas nanométricos. Estos sistemas son de gran importancia por la gran cantidad de aplicaciones en distintas áreas tecnológicas, como: biomedicina, catálisis, en grabación y almacenamiento de información, en dispositivos de semiconductores magnéticos y magneto-ópticos, etc.

### Requerimientos

Buenos conocimientos de funciones y sus gráficas, análisis vectorial y cálculo diferencial e integral. Además, para una buena comprensión del curso, el estudiante debe tener buenos conocimientos de Física Cuántica y Física de la Materia Condensada.

### Objetivos

- Explicar los conceptos básicos de magnetismo y materiales magnéticos.
- Distinguir los distintos comportamientos magnéticos conocidos para los materiales masivos y nanométricos.
- Explicar los fundamentos y el funcionamiento de algunos equipos usados para realizar medidas magnéticas.
- Comprender los distintos fenómenos y efectos que influyen en las propiedades magnéticas de los nanomateriales.
- Conocer las leyes que rigen el comportamiento magnético de los sistemas nanoestructurados, así como su dependencia con la temperatura y el campo magnético aplicado.
- Lograr una visión general de las principales aplicaciones de los nanomateriales magnéticos.
- Entender los mecanismos y fenómenos físicos involucrados con las principales aplicaciones de los nanomateriales magnéticos.

### Contenido Programático

**1. Conceptos básicos del magnetismo**

Momento magnético orbital y momento magnético de espín. El magnetón de Bohr. Momento magnético atómico e iónico. Estado fundamental de un ión: estructura fina, reglas de Hund. Momentos magnéticos de iones 3d y 4f. Campo magnético, inducción magnética, magnetización y susceptibilidad magnética. Unidades de medida.

**2. Revisión del magnetismo en materiales volumétricos**

Diamagnetismo atómico. Paramagnetismo atómico. La ley de Curie. Funciones de Langevin y Brillouin. Ferromagnetismo. Interacciones de intercambio magnético. Anisotropía magnética. Energía magnetostática y dominios magnéticos. Histéresis magnética. Transiciones de fase. La ley de Curie-Weiss. Antiferromagnetismo. La ley de Néel. Ferrimagnetismo. La ley de Curie-Weiss para materiales ferrimagnéticos. Ferritas cúbicas. Vidrios de espín. Dependencia de la magnetización, con la temperatura y con el campo magnético aplicado, para los distintos materiales magnéticos. Ejemplos de materiales diamagnéticos, paramagnéticos, ferromagnéticos, antiferromagnéticos, ferrimagnéticos y vidrios de espín.

**3. Técnicas experimentales utilizadas en el estudio de las propiedades magnéticas de los materiales**

Fundamentos físicos, condiciones experimentales y procedimientos de medición de las principales técnicas de caracterización magnética: sistema Faraday, magnetometría de muestra vibrante (VSM), magnetometría SQUID, susceptometría AC y espectroscopia Mössbauer.

**4. Nanomagnetismo: Magnetismo en materiales nanoparticulados**

Nanopartículas magnéticas. Partículas monodominio. Sistemas superparamagnéticos. Análisis del concepto de superparamagnetismo y condiciones necesarias para su existencia. Efectos de la temperatura y la anisotropía sobre la magnetización de un sistema de nanopartículas monodominio. Mecanismos de inversión de la magnetización. Función de Langevin. Coercitividad de nanopartículas superparamagnéticas. Relajación magnética. Temperatura de bloqueo. Efectos del tamaño, distribución de tamaño, desorden superficial y agregación de las partículas sobre las propiedades magnéticas de los sistemas nanoparticulados. Importancia del estudio de nanocompuestos magnéticos. Propiedades de los fluidos magnéticos (ferro fluidos). Anisotropía de intercambio en nanopartículas con estructura core-shell (efecto Exchange bias).

**5. Aplicaciones de las nanopartículas magnéticas**

Requisitos que deben cumplir las nanopartículas para emplearse en distintas aplicaciones tecnológicas (biomédicas, catalíticas, de separación magnética, de remediación ambiental, etc.). Mecanismos físicos involucrados en las distintas aplicaciones.

**6. Magnetismo en otros sistemas de baja dimensión**

Sistemas magnéticos unidimensionales (1D): cadenas de espín, espinones. Sistemas magnéticos bidimensionales (2D): películas delgadas y multicapas. Anisotropía inducida en películas delgadas. Anisotropía de intercambio. Magnetorresistencia gigante y colosal. Funcionalidades de los sistemas magnéticos 1D y 2D. Dispositivos para grabación y almacenamiento de información. Electrónica de espín. Válvulas de espín.

### **7. Síntesis de nanomateriales magnéticos**

Definiciones de nucleación y crecimiento. Métodos físicos y químicos usados en la síntesis o preparación de nanomateriales. Síntesis de nanopartículas magnéticas mediante distintos métodos: sol-gel, coprecipitación química, auto-combustión, descomposición, micelas inversas, etc. Preparación de películas delgadas magnéticas mediante: ablación láser, pulverización catódica (sputtering), deposición química de vapor, deposición física de vapor, etc.

### **Metodología**

Clases de teoría y problemas, con apoyo de medios audiovisuales.

Presentación de experimentos demostrativos.

Revisión de publicaciones relevantes y recientes.

Tratamiento de datos experimentales.

### **Evaluación**

Tres exámenes parciales. Una tarea por tema. Una exposición final, con su respectivo manuscrito.

### **Bibliografía General del Curso**

- B.D. Cullity y C.D. Graham. "Introduction to Magnetic Materials". IEEE Press. John Wiley. 2009.
- A.H. Morrish. "The Physical Principles of Magnetism". IEEE Press. 2001.
- É.duTrémolet, D. Gignoux y M.Schlenker. "Magnetism: Fundamentals, Materials and Applications". Springer. 2005.
- A.P. Guimarães. "Principles of Nanomagnetism". Springer. 2009.
- S.P. Gubin. "Magnetic Nanoparticles". Wiley-VCH. 2009.
- N.A. Spaldin. "Magnetic Materials, Fundamentals and Applications". Cambridge University Press. 2011.
- J.M.D. Coey. "Magnetism and Magnetic Materials". Cambridge University Press. 2009.
- D. Fiorani. "Surface Effects in Magnetic Nanoparticles". Springer. 2005.
- C.-G. Stefanita. "From Bulk to Nano, The Many Sides of Magnetism". Springer. 2008.
- Artículos científicos seleccionados.

PROGRAMA DE LA UNIDAD CURRICULAR  
ELECTIVA  
**MAGNETISMO Y MATERIALES MAGNÉTICOS**

SEM.	CÓDIGO	TEORÍA H/S	PRACT. H/S	LAB. H/S	CRÉDITOS ACADÉMICOS	PRELACIÓN
8	281721	4	2	0	4	261303 - 271302

### Justificación

Esta unidad curricular corresponde a una introducción al estudio de las propiedades magnéticas de la materia, así como los fenómenos físicos que se presentan en los materiales magnéticos. El estudio del magnetismo de la materia es de gran importancia científica y tecnológica, debido a la amplia gama de aplicaciones industriales de los materiales magnéticos, en el desarrollo de: dispositivos para grabación y almacenamiento de información, dispositivos de semiconductores magnéticos y magneto-ópticos, dispositivos para refrigeración magnética, sensores, imanes permanentes, etc.

### Requerimientos

Buenos conocimientos de funciones y sus gráficas, análisis vectorial y cálculo diferencial e integral. Además, para una buena comprensión del curso, el estudiante debe tener buenos conocimientos de Física Cuántica y Física de la Materia Condensada.

### Objetivos

- Explicar los conceptos básicos de magnetismo y materiales magnéticos.
- Comprender las condiciones necesarias para que cierto material presente alguna de las propiedades magnéticas conocidas.
- Conocer las diferentes teorías que explican el magnetismo de los distintos materiales.
- Comprender la fenomenología involucrada con cada una de las variedades magnéticas.
- Conocer las leyes que rigen el comportamiento magnético de la materia y su dependencia con la temperatura y el campo magnético aplicado.
- Explicar los fundamentos y el funcionamiento de algunos equipos usados para realizar medidas magnéticas.
- Conocer los fundamentos físicos relacionados con algunas de las principales aplicaciones de los materiales magnéticos.

### Contenido Programático

**1. Conceptos básicos del magnetismo**

Momento magnético orbital y momento magnético de espín. El magnetón de Bohr. Momento magnético atómico e iónico. Estado fundamental de un ión: estructura fina, reglas de Hund. Momentos magnéticos de iones 3d y 4f. Campo magnético, inducción magnética, magnetización y susceptibilidad magnética. Unidades de medida. Efecto Zeeman.

**2. Diamagnetismo atómico**

Condiciones para que un sistema atómico presente comportamiento diamagnético. Teoría del diamagnetismo atómico. La ley fundamental del diamagnetismo atómico. La ley de Langevin. Susceptibilidad diamagnética. Ejemplos de sustancias diamagnéticas. Otros diamagnetismos: diamagnetismo de Landau.

**3. Paramagnetismo atómico**

Condiciones para que un sistema atómico presente comportamiento paramagnético. Teoría clásica del paramagnetismo atómico. Función de Langevin. Teoría cuántica del paramagnetismo. Función de Brillouin. Factor de Landé. Susceptibilidad paramagnética. La ley de Curie. Análisis de la ley de Curie desde el punto de vista cuántico. Dependencia de la susceptibilidad con la temperatura. Ejemplos de materiales paramagnéticos. Otros paramagnetismos: paramagnetismo de Pauli y paramagnetismo de van Vleck.

**4. Ferromagnetismo**

Teoría del campo molecular. Teoría fenomenológica de Weiss. Interacciones de intercambio magnético. La ley de Curie-Weiss. La temperatura de Curie como una temperatura de transición magnética. Dependencia de la magnetización con la temperatura y con el campo magnético aplicado. Histéresis magnética. Energía magnetostática y dominios magnéticos. Ejemplos de materiales ferromagnéticos. Aplicaciones de materiales ferromagnéticos.

**5. Antiferromagnetismo**

Teoría del campo molecular. La ley de Néel. La temperatura de Néel como una temperatura de transición magnética. Dependencia de la magnetización con la temperatura y con el campo magnético aplicado. Ejemplos de materiales antiferromagnéticos. Vidrios de espín.

**6. Ferrimagnetismo**

Teoría del campo molecular. Teoría fenomenológica del ferrimagnetismo. La ley de Curie-Weiss para materiales ferrimagnéticos. Dependencia de la magnetización con la temperatura y con el campo magnético aplicado. Ejemplos de materiales ferrimagnéticos: ferritas cúbicas y otros compuestos. Aplicaciones de materiales ferrimagnéticos.

**7. Anisotropía magnética**

Origen de la anisotropía magnetocristalina. Anisotropía en cristales cúbicos. Constantes de anisotropía. Ejes de magnetización fáciles y duros. Medidas en monocristales. Ejemplos de medidas en monocristales de hierro, cobalto, níquel y magnetita. Anisotropía de forma. Anisotropía magnetoelástica. Anisotropía de intercambio (Exchange bias).

### 8. Superparamagnetismo

Condiciones necesarias para la existencia del superparamagnetismo. Partículas magnéticas con estructura de monodominio. Efectos de la temperatura y la anisotropía sobre la magnetización de un sistema de nanopartículas monodominio. Función de Langevin. Coercitividad de nanopartículas superparamagnéticas. Relajación magnética. Temperatura de bloqueo. Aplicaciones de las nanopartículas magnéticas.

### 9. Técnicas experimentales utilizadas en el estudio de las propiedades magnéticas de los materiales

Fundamentos físicos, condiciones experimentales y procedimientos de medición de las principales técnicas de caracterización magnética: sistema Faraday, magnetometría de muestra vibrante (VSM), magnetometría SQUID, susceptometría AC y espectroscopia Mössbauer.

### Metodología

Clases de teoría y problemas, con apoyo de medios audiovisuales.

Presentación de experimentos demostrativos.

Revisión de publicaciones relevantes y recientes.

Tratamiento de datos experimentales.

### Evaluación

Tres exámenes parciales. Una tarea por tema. Una exposición final, con su respectivo manuscrito.

### Bibliografía General del Curso

- B.D. Cullity y C.D. Graham. "Introduction to Magnetic Materials". IEEE Press. John Wiley. 2009.
- A.H. Morrish. "The Physical Principles of Magnetism". IEEE Press. 2001.
- J.M.D. Coey. "Magnetism and Magnetic Materials". Cambridge University Press. 2009.
- N.A. Spaldin. "Magnetic Materials, Fundamentals and Applications". Cambridge University Press. 2011.
- S. Chikazumi. "Physics of Ferromagnetism". Oxford University Press. 1997.
- É.duTrémolet, D. Gignoux y M.Schlenker. "Magnetism: Fundamentals, Materials and Applications". Springer. 2005.
- S. Blundell. "Magnetism in Condensed Matter". Oxford University Press. 2001.
- A.P. Guimarães. "Principles of Nanomagnetism". Springer. 2009.
- R.C. O'Handley. "Modern Magnetic Materials". John Wiley. 2000.
- K.H.J. Buschow y F.R. De Boer. "Physics of Magnetism and Magnetic Materials". Kluwer Academic Publishers. 2004.
- Artículos científicos seleccionados.

PROGRAMA DE LA UNIDAD CURRICULAR  
ELECTIVA  
**SUPERFICIES 1**

SEM.	CÓDIGO	TEORÍA H/S	PRÁCT. H/S	LAB. H/S	CRÉDITOS ACADÉMICOS	PRELACIÓN
S	2S1722	4	2	0	4	261303 - 251503

### Justificación

Es una primera unidad curricular general introductoria en el área de Física de Superficies donde el estudiante adquiere las herramientas básicas para realizar trabajo de Tesis en esta disciplina.

### Requerimientos

El estudiante debe tener conocimientos previos de teoría cinética de gases, de teoría electromagnética, estructura atómica, ecuación de Schrödinger para pozos de potencial, modelos de enlace molecular y características de la radiación.

### Objetivos Generales

- Dar a conocer un primer acercamiento a la ciencia de superficies.
- Mostrar la importancia del vacío y modos de obtenerlo.
- Iniciar al estudiante en la interacción gas-superficie.
- Mostrar los fenómenos del ordenamiento atómico en superficies y su relación con el volumen.
- Mostrar algunas técnicas utilizadas para el estudio de superficies.

Al finalizar el curso el estudiante debe ser capaz de precisar las especificidades de una superficie en contraposición con el volumen, sus formas de interacción con la fase gaseosa y los principios de algunas técnicas de análisis de dichas superficies.

### Contenido Programático

#### 1. Introducción

Objeto de estudio de la Física de Superficies. Importancia de la Física de Superficies. Importancia de la relación (A/V). Algunos procesos de interés científico y tecnológico que

ocurre en las superficies: emisión termiónica, crecimiento de cristales, reacciones químicas, catálisis, etc. Energía superficial.

**2. Estructura cristalina y superficies**

Revisión del concepto de la estructura cristalina de sólidos. Estructura cristalina de superficies. Redes superficiales. Notación de Wood. Notación matricial. Relajación superficial. Reconstrucción. Defectos superficiales: Kinks, terrazas, impurezas, etc. Producción de superficies limpias. Fundamentos de LEED.

**3. Estructura electrónica de superficies**

Dipolo superficial. Potencial de contacto. Función trabajo. Métodos experimentales para determinar la función trabajo. Emisión por efecto de campo. El microscopio de iones por efecto de campo. Estados superficiales. Difusión superficial.

**4. Procesos de adsorción**

Procesos de adsorción. Adsorción Física y Química. Energía de activación. Cobertura, coeficiente de adhesión química.

Observaciones experimentales sobre adsorción química.

Factores que influyen en la energía de adsorción. Alcance espacial del enlace de adsorción química. Influencia de la orientación cristalográfica de la superficie e irregularidades de la misma en el proceso de adsorción.

**5. Fundamentos de Vacío**

Teoría cinética de gases. Tipos de flujo. Conductancia. Algunas bombas de vacío (rotatorias, difusoras, turbomoleculares, iónica, de absorción, de sublimación). Principios de operación. Clasificación. Número de choques por unidad de área y unidad de tiempo. Exposición. Coeficiente de adherencia (stickingcoefficient). Tiempo de formación de una monocapa. Presión de vapor. Métodos de medición de bajas presiones. Análisis de gases residuales. Espectrómetro de masa.

**6. Introducción a las técnicas experimentales de superficies**

Introducción a técnicas espectroscópicas para el análisis de superficies que usan partículas como sondas. Principios básicos. Consideraciones experimentales. Fundamentos de diversas técnicas.

## **Metodología**

La metodología utilizada trata de fomentar la autonomía del alumno en el aprendizaje, su capacidad de exponer ideas y su acercamiento a bibliografía en Inglés. Por estas razones se minimiza el tipo de clase magistral. Se utiliza el tipo tutorial y seminario y se solicita la presentación de trabajos escritos.

## Recursos

Se necesita el funcionamiento de las técnicas experimentales.

Disponer de la bibliografía adecuada: principales revistas de Física de Superficies y libros de texto especializados.

Tiza y pizarrón.

Aula adecuada para seminarios con proyector de diapositivas y transparencias.

## Evaluación

Se utiliza el método de evaluación continua basado en exposiciones orales sobre cada tema y trabajos escritos sobre las mismas.

## Bibliografía General del Curso

- Samorjai. M., Chemistry In Two Dimensions. Cornell University Press. 1981.
- Prutton. M., Surface Physics. Clarendon Press-Oxford 1975.
- French Vacuum Society. Curso De Vacío. I.U.V.S.T.A. 1978
- Kittel C., Introducción Al Estado Sólido Cap. I.
- Kuppers E., Energy Electrons And Surface Chemistry. Verlag Chemic. 1974.
- Atkins P. W., Physical Chemistry. Oxford University Press. 1978.
- Blakely J. M., Introduction To The Properties Of Crystal Surfaces. Pergamon Press-Oxford. 1973.
- Ertl G., The Nature Of The Surface Chemical Bond. North-Kolland. 1977. (Eds. T. Rhodin Y G. Erth)
- Hercules D. M., Hercules S. H., Analytical Chemistry Of Surface "Partes I, II Y III.
- Journal Of Chemical Education. 61 (5) (1984) 402
- Journal Of Chemical Education. 61 (6) (1984) 483
- Journal Of Chemical Education. 61 (7) (1984) 592
- Gasser. R.P.U., An Introduction To Chemisorption And Catalysis By Metals. Clarendon Press, Oxford 1985.
- Felchman L. C. And Mayer J. W., Fundamental Of Surface And Thin Film Analysis. Northolland, Amsterdam. 1986.

PROGRAMA DE LA UNIDAD CURRICULAR  
ELECTIVA

**SUPERFICIES 2**

SEM.	CÓDIGO	TEORÍA H/S	PRÁCT. H/S	LAB. H/S	CRÉDITOS ACADÉMICOS	PRELACIÓN
S	2S1723	4	2	0	4	2S1722

**Justificación**

Es la segunda unidad curricular general introductorio al área de Física de Superficies donde el estudiante adquiere las herramientas básicas para realizar trabajo de tesis en esta disciplina.

**Requerimientos**

El estudiante debe tener conocimientos previos sobre fundamentos de vacío, estructura cristalina y superficies, estructura electrónica de superficies y procesos de adsorción. Conocimientos rudimentarios sobre la interacción radiación y materia.

**Objetivos Generales**

Entre los objetivos fundamentales de esta asignatura cabe mencionar los siguientes:

- Que el estudiante comprenda los fundamentos básicos de algunas técnicas analíticas que se usan para el estudio de superficies tales como: Espectroscopía Infrarroja, Sonda de Kelvin, Desorción Térmica, Espectroscopia de fotoelectrones por Rayos X.
- Que el estudiante aprenda bajo supervisión a operar las técnicas anteriores.
- Que el estudiante adquiera una idea sobre los procesos electrónicos de superficie en la cinética de la adsorción y desorción.
- Que el estudiante comprenda los diferentes tipos de adsorción.
- Que el estudiante adquiera conocimientos básicos sobre estructura electrónica de semiconductores.

**Contenido Programático**

**1. Electrones y Huecos en Semiconductores**

Orden y desorden en un cristal. Tipos y propiedades de defectos: conductividad eléctrica de cristales no metálicos. Mecanismos de conducción por electrones y huecos. Niveles

energéticos de los electrones y huecos. Espectro energético del electrón en una red cristalina infinita. Espectro energético del hueco. Espectro energético del electrón en una red cristalina finita. Estadística de electrones y huecos en un semiconductor. Semiconductores n y p. Estadística de niveles locales. Niveles superficiales de Tamm y Schokley. Límites de aplicabilidad de la teoría de bandas.

## **2. Adsorción**

Teoría de Langmuir sobre la adsorción. Adsorción Física y Química. Adsorción activada. Enlaces "fuerte" y "débil" en adsorción química. Formas radicales y valencias saturadas de adsorción química. Adsorción química por enlace con un electrón. Adsorción química por enlace con dos electrones.

## **3. Procesos electrónicos en la superficie de un semiconductor durante la quimisorción**

Transformaciones entre diferentes formas adsorbidas. Equilibrio de adsorción. Cinética de adsorción. Cinética de desorción. El rol del nivel de Fermi en la adsorción química.

## **4. Espectroscopia Infrarroja**

Principios básicos de la Espectroscopia Infrarroja. Aspectos experimentales. Información que proporciona un espectro Infrarrojo. Aplicaciones generales. Espectroscopia Infrarrojo de superficies: modificación de los Espectros Moleculares debido a la interacción con la superficie. Técnicas aplicables a estudios de superficies; en especial, transmisión y reflexión.

## **5. Sonda de Kelvin**

Función trabajo. La sonda de Kelvin. Principios de funcionamiento y arreglo experimental. Potencial de superficies. Potencial de contacto. Gráficas de potencial de superficies vs temperatura. Gráfica de potencial de superficies vs  $\ln PO_2$ . Estudios de cinética de reacción.

## **6. Termogravimetría**

Definición de la Termogravimetría. Principios e historia. Instrumentación. Estandarización y técnica. Descomposición y Degradación. Termogravimetría y análisis termogravimétrico diferencial. Aspectos cuantitativos: Descomposición del Oxalato de calcio y edlcarbonato de calcio, calibración.

## **7. Espectroscopia de Fotoemisión por Rayos X (XPS)**

Principios básicos de la espectroscopia de fotoelectrones. Aspectos experimentales. XPS como técnica analítica. Análisis cualitativo y cuantitativo. Corrimiento químico. Estructuras satélites. Aplicaciones de la técnica XPS.

## **Metodología**

La metodología utilizada trata de fomentar la autonomía del aprendizaje en el alumno, su capacidad de expresar ideas y su acercamiento a la bibliografía en inglés. Por estas razones se

minimiza el tipo de clase magistral. se utiliza el tipo tutorial y seminario y se solicita la presentación de trabajos escritos.

## **Recursos**

Se necesita el funcionamiento de las diferentes técnicas experimentales del Laboratorio de Física de Superficies.

Disponer de la bibliografía adecuada principalmente de revistas de Física de Superficies y libros de texto especializados.

Tiza y pizarrón.

Aula adecuada para seminarios con proyector de diapositivas y transparencias.

## **Evaluación**

Se utiliza el método de evaluación continua basada en exposiciones orales sobre cada tema y trabajos escritos sobre las mismas.

## **Bibliografía General del Curso**

- Rubio Jesús M., Espectroscopia Infrarroja. Serie de Química. Monografía Nro. 12. Programa Regional de Desarrollo Científico y Tecnológico. Dpto. de Asuntos Científicos de la OEA. WashingtonD.C. 1974.
- Griffiths P.R., Foskett C.T. &Curbelo R. Rapid Scan Infrared Fourier Transform Spectroscopy, p. 32-46. Applied Spectroscopic Reviews 6 (1972) 31
- Tompkins F.C., Chemisorption of gases on metals. Academic Press. 1978.
- Yates J.T. &Madey T.C., Vibrational Spectroscopy of Molecules on Surfaces. PlenumPress, New York. 1987.
- Wolkestein H., Físico-Química de la Superficie de Semiconductores. MIR-Moscú 1977.
- Ertl-Kuppers., Low Energy Electrons and Surface Chemistry. Verlag Chemic 1974.
- Barbaux Y., Tesis Doctoral. Université de Lille. 1978.
- Redhead P., Thermal Desorption of gases. Vacuum 12 (1969).
- Soler-García., Surface Science 124 (1983) 563.
- Briggs D., Handbook of X-ray and Ultraviolet Photoelectron Spectroscopy. Heyden 1977.

Semestres	Plan de Estudios Vigente	Nuevo Plan de Estudios
I	Matemáticas 10 Idiomas 10 Técnicas de Estudio Sociología	Calculo 1 Fundamentos de Física Inglés 1 Geometría
II	Química Matemáticas 20 Idiomas 20 Física 11	Cálculo 2 Física 1 Análisis y Proc. de datos Inglés 2
III	Matemáticas 30 Física 21 Laboratorio 1 de Física	Cálculo 3 Mecánica Física 2 Diseño de Algoritmos
IV	Laboratorio 2 de Física Matemáticas de la Física 1 Física General 3 Mecánica	Matemáticas de la Física 1 Electromagnetismo Electrónica Termodinámica
V	Matemáticas de la Física 2 Física Moderna 1 Electrónica Ciencia y Sociedad	Matemáticas de la Física 2 Física Computacional Física de ondas Inducción al Servicio Comunitario
VI	Física Moderna 2 Programación y Diseño Algorítmico Mecánica Clásica Física Estadística	Matemáticas de la Física 3 Física Cuántica Mecánica estadística Laboratorio de Ondas
VII	Laboratorio 3 Matemáticas de la Física 3 Electiva 1	Mecánica Clásica Física de la Materia Condensada Electiva 1 Servicio Comunitario
VIII	Laboratorio 4 Electromagnetismo Electiva 2	Mecánica Cuántica Laboratorio Avanzado Historia de la Física Electiva 2 Seminario
IX	Seminario Pasantías	Trabajo Especial de Grado
X	Trabajo Especial de Grado	
<b>Total Semestres</b>	10 Semestres	<b>9 semestres</b>
<b>Total Horas</b>	201 Horas	<b>170 Horas</b>
<b>Total Créditos</b>	178 Créditos	<b>172 Créditos Académicos</b>

#### **4. CRITERIOS CONSIDERADOS EN EL DISEÑO CURRICULAR.**

- 4.1** Denominación de la Carrera: **Licenciatura en Física.**
- 4.2** Menciones si las hubiere. **No la hay**
- 4.3** Área del conocimiento a la cual se adscribe la carrera. **Física**
- 4.4** Título a otorgar y las menciones, si es el caso. **Licenciado en Física**
- 4.5** Régimen de Estudios. **Régimen Semestral**
- 4.6** Modalidad: **Presencial**
- 4.7** Duración de la carrera según régimen de estudios, **Nueve Semestres**
- 4.8** Duración de los períodos de estudio. **16 semanas**
- 4.9** Carga horaria: **Horas Totales : 170 hrs**
- 4.10** Carga crediticia de la carrera: **172 créditos académicos**

#### **5. METODOLOGIA Y TECNICA A UTILIZAR EN EL PROCESO DE ENSEÑANZA Y APRENDIZAJE.**

- 5.1** Metodología y técnicas a utilizar en el proceso de Enseñanza y aprendizaje.  
La enseñanza se realiza mediante el proceso de Enseñanza por Objetivos, recordando que los objetivos educacionales son describen con claridad las actividades del aprendizaje lo cual ayuda en la organización del plan de enseñanza. .
- 5.2** Programas de Pasantías Previstos. **Es un punto que se está estudiando.**

#### **7. LINEAS DE INVESTIGACIÓN Y PROGRAMAS DE EXTENSION VINCULADOS A LA CARRERA.**

El Departamento de Física está organizado de acuerdo a Grupos y Centros de Investigación los cuales adelantan las siguientes líneas de investigación:

- **Centro de Física Fundamental**
  - Teoría de Campos
  - Relatividad General
  - Caos y Sistemas Complejos.
- Sincronización de sistemas caóticos
- Formación de patrones espaciotemporales
- Procesos dinámicos en redes
- Comunicación y criptografía caótica
- Dinámica de sistemas fisiológicos
- Redes de mapas acoplados, autómatas celulares

- Comportamientos colectivos emergentes
- Sociofísica
- Econofísica

**- Centro de Estudios Avanzados en Óptica**

- a.- Síntesis de semiconductores por el método de fusión
- b.- Síntesis de materiales semiconductores asistido por micro ondas
- c.- Formación de películas delgadas por Ablación laser
- d.- Caracterización de materiales por medidas de absorción óptica

**- Centro de Estudios en Semiconductores**

Crecimiento y Caracterización de Materiales Semiconductores.

**- Grupo de Astrofísica Teórica**

**- Grupo de Astronomía**

**- Grupo de Enseñanza de la Física**

**-Grupo de la Materia Condensada.**

1. La Estructura de Materiales Complejos: Cuasicristales, Amorfos, Nanoestructurados, Nanocompuestos y otros.
2. Teoría para el modelado y predicción de propiedades de materiales usando primeros principios. Se realiza un estudio crítico de las propiedades electrónicas, estructurales y de transporte de sistemas nanolaminados empleando los métodos usuales para el estudio de la estructura electrónica de sólidos. Dichos métodos se aplicarán a sistemas modelos que sean relevantes para nuestro campo de investigación.
3. La relación entre el arreglo de átomos y propiedades de los materiales.
4. Propiedades Magnéticas no Típicas “Exóticas”.
5. Propiedades de materiales con dimensiones reducidas: Películas delgadas y Ultradelgadas
6. Física de Fonones, Propiedades Térmicas. Conductividad Térmica a muy altas Temperaturas. Se estudia la física de la conductividad y sus aspectos más importantes en una variedad de materiales. El propósito es revisar las teorías existentes para explicar la conductividad térmica en sólidos e identificar aspectos o procesos físicos relevantes en el régimen de muy altas temperaturas y antes de la temperatura de fusión, que nos sirva de guía para la especificación y preparación de materiales que puedan ser usados en la elaboración de la nueva generación de barreras térmicas.
7. Caracterización de la Estructura Cristalográfica y Magnética.

**- Grupo de Física Aplicada.**

- a.- Crecimiento de materiales semiconductores por método de fusión y posterior transporte químico.
- b.- Formación de películas delgadas por el método de efecto Joule.
- c.- Medidas de óptica de los materiales con las técnicas de Absorción óptica y fotoluminiscencia.

d.- Actualización de equipos por medio de hardware y software de control.

**- Grupo de Física de Superficies.**

Estudio por técnicas de análisis de superficies (difracción de electrones lentos, espectroscopia por fotoemisión de electrones, espectroscopia infrarroja, técnica de kelvin y microgravimetría) de:

Catalizadores  
Películas delgadas.  
Compuestos binarios y ternarios.  
Óxidos metálicos.

**- Grupo de Geofísica.**

Sismología-Sismotecnia  
Sismología Histórica  
Modelaje Numérico  
Microzonificación sísmica( Ruido Sísmico, reflexión y refracción sísmica)

**- Grupo de Magnetismo.**

- 1) Síntesis y estudio de nanopartículas magnéticas para aplicaciones biomédicas y catalíticas.
- 2) Estudio de los efectos del tamaño, distribución de tamaño y agregación de las partículas sobre las propiedades magnéticas de sistemas nanoparticulados.
- 3) Síntesis y estudio de propiedades antibacteriales de óxidos semiconductores nanoestructurados.
- 4) Síntesis, caracterización y estudios de propiedades de puntos cuánticos II-VI.
- 5) Crecimiento y estudio de cristales semiconductores magnéticos diluidos.

**- Grupo de Física Teórica**

**- Grupo SUMA**

- Inteligencia artificial
- Sistemas complejos
- Simulación
- Arquitectura de computadores
- Ingeniería de software
- Sistemas multiagentes

**- Grupo de Proyectos Especiales**

**- Laboratorio de Automatización e Implementación en Ciencias**

**- Laboratorio de Análisis Químico y Estructural de Materiales (LAQUEM)**

El listado señala las diferentes áreas del conocimiento en Física que se desarrollan en el Departamento de Física de la Facultad de Ciencias de la Universidad de Los Andes, en las cuales se adelantan actividades de investigación que van dirigidas fundamentalmente a la formación de

personal, sean ellos estudiantes de Licenciatura en Física o estudiantes de Postgrado de la Materia Condensada y Física Fundamental.

**Respecto a programas de extensión vinculados con la carrera.**

No hay información al respecto. Lo más cercano podría ser el programa “Encuentro con la Física, Química, Matemática y Biología” para estudiantes de la Educación Secundaria, evento que se realiza una vez a cada año..

**8. DESCRIPCION DE LA ESTRUCTURA Y ADMINISTRACION DEL DISEÑO CURRICULAR**

Ya fue analizado en secciones anteriores

**9. REQUISITOS DE SELECCIÓN ADMISION Y PERMANENCIA DE LOS ESTUDIANTES**

-REQUISITOS ESTABLECIDOS POR EL CNU

-REQUISITOS ESTABLECIDOS POR LA ULA

**10. REQUISITOS DE GRADUACION.**

- a.- Haber cumplido con el servicio comunitario.
- b.- Haber aprobado las dos materias electivas.
- c.- Haber cumplido con el plan de estudios.
- d.- Haber aprobado el Trabajo Especial de Grado

**11. POLITICAS DE EVALUACION**

La actividad de aprendizaje de los estudiantes será evaluada mediante pruebas escritas correspondiente a los temas desarrollados, eventualmente se pueden planificar interrogaciones orales. Mas detalles se entregan en el Titulo IV del Reglamento para la Administracion del Plan de Estudios que se anexa.

**12. REGIMEN DE TRANSICION:**

En el Reglamento de la Licenciatura en Física para la Administración del Plan de Estudios, existe un Titulo (VI) que está destinado a Disposiciones Transitorias, el cual establece:

## TITULO VI

### DISPOSICIONES TRANSITORIAS

#### Capítulo I

##### Del Régimen de Transición

**Artículo 32 .-** Se entenderá como etapa de transición el lapso de tiempo durante el cual estén vigentes, tanto el Pensum actualmente vigente como el Pensum propuesto.

**Parágrafo primero.** La etapa de transición tendrá una duración de seis (6) semestres lectivos a partir del semestre lectivo en que entre en vigencia este Nuevo Pensum.

**Parágrafo segundo.** Sólo durante la etapa de transición será posible que estudiantes de la carrera se gradúen bajo el régimen de estudios contemplado en el Pensum antiguo.

**Artículo 33 .-** El propuesto Pensum se iniciará durante el mes de Septiembre más cercano a la fecha de la aprobación de este Nuevo Pensum, es decir se iniciará con los alumnos de nuevo ingreso.

**Artículo 34 .-** Serán incorporados automáticamente al Nuevo Pensum aquellos estudiantes que tengan aprobados menos de 75 unidades de créditos o bien aquellos estudiantes que así lo soliciten en los términos que lo establezca la Comisión de Equivalencias considerada en el siguiente Capítulo II.

**Párrafo primero.** En relación a los estudiantes que sean incorporados al Nuevo Pensum por las circunstancias previstas en este artículo, la Comisión de Equivalencias analizará cada caso por separado y establecerá los términos de tal incorporación.

### 13. ESTUDIO DE LOS RECURSOS NECESARIOS PARA EL DESARROLLO DEL DISEÑO CURRICULAR

#### ADMINISTRACIÓN CURRICULAR.

Los miembros de la Comisión Curricular del Departamento de Física han intercambiado ideas acerca de la necesidad de lograr una estructura organizativa en el departamento que permita garantizar una eficaz y eficiente administración del currículo para que este documento se constituya en una base programática real y efectiva que rijan y oriente el proceso enseñanza-aprendizaje en la carrera de la Licenciatura en Física. Se deberá crear un documento que reglamente en forma efectiva situaciones como: tutorías, paralelos, excesos de créditos, etc. Además debe existir un documento que norme el cumplimiento de los programas así como sus niveles, de otra manera se estaría desvirtuando la idea central del Plan de Estudios; lograr que el estudiante adquiera una base sólida conceptual de la Física básica e intermedia, así como una aceptable seguridad en el manejo de la formalidad de las leyes físicas.

Siguiendo las nuevas líneas directivas de la Universidad en torno a la administración curricular, consideramos conveniente que la Comisión Docente, formada por profesores que poseen ya una aceptable experiencia docente en el departamento, asesorada por la comisión curricular respectiva, se avoque a crear los mecanismos necesarios para evaluar el dictado de las unidades curriculares, ya sea en el aspecto pedagógico como en lo referente al cumplimiento de programas y contenidos programáticos y sus niveles académicos.

Otra actividad que debe ser considerada por dichas comisiones, en su real importancia, es el seguimiento del desarrollo y avance del estudiante de acuerdo con el tiempo dedicado a su programa ello permitirá orientar al estudiante y lograr un mayor rendimiento del estudiante.

### **Objetivos Generales del Currículo.**

- 1.- Ofrecer un programa de cursos para una formación básica e intermedia en Física, suficiente para:
  - a) Continuar en un programa de postgrado.
  - b) Actuar hacia campos de docencia básica.
  - c) Participar con posibilidades en otros postgrado afines a la Física.

- 2.- Lograr hacer comprender a los estudiantes que la formación de un físico no culmina con la obtención de la Licenciatura en Física, sólo recién se inicia, ya que aún faltan los niveles de Maestría y Doctorado.
- 3.- Ayudar al estudiante para que se aproxime e ingrese al trabajo de la investigación en Física y así lograr la motivación fundamental para un desarrollo óptimo de la Licenciatura.
- 4.- Crear en el personal docente del Departamento de Física, la motivación necesaria para lograr que se cree un sistema de administración del currículo que garantice su cumplimiento con eficiencia y continuidad.
- 5.- Crear las bases necesarias para que los docentes del Departamento de Física adquieran la responsabilidad de la formación de futuros físicos, profesionales indispensables en el desarrollo científico y tecnológico del país.
- 6.- Propicia una mayor interrelación entre los docentes que harán efectivo el currículo.
- 7.- Ayudar al estudiante a comprender como se desarrolla el proceso de generación del conocimiento en las Ciencias Naturales.

## **REGLAMENTO PARA LA LICENCIATURA EN FÍSICA ADMINISTRACIÓN DEL CURRÍCULUM**

### **TITULO I DISPOSICIONES GENERALES**

**Artículo 1.-** El objeto del presente reglamento es establecer la estructura, funcionamiento y procedimiento interno del currículo de la Licenciatura en Física. Para ello se reglamentará un ordenamiento que permita planificar, desarrollar y evaluar el proceso educativo dentro de la carrera.

**Artículo 2.-** La administración y evaluación de este currículo, en sus diferentes niveles estará a cargo del Departamento de Física a través de los Profesores. Consejo de Departamento, y Comisión Docente.

**Artículo 3.-** Para la carrera de la Licenciatura en Física, todo lo referente a la selección de un estudiante para ingresar se regirá por los mecanismos de selección que establezca la **Oficina de Planificación del Sector Universitario (OPSU), de la Facultad de Ciencias. Universidad de los Andes**

**Artículo 4.-** Todo lo referente a equivalencias paralelas, traslados, cambios de opción y reincorporaciones dentro de la Licenciatura en Física estará sujeto a los mecanismos

establecidos por la **Oficina de Registros Estudiantiles**, siguiendo las políticas establecidas por el **Consejo de Facultad**

**Artículo 5.-** Artículos 51 y 141 de la ley de Universidades, artículo 10 del capítulo II promulgado por el Consejo nacional de Universidades (CNU) con fecha 4 de Diciembre del año 1971.

## **TITULO II**

### **DEL DISEÑO CURRICULAR**

#### **Capítulo I**

##### **De la Estructura Curricular**

**Artículo 6.-** Se establece como semestre lectivo el lapso académico periódico dentro del cual se deben realizar todas las actividades programadas en el Diseño Curricular. Su extensión en el tiempo corresponderá a la establecida por el Consejo de Departamento, entre 14 y 16 semanas como lo establece el CNU.

**Artículo 7.-** Las actividades a desarrollar en un semestre lectivo corresponderán a:

- a) planificar las actividades propias del semestre: designación de los profesores para las diferentes asignaturas, designación de comisiones necesarias para su seguimiento, realización de inscripciones
- b) desarrollo de las actividades de enseñanza-aprendizaje incluyendo las actividades de evaluación.

**Artículo 8.-** El currículo de la carrera Licenciatura en Física está constituido por los siguientes elementos: Unidades Curriculares (obligatorias y electivas), Servicio Comunitario, Laboratorios y Trabajo Especial de Grado. El currículo está organizado en base a los ejes curriculares junto a la malla curricular

**Artículo 9.-** La estructura del currículo, los contenidos de los programas y las metodologías a desarrollar, deben corresponder con las exigencias del Perfil Profesional establecido en el Diseño Curricular.

#### **Capítulo II**

##### **Del Régimen de Estudios**

**Artículo 10.-** Cada asignatura está evaluada en un cierto número de créditos académicos. Un crédito es una unidad equivalente a la participación del estudiante en una (1) hora de clase teórica, o en dos (2) horas de Práctica o de Laboratorio.

**Artículo 11.-** El total de créditos académicos que un estudiante debe cursar por semestre no debe ser superior a 20 ni inferior a ocho (8) , exceptuando el caso en que se inscriba sólo el TEG.

**Parágrafo primero.-** Un estudiante puede solicitar al Consejo de Facultad el derecho a cursar más de 22 créditos o menos de ocho.

**Artículo 12.-** La distribución de los créditos académicos en los ejes curriculares es la siguiente: Matemáticas: 40; Mecánica: 32; Electromagnetismo: 12; Laboratorio: 12; Materias Complementarias: 27.

**Artículo 13.-** El régimen de estudios de la carrera de la Licenciatura en Física es semestral. Su duración corresponde a nueve (09) semestres y contempla un total de 190 créditos académicos incluyendo asignaturas electivas y trabajo especial de Grado.

### **TITULO III PROSECUCIÓN**

#### **Capítulo I**

##### **De la Admisión e Inscripción**

**Artículo 13.-** La admisión de un estudiante a la carrera de la Licenciatura en Física estará sujeta a las condiciones para haber sido seleccionado, por la posición que ocupó en la selección y por la disponibilidad de la infraestructura física y docente del Departamento de Física.

**Parágrafo único.** El Consejo del Departamento de Física, semestralmente y después de haber analizado la disponibilidad de la infraestructura física y docente, someterá a consideración y aprobación del Consejo de Facultad el número máximo de alumnos que se pueden admitir en la carrera.

**Artículo 14.-** Se considerará como **estudiante regular de nuevo ingreso** de la Licenciatura en Física, a la persona que, habiendo sido admitido en la carrera para un período lectivo, formalice su inscripción en la Oficina de Registro Estudiantiles (ORE) de la Facultad en dicho período.

**Artículo 15.-** Al estudiante de nuevo ingreso, una vez que formalice su inscripción, le serán asignadas para cursar las asignaturas especificadas en el pensum para el primer semestre.

**Artículo 16.-** La formalización de la inscripción en cada semestre, estará sujeta a lo establecido por la Oficina de Registros estudiantiles ( ORE) de la Facultad.

**Artículo 17.-** En lo que respecta al rendimiento académico de los estudiantes, la inscripción en cada semestre estará sujeta a la normativa sobre permanencia establecida en la Universidad de Los Andes.

## **Capítulo II**

### **Del Avance y la Permanencia**

**Artículo 18.-** Cada semestre del currículo de la carrera es abierto es decir cada semestre no prela el semestre anterior.

**Artículo 19.-** El avance de los estudiantes en el cumplimiento del currículo esta solamente condicionado por las prelacones establecidas en el pensum de la Licenciatura en Física.

## **TITULO IV DE LA EVALUACIÓN DEL ESTUDIANTE**

### **Capítulo I**

#### **De las Características del Proceso de Evaluación**

**Artículo 20.-** El proceso de evaluación de un estudiante en cada asignatura será realizado por el profesor asignado a esa materia. Este deberá ser sistemático, continuo y dirigido fundamentalmente a registrar y evaluar cualitativa y cuantitativamente su rendimiento académico. *“La evaluación de la actividad de aprendizaje y rendimiento estudiantil tendrá como fundamentación el artículo 4 de la Ley de Universidades y se normará de acuerdo a lo descrito en la Sección XI de la ley”* ( Art. 2. del Reglamento de la Facultad de Ciencias, 26/05/1998). Ver Anexo I.

**Artículo 21.-** Se considerará como rendimiento académico de un estudiante, al progreso en la adquisición de conocimientos así como la adquisición de los objetivos generales de cada asignatura.

**Artículo 22.-** Para el proceso de evaluación el rendimiento académico de un se utilizarán los elementos previstos en los programas de cada asignatura.

**Parágrafo primero.** El Profesor deberá implementar un Plan de Evaluación alternativo para el curso a su cargo, previo aval de la Comisión de Docencia del departamento de Física.

**Parágrafo segundo.** El profesor presentará a los estudiantes de su unidad curricular, el primer día de clases, el Plan de evaluación continua que administrará.

**Artículo 23.-** El presente Diseño Curricular contempla la realización de exámenes parciales y, finales de acuerdo al Reglamento para Exámenes Parciales, Finales y de Reparación de la Facultad de Ciencias de fecha 27/05/1998

**Artículo 24.-** Las evaluaciones finales, conocidas como exámenes finales estarán normadas de acuerdo al Reglamento de la Facultad de Ciencias vigente desde el 26/05/1998.

## **Capítulo II**

### **De las Calificaciones**

**Artículo 27.-** Los medios a utilizar en el proceso de evaluación serán calificados con un puntaje comprendido entre (0) y (20). El puntaje mínimo necesario para la aprobación de la asignatura correspondiente, que le permitirá adquirir los créditos correspondientes a la asignatura, será de (10) puntos.

**Parágrafo primero.-** Si la calificación definitiva que logra un Profesor posee una parte decimal igual o mayor a (0,5), la misma se aproximará al número entero de dicha expresión.

**Artículo 28.-** Toda evaluación escrita, debe ser resuelta por el Profesor en la clase inmediatamente siguiente, explicando detalladamente su solución. La calificación obtenida por los estudiantes debe ser publicada dentro de los siete (5) días hábiles siguientes a su realización.

## **Capítulo III**

### **De las Revisiones de las Pruebas Escritas.**

**Artículo 29.-** La normativa respecto a los exámenes Parciales y Finales corresponde a la establecida en el Reglamento vigente desde el 26/05/98, (ver Anexo: I)

**Artículo 30.-** Todo estudiante tendrá derecho a ver sus pruebas escritas corregidas, para tomar clara conciencia de sus errores. En el caso que el estudiante considere que la calificación numérica asignada por el Profesor a una de sus pruebas escritas no corresponde a su rendimiento académico, podrá solicitar por escrito al Profesor la revisión de la misma, dentro del los cinco (5) días hábiles siguientes a la publicación de las calificaciones de dicha prueba.

**Artículo 31.-** El profesor que reciba una solicitud de revisión de una prueba escrita cualquiera, en los lapsos previstos en el Artículo anterior, tiene la obligación de efectuarla dentro de los tres (3) días hábiles siguientes a la recepción de dicha solicitud. Dicha revisión debe realizarse sobre la totalidad del contenido de la prueba y deberá explicar al estudiante, con los recursos pedagógicos necesarios, las razones en las cuales fundamentó su calificación. Al finalizar, el Profesor deberá ratificar o modificar la calificación original, dejando constancia escrita de ello avalada por el estudiante.

**Parágrafo único.** En caso de que el Profesor se negase a efectuar la revisión solicitada o que, efectuada la revisión, el estudiante continúe en desacuerdo con la calificación asignada, sea ésta la calificación original o la modificada, el estudiante afectado podrá, dentro de los tres días (3) hábiles siguientes, apelar a la instancia superior prevista (Coordinación Docente del Departamento), informando por escrito lo sucedido hasta el momento con respecto a su solicitud.

## **Capítulo IV**

### **De las Unidades Curriculares Electivas.**

**Artículo 32.-** Las asignaturas electivas son aquellas que el estudiante tendrá la oportunidad de escoger, por libre elección y de acuerdo a sus propias motivaciones, entre las que se ofrezcan semestralmente.

**Parágrafo único.** En el presente diseño Curricular las unidades curriculares electivas son de dos tipos: generales o complementarias, las cuales estarán dirigidas a dar mayor cultura científica al Licenciado en Física y que estarán dirigidas a completar un área del conocimiento de la Física necesario para el desarrollo de su trabajo especial de grado. Estas electivas pueden ser cursadas en el Departamento de Física o fuera de él según sea el lugar en donde se realice el trabajo especial de grado.

## **TITULO V DEL TRABAJO ESPECIAL DE GRADO (TEG)**

### **Capítulo I**

**Artículo 34.-** El TEG constituye el trabajo final exigido para optar al título de Licenciado en Física, como requisito de grado.

**Artículo 35.-** El TEG será reglamentado de acuerdo al anexo a este documento, titulado, Reglamento del Trabajo Especial de Grado.

## TITULO VI DISPOSICIONES TRANSITORIAS

### Capítulo I

#### Del Régimen de Transición

**Artículo 36.-** Se entenderá como etapa de transición el lapso de tiempo durante el cual estén vigentes, tanto el Pensum actualmente vigente como el Pensum propuesto.

**Parágrafo primero.**La etapa de transición tendrá una duración de seis (6) semestres lectivos a partir del semestre lectivo en que entre en vigencia este Nuevo Pensum.

**Parágrafo segundo.**Sólo durante la etapa de transición será posible que estudiantes de la carrera se gradúen bajo el régimen de estudios contemplado en el Pensum anterior.

**Artículo 37.-** El Curriculum propuesto se iniciará durante el mes de Septiembre más cercano a la fecha de la aprobación , es decir se iniciará con los alumnos de nuevo ingreso.

**Artículo 38.-** Los estudiantes que ya hayan iniciado la carrera de la Licenciatura en Física, cuando se aplique la etapa de transición, podrán solicitar al Departamento que se analice su posible incorporación al nuevo Pensum, y si ello es posible en qué condiciones ello ocurriría.

**Artículo 39 .-** Serán incorporados automáticamente al Nuevo Pensum aquellos estudiantes que tengan aprobados menos de 75 unidades de créditos o bien aquellos estudiantes que así lo soliciten en los términos que lo establezca la Comisión de Equivalencias considerada en el siguiente Capítulo II

**Artículo 40.-** El estudiante que decida ser incorporado al nuevo Pensum, deberá solicitarlo por escrito al Consejo de Departamento. Los términos de la incorporación al nuevo Pensum serán

establecidos por una Comisión de Equivalencias que será designada por el Consejo de Departamento.

## **Capítulo II**

### **De la Comisión de Equivalencias**

**Artículo 41.-** La Comisión de Equivalencias es una comisión asesora temporal, del Consejo de Departamento, cuya función será facilitar la incorporación de los estudiantes al nuevo Plan de Estudios.

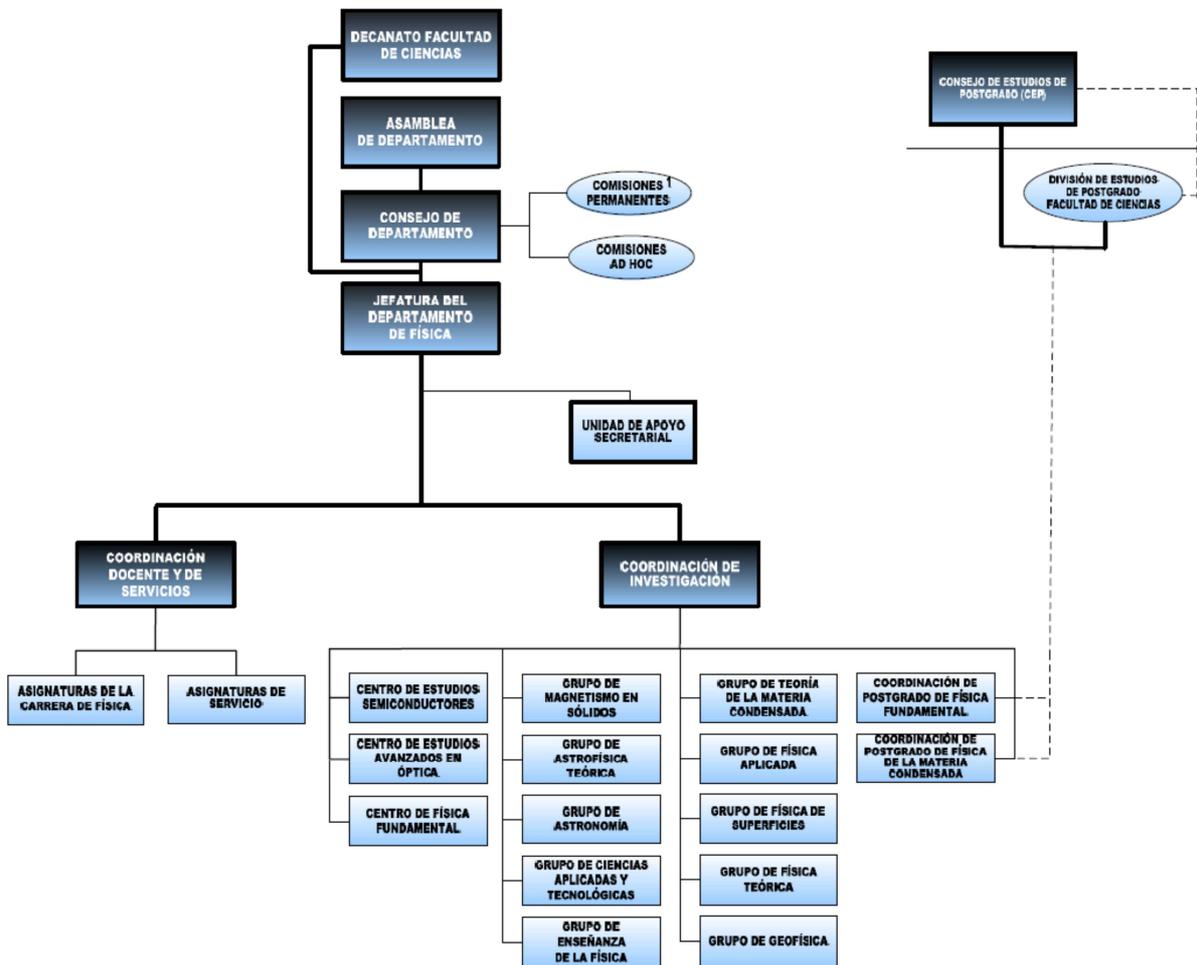
**Parágrafo único.** La duración de esta comisión corresponderá al período de transición.

**Artículo 42 .-** La Comisión de equivalencias deberá estar conformada por tres miembros: el Coordinador Docente de la Licenciatura en Física, el Coordinador de la Comisión Curricular y un miembro designado por el Consejo de Departamento, de categoría superior a Profesor Asistente.

**Artículo 43.-** Para ayudar a la Comisión de Equivalencias se entrega la siguiente **Tabla** , en la cual se comparan los Currículo del Plan de Estudios Vigente y el Plan Propuesto.

## **13. ESTUDIO DE LOS RECURSOS NECESARIOS PARA EL DESARROLLO DEL DISEÑO CURRICULAR**

### **13.1 Estructura Organizativa**



La estructura organizativa en del Departamento de Física, está formada por todas las Unidades Administrativas internas adscritas al Departamento, a saber:

1. Consejo de Departamento.

2. Comisiones asesoras.

Comisiones permanentes: Comisión Docente, Comisión Curricular, Comisiones adhoc

3. Jefatura del Departamento de Física.

Unidad de Apoyo Secretarial

4. Coordinación Docente y de Servicios,

Asignaturas de la Carrera de Física y Asignaturas de Servicio.

5. Coordinación de Investigación. Grupos de Investigación.

### **13.2 Inserción del Rediseño en la Estructura Administrativa Existente.**

La inserción del Rediseño Curricular en la Estructura Administrativa Existente puede realizarse sin mayores cambios, ya que el nuevo Pensum tiene una estructura semejante al existente, lo cual no requiere modificaciones en la estructura administrativa

**13.3 Disponibilidad de Recursos Humanos.** 29 PhD; 10MSc; 12 Licenciados en Física. 4 Ingenieros, 4 Técnicos; 3 Secretarías. Atiende a 351 estudiantes de la Licenciatura en Física.

#### **-Personal directivo.**

- Jefe del Departamento de Física
- Coordinador Docente
- Consejo del Departamento, 6 profesores y dos estudiantes.

#### **-Personal Docente, 54 profesores**

**-Personal de investigación por período académico.** Aproximadamente unos 25 investigadores Activos, reconocidos en Programas de Estimulo al Investigador.

**13.4 Condiciones de Planta Física.** El Departamento de Física tiene a su disposición 25 salones de clases, adscritos al decanato de la Facultad de Ciencias. Es decir el decanato decide su utilización. Sería conveniente disponer de algunos salones de propiedad del Departamento

**13.5 Equipamiento.** El Departamento de Física posee 6 laboratorios destinados a la docencia, suficientemente dotados para las actividades experimentales que requieren las asignaturas correspondientes.

Además se dispone de 7 laboratorios de investigación con una infraestructura importante, aunque varios de los equipos tienen limitaciones de uso ya sea por presentar deficiencias técnicas o por no disponer de líquidos refrigerantes.

## ANEXO

UNIVERSIDAD DE LOS ANDES  
Departamento de Física

## FORMATO TEG

### PROYECTO TRABAJO ESPECIAL DE GRADO

1. Título estimado del Proyecto \_\_\_\_\_

2. Línea de investigación.

3. Palabras Claves \_\_\_\_\_

4. Datos del Tutor principal, Cotutor (si lo hubiere) y del estudiante  
(Anexar resumen actualizado de los respectivos Curriculum Vitae)\*

**Tutor**

Nombre . C.I. \_\_\_\_\_

Profesión Grado Académico: Lic. ( ) MS ( ) Doctor ( ) Otro ( )

Institución:

Condición: Ordinario Contratado. \_\_\_\_\_

Categoría. Asistente . Agregado . Asociado . Titular .

Dedicación: ExclusivaTiempo Completo . Tiempo Convencional \_\_\_\_\_

Fac. . Telf. Trabajo \_\_\_\_\_ e-mail \_\_\_\_\_

**Cotutor**

Nombre . C.I. \_\_\_\_\_

Profesión Grado Académico: Lic. ( ) MS ( ) Doctor ( ) Otro ( )

Condición: Ordinario \_\_\_\_ Contratado \_\_\_\_\_

Categoría. Asistente Agregado Asociado Titular .

Dedicación: Exclusiva Tiempo Completo Tiempo Convencional \_\_\_\_\_

Fac. Telf. Trabajo \_\_\_\_\_ e-mail \_\_\_\_\_

**Tesista**

Nombre C.I. \_\_\_\_\_.

Departamento \_\_\_\_\_

Fac. .Telf. Trabajo \_\_\_\_\_ e-mail \_\_\_\_\_

**6.- Planteamiento del problema a investigar.**

**7. Objetivos del trabajo.**

**8. Estado Actual del Problema.**

**9.- Referencias Bibliohemerográficas** (Incluir títulos de los trabajos citados)

**10.- Metodología a utilizar y Plan de Trabajo.**

**11. Cronograma estimado para las presentaciones de:**

**Seminario I**

**Seminario II**

**Seminario III**

**12. Jurado propuesto** (Suministre cinco nombres de profesores que trabajen en el área específica de este proyecto)

Los abajo firmantes declaramos conocer el Reglamento del Trabajo Especial de Grado vigente.

**Firma Tutor**

**Firma Cotutor**

**Firma Estudiante**

**Fecha:**