

**UNIVERSIDAD MAYOR DE SAN ANDRÉS
FACULTAD DE CIENCIAS PURAS Y NATURALES**

CARRERA DE FÍSICA

**PLAN DE
ESTUDIOS**

PLAN DE ESTUDIOS DE LA CARRERA DE FÍSICA

INDICE

I MARCO GENERAL

- 1.1 INTRODUCCIÓN
- 1.2 DIAGNÓSTICO
 - 1.2.1 CIENCIA Y REALIDAD NACIONAL
 - 1.2.2 NECESIDADES DEL MERCADO PROFESIONAL
 - 1.2.3 CAMPO DE ACCIÓN Y PRÁCTICA PROFESIONAL
- 1.3 ANALISIS FODA DE LA SITUACIÓN DE LA CARRERA DE FÍSICA
- 1.4 MISIÓN, VISIÓN Y OBJETIVOS DE LA CARRERA DE FÍSICA

II PERFIL PROFESIONAL

- 2.1 IDENTIFICACIÓN DE LA PROFESIÓN
- 2.2 COMPETENCIAS DEL PROFESIONAL EN FÍSICA
 - 2.2.1 REFLEXIONES Y EJEMPLOS SOBRE LA ENSEÑANZA, APRENDIZAJE Y EVALUACIÓN DE COMPETENCIAS GENÉRICAS Y ESPECÍFICAS
 - 2.2.1.1 SISTEMATIZACIÓN DE LAS COMPETENCIAS ESPECÍFICAS
 - 2.2.1.2 REFLEXIONES SOBRE ENSEÑANZA Y APRENDIZAJE DE LAS COMPETENCIAS COGNITIVAS
 - 2.2.2 CONSIDERACIONES EPISTEMOLÓGICAS Y COGNITIVAS SOBRE LA ENSEÑANZA DE LAS CIENCIAS FÍSICAS
 - 2.2.3 CONSIDERACIONES SOBRE EL APRENDIZAJE A TRAVÉS DE PROBLEMAS Y PLANTEO DE MODELOS
 - 2.2.4 REFLEXIONES SOBRE ENSEÑANZA Y APRENDIZAJE DE LAS COMPETENCIAS METODOLÓGICAS
 - 2.2.4.1 FACTORES QUE AFECTAN LA REALIZACIÓN DE ESTAS COMPETENCIAS
 - 2.2.4.2 PROPUESTAS Y RECOMENDACIONES PARA EL MEJORAMIENTO
- 2.3 PERFIL DEL PROFESIONAL DE LICENCIATURA EN FÍSICA

III ESTRUCTURA CURRICULAR DE LICENCIATURA EN FÍSICA

- 3.1 ESTRUCTURA POR CICLOS Y TUTORÍAS DE APOYO – OBJETIVOS
 - 3.1.1 CICLO BÁSICO
 - 3.1.2 CICLO INTERMEDIO
 - 3.1.3 CICLO DE PROFESIONALIZACIÓN
- 3.2 MÓDULOS DE CONCENTRACIÓN
- 3.3 NOMENCLATURA DE SIGLAS ASIGNADAS A LAS MATERIAS
- 3.4 CLASIFICACIÓN DE MATERIAS EN EL CURRÍCULO
 - 3.4.1 MATERIAS TRONCALES
 - 3.4.2 MATERIAS ELECTIVAS
 - 3.4.3 MATERIAS DE APOYO
- 3.5 CARGA HORARIA DEL PLAN DE ESTUDIOS (CRÉDITOS)
 - 3.5.1 HORAS TEÓRICAS
 - 3.5.2 HORAS PRÁCTICAS
 - 3.5.3 HORAS DE LABORATORIO
 - 3.5.4 DISTRUBUCIÓN DE CARGA ACADÉMICA EN EL CURRÍCULO
- 3.6 PLAN DE ESTUDIOS
- 3.7 MAPA CURRICULAR
- 3.8 COMPETENCIAS MÍNIMAS POR TIPOS DE MATERIAS Y MÓDULOS DE CONCENTRACIÓN
- 3.9 CONTENIDOS MÍNIMOS
- 3.10 CONTENIDOS ANALÍTICOS

IV ESTRUCTURA CURRICULAR DEL POSGRADO EN FÍSICA

- 4.1. INTRODUCCIÓN
- 4.2. OBJETIVOS
- 4.3. TÍTULOS
- 4.4. CRÉDITOS
- 4.5. PENSUM DEL POSGRADO EN FÍSICA
 - 4.5.1 GRUPO DE MATERIAS TRONCALES
 - 4.5.2. MATERIAS ELECTIVAS
 - 4.5.3. LA TESIS DE POSGRADO
- 4.6. PLAN DEL POSGRADO
- 4.7. MÓDULOS DE CONCENTRACIÓN

I. MARCO GENERAL

1.1. INTRODUCCIÓN

El siglo XXI trajo consigo una gran cantidad de cambios en todos los ámbitos de la actividad humana. La sociedad actual tiene una visión diferente del mundo en cuanto se refiere al pensamiento de carácter científico-tecnológico y su estrecha relación con el consecuente desarrollo industrial. Si bien el siglo XX se ha caracterizado por grandes descubrimientos y conquistas que en el campo de la Física van desde el establecimiento de avanzadas teorías como la Teoría de la Relatividad y la Mecánica Cuántica, hasta la realización de obras tecnológicas monumentales como las que acompañaron al desarrollo de la electrónica y la cibernética, en perspectiva cabe esperar un avance mayor y sostenido que permita solucionar problemas aún no resueltos de la sociedad que tienen que ver con el medio ambiente, recursos naturales y energéticos, inequidad, hambre, pobreza, nuevas enfermedades, etc. que paradójicamente también se han incrementado.

La ciencia ha contribuido de manera permanente en la solución de los problemas emergentes de la dinámica propia de la sociedad, y en ese rol ineludible ha ido cultivando técnicas y conocimientos cada vez más ricos y avanzados. La contribución del pensamiento creador en el contexto actual ha tomado una importancia suprema similar a lo que representó el trabajo manual para la revolución industrial del siglo antepasado. Por las características complejas del estado actual de avance de la ciencia y la tecnología, se favorece más al aporte colectivo que al aporte individual, por lo que el científico debe tener las competencias, es decir, tiene que contar con una combinación integrada de conocimientos, habilidades y actitudes conducentes a un desempeño adecuado y oportuno en diversos contextos. Es de esta manera que la formación de científicos con capacidad de aportar a la solución de los problemas de su entorno adquiere una singular importancia en la medida en que las sociedades anhelan tener condiciones no solamente de supervivencia sino de un desarrollo sostenido e igualitario que se traduzca en bienestar para todos sus habitantes.

Los centros de formación en Física a nivel mundial, esencialmente promueven y realizan investigación científica en el entendido que se debe inculcar en cada estudiante la capacidad de crear conocimiento a partir de una formación troncal sólida y sistemáticamente estructurada, acompañando esta actividad con motivaciones de carácter cultural y humano que agudicen su sensibilidad ante los problemas del medio para proponer soluciones. Se debe abandonar la idea arcaica del estereotipo de científico ermitaño y solitario alejado de su realidad y encerrado en su propio mundo de ideas aisladas. Si bien los fundamentos de la investigación científica radican en su libertad, la misma debe estar orientada de manera inexcusable a contribuir al beneficio de la comunidad, de la región, del país y del mundo entero.

El presente diseño curricular busca lograr cambios sustanciales en el proceso de formación del profesional en Física, adecuándose al vertiginoso ritmo de avance de la ciencia y tecnología universal pero, al mismo tiempo, sin perder de vista la situación del país y la región. La concepción de un nuevo diseño curricular en una rama científica como la Física, parte del reconocimiento de la realidad crítica y compleja de un país exportador de materias primas, indiferente a la conservación de los recursos naturales y con escasa preocupación por el deterioro de la calidad ambiental, que no ha alcanzado aún ni siquiera el nivel tecnológico de la primera revolución industrial. Se debe reconocer, sin embargo, que las carreras científicas en el país han volcado enormes esfuerzos por establecer una tradición científica en un medio poco propicio para la ciencia.

La Carrera de Física de la Facultad de Ciencias Puras y Naturales (FCPN) de la Universidad Mayor de San Andrés (UMSA), aún en la adversidad que señalamos, trata de consolidar la cultura académica adquirida, articular las funciones universitarias fundamentales de docencia, investigación e interacción social y facilitar los procesos decisionales para reducir la vulnerabilidad en términos sociales políticos y económicos a la cual es proclive nuestra sociedad.

El Departamento de La Paz, ubicado en la zona altiplánica del país, presenta serias problemáticas que merecen atención y propuestas de solución. Dichas problemáticas tienen que ver con la actividad minera, amenazas de tipo geológico (deslizamientos, erosión, hundimientos, sedimentación), amenazas hidrometeorológicas (inundación, sequía, temperaturas extremas, desertificación), amenazas socio-organizativas (violencia, accidentes de tránsito, pobreza, mala distribución demográfica, desnutrición), amenazas sanitarias (epidemias, contaminación de aire, contaminación de agua, deficiente disposición de residuos sólidos), amenazas químicas (incendios, liberación y exposición a sustancias peligrosas, acumulación de tóxicos), amenazas biológicas (picaduras y mordeduras de animales, alteración de hábitats, ecosistemas y extinción de especies, deforestación), etc. Ante este panorama, se requiere para su tratamiento de equipos multidisciplinarios de profesionales de diferentes ramas, en los cuales deben estar inmersos profesionales físicos.

La Carrera de Física de la UMSA se crea, inicialmente como Departamento de Física dependiente del antiguo Instituto Superior de Ciencias Básicas, en 1966, pasando a integrar como tal, parte de la Facultad de Ciencias Puras y Naturales el año 1972. En este tiempo se han implementado varios planes de estudio cuyas características generales de algunos de ellos son las siguientes:

- 1974, plan de estudios implementado por el Consejo Nacional de Educación Superior (CNES): sistema cuatrimestral, vencimiento por asignaturas, malla curricular con pre-requisitos y modalidad de graduación mediante Tesis. Plan estructurado en 9 cuatrimestres, pero con una excesiva carga horaria.

- 1982, 1983 y 1987, sistema semestralizado, vencimiento por asignaturas; los planes reducen la carga académica, la malla curricular se estructura de mejor manera y se define de forma más concreta el perfil profesional y el mercado de trabajo. El plan de estudios de 1987 incorpora de manera novedosa, la modalidad de Talleres (básico, medio y avanzado) en sustitución de las materias de laboratorio. Esta fue una excelente iniciativa, pero no sostenible por depender fuertemente del docente encargado del mismo.
- 1993, sistema semestralizado, con definiciones concretas del perfil profesional y el mercado de trabajo. Se incorporan algunas materias como física computacional para acompañar el avance en este campo. La modalidad de graduación es la tesis al décimo semestre, pero ésta se considera una materia más del plan de estudios, lo que da lugar a la eliminación automática de la condición de “egresado”.
- 1996 (plan de estudios en actual vigencia), currículo organizado por ciclos (básico, formativo y profesional), implementación de la graduación directa para optar el grado de Bachiller Superior en Ciencias al octavo semestre, planificación coherente de asignaturas en cada ciclo, introducción de los Talleres de Tesis.

1.2 DIAGNÓSTICO

1.2.1 CIENCIA Y REALIDAD NACIONAL

Como todas las profesiones científicas, la Física tiene un campo de aplicación potencial muy amplio. No obstante, en nuestro país -debido sin duda al enorme atraso de su industria- excepto en medios académicos, este potencial es aún muy ignorado, siendo así que los programas de formación científica propiamente dichos comenzaron apenas en la segunda mitad del siglo pasado. Como consecuencia, todas las carreras de Física (igual que las de otras disciplinas científicas) se hallan todavía en la etapa de formación de capital humano suficiente, reflejado esto en el hecho de que la principal demanda profesional proviene de las propias universidades.

Aunque dicha demanda académica es numéricamente importante y permite proyectar la absorción de físicos por una o dos décadas más, la necesaria modernización de la industria y la economía nacionales que debería tener lugar durante el presente siglo, exigirá la participación de físicos profesionales en la industria mediana, en la instalación de industrias pequeñas o en otros campos comerciales que requieran personal con formación técnica creativa y de alto nivel.

1.2.2 NECESIDADES DEL MERCADO PROFESIONAL

(En este acápite se debe incorporar estudios de requerimientos del mercado profesional realizados por organismos especializados)

1.2.3 CAMPO DE ACCIÓN Y PRÁCTICA PROFESIONAL

El profesional físico puede prestar servicios en todo el ámbito académico. En la industria, donde se requiera personal técnico para tareas no rutinarias y, o creativas. O, eventualmente, ejercer la profesión en forma independiente como empresario, microempresario o como consultor científico; aunque esto último requiere aún un mayor desarrollo tecnológico del país para constituirse en demanda profesional real.

1.3 ANÁLISIS DE LA SITUACIÓN DE LA CARRERA DE FÍSICA EN TÉRMINOS DE LA MATRIZ FODA

		AMBIENTE EXTERNO	
		OPORTUNIDADES	AMENAZAS
AMBIENTE INTERNO		<ul style="list-style-type: none"> • Diversos proyectos de investigación con apoyo internacional • Prestación de servicios • Posibilidades de acceso a programas de posgrado en el extranjero y posibilidad de implementación de programas de posgrado con apoyo extranjero • Contacto académico con instituciones extranjeras • Capacidad de trabajo con entidades privadas como estatales • Intercambio de docentes y estudiantes • Reducido número de alumnos 	<ul style="list-style-type: none"> • Poco conocimiento y entendimiento de la comunidad sobre las contribuciones de la física hacia la sociedad • No vinculación de los proyectos de investigación a las necesidades de la sociedad • Migración de profesionales e imposibilidad de asimilarlos en nuestros centros de investigación • Demasiado esfuerzo de la Carrera hacia los servicios • Pocas oportunidades de trabajo para los graduados de la Carrera
	FORTALEZAS	<ul style="list-style-type: none"> - Implementar el posgrado y permitir la participación de otras Carreras en proyectos multidisciplinarios. - Aprovechar al máximo la posibilidad de intercambio de profesionales y estudiantes con el extranjero - Implementar de manera permanente, cursos, seminarios y conferencias con una mayor difusión. 	<ul style="list-style-type: none"> - Generar proyectos de tesis vinculados con otras áreas. - Promover la vinculación de docentes y estudiantes con la industria.
	<ul style="list-style-type: none"> • Prestigio institucional • Planta docente de alto nivel • Estímulo hacia la investigación e interacción social • Graduados con excelente nivel académico • Diversas líneas de investigación en temas de actualidad • Buena organización • Ambiente apropiado para el desarrollo de actividades académicas • Competencias orientadas a la creación de conocimiento y la transferencia tecnológica 		
	DEBILIDADES	<ul style="list-style-type: none"> - Implementar cursos de posgrado en áreas de investigación que están en plena producción científica. - Fomentar la publicación de trabajos de investigación y académicos - Formalizar alianzas estratégicas con entidades como IBNORCA, IBMETRO o entidades con las que se puede desarrollar actividades de servicio - Actualizar la biblioteca - Buscar el acceso a revistas científicas. 	<ul style="list-style-type: none"> - Realizar internamente la identificación de habilidades y capacidades para proyectar un perfil adecuado del profesional físico - Realizar un seguimiento a los antiguos graduados tomando como insumo su experiencia en la toma de decisiones a futuro.

1.4 MISIÓN, VISIÓN Y OBJETIVOS DE LA CARRERA DE FÍSICA

La Carrera de Física comparte sustancialmente la misión, visión y objetivos de la Universidad Boliviana, los de la UMSA y los de la FCPN.

No obstante, tiene como misión propia y fundamental la de formar y entrenar recursos humanos de alto nivel, especializados en la investigación científica, la docencia y la aplicación de conocimientos en todas las áreas de la Física; crear y difundir conocimiento en física o relacionado con la física, formando y contribuyendo para la formación de profesionales críticos, independientes y capacitados tanto a nivel de pregrado como de posgrado. Estos profesionales deberán ser capaces de contribuir al desarrollo científico y tecnológico, y como consecuencia, al mejoramiento de las condiciones sociales y económicas del País.

La visión de la Carrera es la de constituirse en un centro de excelencia en Física con capacidades plenas para entrar competitivamente en el ámbito científico a nivel regional y mundial.

Son sus objetivos generales:

- Constituirse en un centro de excelencia en el ámbito de su particular disciplina.
- Formar investigadores profesionales en Física con sólidos conocimientos teóricos y experimentales en los fundamentos de las principales áreas de esta ciencia.
- Desarrollar docencia universitaria, investigación científica, interacción social y ofrecer servicios académicos y técnicos para posibilitar y contribuir al desarrollo tecnológico y al incremento de la cultura científica de la región y del país.
- Ofrecer un plan de estudios racional, integral y flexible, capaz de incorporar progresivamente niveles de posgrado disciplinarios.

Son sus objetivos específicos:

- Adquirir y transmitir conocimientos científicos actualizados en las áreas de la Física, en especial aquellas que pudieran resultar de coyuntural o permanente interés para la tecnología local.
- Diseñar nuevos mecanismos, procesos y tecnologías pertinentes a las aplicaciones de la Física a otras disciplinas o actividades.
- Fortalecer la formación profesional y del personal académico con base en la investigación básica y aplicada y la prestación de servicios académicos y técnicos, abordando los objetos de estudio con un enfoque sistémico e interdisciplinario, reconociendo las prioridades sociales y productivas.
- Contribuir, donde le sea pertinente, a una adecuada transferencia tecnológica y a un mejor aprovechamiento de recursos científicos.
- Contribuir decididamente a la divulgación de la cultura científica, oponiéndola a todo tipo de impostura, especulación gratuita y superstición.
- Generar estrategias organizativas para el óptimo aprovechamiento de los recursos humanos, financieros e infraestructurales destinados a las actividades de formación y práctica científicas.
- Articular el diseño del perfil profesional con las necesidades reales de este insumo para la producción nacional.

II. PERFIL PROFESIONAL

2.1 IDENTIFICACIÓN DE LA PROFESIÓN

El físico es un profesional científico con sólidos conocimientos en el área de su especialidad. Por la rigurosidad de su formación académica, teórica y práctica, tiene la versatilidad intelectual para resolver problemas diversos incursionando en áreas inclusive de especialidades diferentes.

El físico es un investigador científico que cuenta con la capacidad de internalizar conocimientos nuevos en las diferentes áreas de ciencia y tecnología y contribuir, con un sentido crítico ético y serio, a ampliar dichos conocimientos.

El profesional en física cuenta con los conocimientos, destrezas y habilidades para integrarse al mundo productivo. Puede desempeñar sus actividades en diferentes tipos de instituciones:

- Instituciones de investigación científica y tecnológica.
- Instituciones dedicadas a energías alternativas, como ser organizaciones no gubernamentales, agrarias, municipios, prefecturas y laboratorios especializados.
- Instituciones médicas como hospitales, centros de salud que contengan equipo especializado de radiología, resonancia magnética nuclear y otros.
- Instituciones educativas del nivel superior y secundario mediante la prestación de servicios.

2.2 COMPETENCIAS ESPECÍFICAS DEL PROFESIONAL EN FÍSICA

En el marco del proyecto *Tuning América Latina* promovido por la Comunidad Europea y gestionado por la Universidad de Deusto (España), durante el periodo 2005-2007 se han realizado reuniones entre representantes de varios países de Latinoamérica con la finalidad de identificar las competencias específicas de los profesionales de la región, entre los que se consideró también al profesional en física. La definición sobre las competencias específicas del profesional en física partió del análisis de la situación actual de las Carreras de Física a nivel latinoamericano y de la necesidad de promover titulaciones que sean una respuesta a las necesidades locales y regionales, y que permitan la movilidad de los profesionales entre los países de la región con un reconocimiento ágil de los títulos otorgados.

En la Tabla 1 se presentan las 22 competencias específicas identificadas, las mismas que han sido sometidas a un proceso de validación mediante encuestas aplicadas a 4 grupos (académicos, empleadores, estudiantes y graduados) en 12 países (Argentina, Bolivia, Brasil, Chile, Colombia, Cuba, Ecuador, Guatemala, Honduras, México, Perú y Venezuela). Las encuestas consultaron sobre el grado de importancia y el grado de realización de las 22 competencias identificadas.

V01. Plantear, analizar y resolver problemas físicos, tanto teóricos como experimentales, mediante la utilización de métodos analíticos, experimentales o numéricos.
V02. Utilizar o elaborar programas o sistemas de computación para el procesamiento de información, cálculo numérico, simulación de procesos físicos o control de experimentos.
V03. Construir modelos simplificados que describan una situación compleja, identificando sus elementos esenciales y efectuando las aproximaciones necesarias.
V04. Verificar y evaluar el ajuste de modelos a la realidad, identificando su dominio de validez.
V05. Aplicar el conocimiento teórico de la física en la realización e interpretación de experimentos.
V06. Demostrar una comprensión profunda de los conceptos y principios fundamentales, tanto de la física clásica como de la física moderna.
V07. Describir y explicar fenómenos naturales y procesos tecnológicos en términos de conceptos, principios y teorías físicas.
V08. Desarrollar argumentaciones válidas en el ámbito de la física, identificando hipótesis y conclusiones.
V09. Sintetizar soluciones particulares, extendiéndolas hacia principios, leyes o teorías más generales.
V10. Percibir las analogías entre situaciones aparentemente diversas, utilizando soluciones conocidas en la resolución de problemas nuevos.
V11. Estimar el orden de magnitud de cantidades mensurables para interpretar fenómenos diversos.
V12. Demostrar destrezas experimentales y uso de métodos adecuados de trabajo en el laboratorio.
V13. Participar en actividades profesionales relacionadas con tecnologías de alto nivel, sea en el laboratorio o en la industria.
V14. Participar en asesorías y elaboración de propuestas en ciencia y tecnología en temas con impacto económico y social en el ámbito nacional.
V15. Actuar con responsabilidad y ética profesional, manifestando conciencia social de solidaridad, justicia, y respeto por el ambiente.
V16. Demostrar hábitos de trabajo necesarios para el desarrollo de la profesión tales como el trabajo en equipo, el rigor científico, el autoaprendizaje y la persistencia.
V17. Buscar, interpretar y utilizar información científica.
V18. Comunicar conceptos y resultados científicos en lenguaje oral y escrito ante sus pares, y en situaciones de enseñanza y de divulgación.
V19. Participar en la elaboración y desarrollo de proyectos de investigación en física o interdisciplinarios.
V20. Demostrar disposición para enfrentar nuevos problemas en otros campos, utilizando sus habilidades y conocimientos específicos.
V21. Conocer y comprender el desarrollo conceptual de la física en términos históricos y epistemológicos.
V22. Conocer los aspectos relevantes del proceso de enseñanza-aprendizaje de la física, demostrando disposición para colaborar en la formación de científicos.

Tabla 1. Competencias específicas para el graduado en Física, identificadas en el marco del proyecto Alfa – Tuning LA.

El análisis de los resultados de las encuestas muestra que las veintidós competencias han sido consideradas bastante importantes. Los coeficientes de correlación indican una alta concordancia entre las opiniones de los cuatro grupos encuestados, siendo máxima entre académicos y graduados y mínima entre empleadores y estudiantes. El grado de realización de todas las competencias fue evaluado en general más bajo que los grados de importancia. Sólo una de las competencias, la que está identificada en la tabla 1 como V01 (Plantear, analizar y resolver problemas...) fue evaluada por los cuatro grupos con una media de realización bastante alta. Los coeficientes de correlación nuevamente indican que la concordancia de opiniones es alta, siendo máxima entre estudiantes y graduados y mínima entre empleadores y estudiantes.

2.2.1 REFLEXIONES Y EJEMPLOS SOBRE LA ENSEÑANZA, APRENDIZAJE Y EVALUACIÓN DE COMPETENCIAS GENÉRICAS Y ESPECÍFICAS

Los resultados del proceso de validación de las competencias permiten, primero analizar dicho elenco de competencias específicas para establecer características comunes que permitan distribuirlas en un grupo pequeño de categorías. En segundo lugar, permiten realizar un análisis exploratorio centrado en las competencias específicas que representan a estas categorías.

2.2.1.1 SISTEMATIZACIÓN DE LAS COMPETENCIAS ESPECÍFICAS

La hipótesis central del análisis, es que es posible sistematizar las veintidós competencias específicas en un esquema de categorías no excluyentes, ya que todas las competencias identificadas son interdependientes, y su realización implica una interrelación indispensable para el buen hacer profesional, haciendo que se influyan y modifiquen a medida que se avanza en su logro. La sistematización propuesta distingue tres categorías principales y dos subcategorías, a saber:

I. Competencias cognitivas: son aquellas que caracterizarían el conocimiento disciplinar del graduado que subyace en las competencias sistémicas;

II. Competencias metodológicas: son aquellas que caracterizarían el “saber hacer Física”, tanto teórica como experimentalmente. Estas a su vez podrían distribuirse en dos subcategorías:

- **Competencias instrumentales:** son aquellas que se identifican como una serie de habilidades y destrezas en el uso de los procedimientos aplicables a la actividad científica.
- **Competencias sistémicas:** son aquellas que conllevan una interacción de elementos cognitivos y procedimientos prácticos, con altos niveles de complejidad.

III. Competencias laborales y sociales: son aquellas que integran las competencias metodológicas y las competencias genéricas, manifestándose en el actuar profesional, en interacción con los contextos en el que se ejerce tal actuación, y bajo la influencia de los valores personales y comunitarios.

En la Tabla 2 se propone una distribución de las competencias específicas para el graduado en Física en las categorías y subcategorías que constituyen el presente enfoque.

2.2.1.2 REFLEXIONES SOBRE ENSEÑANZA Y APRENDIZAJE DE LAS COMPETENCIAS COGNITIVAS

La competencia V06 (Demostrar una comprensión...), que fue valorada como la segunda más importante, puede considerarse como el núcleo del grupo de competencias cognitivas. Por ello, el presente análisis se centra en esta competencia específica, sin olvidar sus interrelaciones con las demás competencias. Esta competencia se puede definir como el dominio del cuerpo de conocimientos teóricos básicos que constituyen la disciplina, que son típicos del nivel de pregrado, y que se realizan mediante un conjunto de asignaturas obligatorias, cuyos contenidos son similares en todos los programas de estudio en cualquier país. El dominio de dichos conocimientos se manifiesta también en las otras competencias específicas incluidas en el modelo, por ejemplo, en la competencia

V07 (Describir y explicar fenómenos...), la cual puede, a su vez, reformularse como la capacidad de interpretar los fenómenos aplicando las herramientas conceptuales que brinda la Física.

Categoría		Competencias incorporadas a la Categoría
Competencias cognitivas		V06. Demostrar una comprensión profunda de los conceptos y principios fundamentales, tanto de la física clásica como de la física moderna. V07. Describir y explicar fenómenos naturales y procesos tecnológicos en términos de conceptos, principios y teorías físicas. V17. Buscar, interpretar y utilizar información científica. V21. Conocer y comprender el desarrollo conceptual de la física en términos históricos y epistemológicos. V22. Conocer los aspectos relevantes del proceso de enseñanza-aprendizaje de la física, demostrando disposición para colaborar en la formación de científicos.
Competencias metodológicas	Competencias sistémicas	V01. Plantear, analizar y resolver problemas físicos, tanto teóricos como experimentales, mediante la utilización de métodos analíticos, experimentales o numéricos. V03. Construir modelos simplificados que describan una situación compleja, identificando sus elementos esenciales y efectuando las aproximaciones necesarias. V04. Verificar y evaluar el ajuste de modelos a la realidad, identificando su dominio de validez. V05. Aplicar el conocimiento teórico de la física en la realización e interpretación de experimentos. V08. Desarrollar argumentaciones válidas en el ámbito de la física, identificando hipótesis y conclusiones. V09. Sintetizar soluciones particulares, extendiéndolas hacia principios, leyes o teorías más generales. V10. Percibir las analogías entre situaciones aparentemente diversas, utilizando soluciones conocidas en la resolución de problemas nuevos. V11. Estimar el orden de magnitud de cantidades mensurables para interpretar fenómenos diversos.
	Competencias instrumentales	V02. Utilizar o elaborar programas o sistemas de computación para el procesamiento de información, cálculo numérico, simulación de procesos físicos o control de experimentos. V12. Demostrar destrezas experimentales y uso de métodos adecuados de trabajo en el laboratorio.
Competencias laborales y sociales		V13. Participar en actividades profesionales relacionadas con tecnologías de alto nivel, sea en el laboratorio o en la industria. V14. Participar en asesorías y elaboración de propuestas en ciencia y tecnología en temas con impacto económico y social en el ámbito nacional. V15. Actuar con responsabilidad y ética profesional, manifestando conciencia social de solidaridad, justicia, y respeto por el ambiente. V16. Demostrar hábitos de trabajo necesarios para el desarrollo de la profesión tales como el trabajo en equipo, el rigor científico, el autoaprendizaje y la persistencia. V18. Comunicar conceptos y resultados científicos en lenguaje oral y escrito ante sus pares, y en situaciones de enseñanza y de divulgación. V19. Participar en la elaboración y desarrollo de proyectos de investigación en física o interdisciplinarios. V20. Demostrar disposición para enfrentar nuevos problemas en otros campos, utilizando sus habilidades y conocimientos específicos.

Tabla 2: Sistematización de las competencias específicas para el graduado en Física de acuerdo al presente enfoque.

2.2.2 CONSIDERACIONES EPISTEMOLÓGICAS Y COGNITIVAS SOBRE LA ENSEÑANZA DE LAS CIENCIAS FÍSICAS

En las últimas décadas se ha iniciado un debate profundo sobre la enseñanza de los contenidos conceptuales de esta disciplina, y en general de las ciencias experimentales, teniendo en cuenta tanto la Filosofía e Historia de las Ciencias como los hallazgos de la Psicología Cognitiva y del Desarrollo. Las posiciones enfrentadas son muchas, debido a la

complejidad de las cuestiones y a la diversidad de perspectivas desde las cuales se afrontan. Sin embargo, existen acuerdos importantes entre los estudiosos del tema, por ejemplo sobre la importancia de hacer de los alumnos, individual y colectivamente, participantes activos de su propio proceso de aprendizaje.

Los intentos de lograr el llamado cambio conceptual, la resolución de los conflictos entre el pensamiento común y el pensamiento científico, que enfatizan unilateralmente el trabajo independiente de los alumnos en el laboratorio y la llamada enseñanza por descubrimiento han sido decepcionantes. Esto no significa que sea preciso volver a (o mantenerse en) una enseñanza puramente verbal; como veremos, la tendencia actual para la práctica docente en Física apunta a la revalorización de la dimensión experimental de la formación científica y su integración a la dimensión teórica y matemática.

2.2.3 CONSIDERACIONES SOBRE EL APRENDIZAJE A TRAVÉS DE PROBLEMAS Y PLANTEO DE MODELOS

Otro aspecto de la enseñanza y aprendizaje en ciencias que ha recibido especial atención de los especialistas es la investigación en la *resolución de problemas*, que nos remite a otra de nuestras competencias específicas, V01 (Plantear, analizar y resolver problemas...) —precisamente la destacada como más importante en la encuesta—. También se ha encontrado que los esfuerzos que los profesores suelen invertir en resolver problemas típicos y en exigir de los alumnos un trabajo independiente con el mismo objetivo no se traduce por lo general en el logro de mayores competencias de resolución de problemas y comprensión conceptual. Nuevamente, esta constatación indica la necesidad de revisar el enfoque tradicional de los cursos teóricos en el currículo.

Actualmente tiende a imponerse el enfoque del aprendizaje de los conceptos y teorías de la Física, así como la resolución de problemas, en términos del desarrollo de habilidades de modelación. Este enfoque entronca el aprendizaje de la competencia en discusión directamente con el de otras competencias específicas, en especial las competencias V03 (Construir modelos...) y V04 (Verificar y evaluar el ajuste de modelos...). En particular, esto requiere llevar a los alumnos a concebir la Física como un arte de modelación, y facilitarles la adquisición de una red de elementos conceptuales, que actualmente no suele ser objeto de enseñanza, tales como componentes de un modelo físico, diferentes tipos de modelos conceptuales y modelos mentales —idealización de un péndulo como un objeto puntual colgado mediante una cuerda sin masa, etc.—; modelos matemáticos —la ecuación diferencial del péndulo simple—; modelos pictóricos o mapas —las gráficas y descripciones icónicas que representan de diversas maneras la estructura y el movimiento del péndulo—; interrelaciones entre los modelos que se pueden desarrollar para un mismo sistema —distintos tanto según el tipo de modelo, como en las idealizaciones realizadas—; uso de modelos para predecir y explicar; etc.

2.2.4 REFLEXIONES SOBRE ENSEÑANZA Y APRENDIZAJE DE LAS COMPETENCIAS METODOLÓGICAS

El análisis que sigue se concentra en las competencias V05 (Aplicar el conocimiento teórico...) y V12 (Demostrar destrezas experimentales...), que por su impacto en la formación experimental de un físico son consideradas representativas de esta categoría.

2.2.4.1 FACTORES QUE AFECTAN LA REALIZACIÓN DE ESTAS COMPETENCIAS

Estas competencias marcan una diferencia fundamental entre la formación en Física y

prácticamente todas las demás disciplinas, con la excepción de la Química y, en cierta medida, con algunas de las ingenierías. La necesidad de realización de estas competencias, hace que la carrera de Física requiera de inversiones en infraestructura y equipamiento relativamente altas, que generalmente no se logran. Sin embargo, este no es el único factor que afecta la realización de las competencias seleccionadas.

En efecto, es importante tener en cuenta que

- a) la mayoría de los mejores estudiantes que ingresan a estudiar programas de física, prefieren la Física Teórica a la Física Experimental. Esto probablemente es consecuencia de que los profesores de Física frecuentemente muestran esa misma preferencia. Esto puede deberse al rol muy reducido que tiene la Física Experimental en la enseñanza media, debido tanto a la escasez de recursos, como a la falta de preparación de los profesores. Otros aspectos que tienen incidencia en el surgimiento de vocaciones científicas, como el hecho de que la vida y obra de los grandes físicos experimentales suele no ser suficientemente divulgada, también pueden contribuir en la misma dirección;
- b) con frecuencia, las clases de laboratorio son experimentadas por los alumnos como poco motivadoras. Este problema puede atribuirse, al menos en algunos casos, a la obsolescencia de los equipos, y en otros, al que las prácticas suelen consistir en la consecución de determinadas orientaciones experimentales previamente determinadas en una guía;
- c) la carencia de laboratorios adecuados ha llevado en ocasiones a recurrir a los llamados laboratorios virtuales. Sin embargo, ésta no puede considerarse sino una solución aparente del problema. En efecto, si bien la computación constituye hoy un ingrediente clave para la experimentación en Física, el manejo de equipamiento real es insustituible para el logro, por parte de los alumnos de las destrezas, métodos de trabajo y actitudes apropiadas para el desempeño en el laboratorio;
- d) en los países con menos desarrollo, se ha notado una proporción particularmente alta de físicos teóricos. Esto influye en la percepción de la Física, que puede ser percibida como una ciencia poco aplicada, y llegar a considerar a los físicos como profesionales con una utilidad social limitada. Por el contrario, en países marcados por el desarrollo tecnológico se encuentran espacios para la inserción profesional, donde el trabajo del físico experimental puede lograr una mayor visibilidad y valoración social.

2.2.4.2 PROPUESTAS Y RECOMENDACIONES PARA EL MEJORAMIENTO

Con el fin de contribuir a la realización de las competencias seleccionadas se considera necesario que:

- a) el plan de estudios procure un balance adecuado en la formación en Física Experimental y Teórica;
- b) en las asignaturas de laboratorio se tienda constantemente hacia el diseño de nuevos experimentos y a la actualización de los existentes;
- c) en las asignaturas que se dictan exclusivamente en el aula, se tienda a articular los trabajos prácticos “de lápiz y papel” con actividades que se realizan en los laboratorios u otras, que eviten que el alumno llegue a creer que existen “dos físicas”;
- d) el rol de los estudiantes en la clase de laboratorio sea más activo: el trabajo debería basarse en orientaciones mínimas por parte del profesor, para estimular en el alumno la percepción del laboratorio como de un espacio abierto a la indagación, en un marco de libertad intelectual y práctica para proponer, decidir y

- ensayar. Esto requiere de un diseño diferente de las actividades y del rol de los docentes;
- e) se cuente con espacios de formación adecuados para el análisis de casos de Historia de la Ciencia, que permitan comprender con mayor claridad el rol del experimento en la Ciencia Moderna, en general, y en la Física en particular. También sería recomendable implementar espacios de formación superior, acerca del rol que tienen las técnicas de medición e instrumentación avanzada en el desarrollo actual de la Tecnología, y a su vez, el impacto tecnológico sobre la misma ciencia.

2.3 DEFINICIÓN DEL PERFIL PROFESIONAL DE LA LICENCIATURA EN FÍSICA

Consecuentemente, el Licenciado en Física es el profesional capacitado, a través de una formación curricular de cinco años, para desempeñar las siguientes funciones principales dentro del proceso productivo:

- Investigación básica y aplicada.
- Docencia universitaria.
- Consultoría y asesoramiento científicos en las áreas de aplicación de la Física.
- Adecuación tecnológica hacia aplicaciones no previstas, mediante la interpretación de fenómenos o resolución de problemas, relativos a su campo y campos afines.

III. ESTRUCTURA CURRICULAR DE LICENCIATURA EN FÍSICA

3.1 ESTRUCTURA POR CICLOS - OBJETIVOS

El plan de estudios a nivel de licenciatura de la Carrera de Física de la Universidad Mayor de San Andrés está estructurado por ciclos con modalidad de vencimiento por materias en el marco de un sistema semestralizado que contempla 8 semestres académicos. La clasificación de las asignaturas por ciclos tiene solamente una finalidad de planificación académica, no la de requisito para el vencimiento sucesivo.

- Ciclo Básico: Asignaturas pertenecientes a los tres primeros semestres.
- Ciclo Intermedio: Asignaturas pertenecientes a los semestres cuarto y quinto.
- Ciclo de Profesionalización: Asignaturas pertenecientes a los tres últimos semestres.

CICLO	SEMESTRE
BÁSICO	PRIMERO
	SEGUNDO
	TERCERO
FORMATIVO	CUARTO
	QUINTO
PROFESIONAL	SEXTO
	SÉPTIMO
	OCTAVO

Como parte de la planificación académica, previendo la posibilidad de seguimiento permanente a las actividades del estudiante y la motivación para su incorporación en actividades de investigación, la clasificación de materias por ciclos viene acompañada de un sistema de consejería con características diferentes en cada ciclo.

3.1.1 CICLO BÁSICO

El Ciclo Básico del plan de estudios, esencialmente, tiene dos propósitos:

- Facilitar al estudiante la comprensión de los fenómenos naturales, objeto de estudio de la Física, introduciéndolo al razonamiento formal, propio de las teorías; al razonamiento inductivo, que se realiza en los procesos de modelización y experimentación.
- Proporcionar al estudiante los conocimientos fundamentales necesarios que permitan generar en él una capacidad propia de exploración temática y de manejo categórico de conceptos.

El primer punto implica, ante todo, hacer que el estudiante ejerza su rigor lógico, característico de los escenarios científicos. Se busca superar la inercia memorística y el mecanicismo algorítmico, enfatizando la gran creatividad a la que se apela al conjeturar resultados o al demostrar enunciados; así como, el sin número de formas en las que pueden representarse esquemáticamente fenómenos naturales (abstraídos en configuraciones de objetos y relaciones), dando lugar a modelos y recurriendo a diferentes teorías.

El segundo punto, de incorporación de contenidos, contempla cursos convencionales apropiadamente estructurados que recogen la buena tradición del aprendizaje académico y desecha las actitudes unilaterales a veces sesgadas.

Los temas, en algunos casos, son desarrollos teóricos con conceptos y resultados centrales que se apoyan en construcciones genéricas; por otro lado, se tienen temas eminentemente prácticos y de desarrollo experimental que refuerzan la asimilación de conceptos. La elección de los temas a estudiar tiene la finalidad de preparar al estudiante para los cursos más avanzados en los cuales la abstracción y generalización son esenciales junto con la capacidad de observación. En otras palabras, el estudiante adquirirá madurez, a través de una creciente familiaridad con la observación, el razonamiento lógico y la experimentación.

En este ciclo, la Dirección Académica podría asignar, a estudiantes que así lo requieran, un consejero voluntario de la planta docente de la Carrera, quien tiene la misión de orientar al estudiante, principalmente en la toma de decisiones de tipo académico (por ejemplo, inscripción a materias en cada semestre, información sobre los grupos de investigación, etc), motivándolo mínimamente a que el estudiante asista a eventos académicos (cursos, seminarios, conferencias, etc.) extracurriculares, e inclusive, guiándolo en lo relacionado a la búsqueda de información bibliográfica y los métodos de estudio.

3.2 CICLO FORMATIVO

El Ciclo Formativo es, por una parte, de neto desarrollo temático-conceptual, y, por otra, de desarrollo experimental, lo cual se presenta en creciente grado de dificultad. Tiene dos componentes:

- Materias Troncales
- Materias Electivas

Las Materias Troncales proporcionan el carácter genérico, necesario en el mundo jerárquico de los escenarios conceptuales. Proporcionan, por lo tanto, los contenidos

contrastables de alcance universal; es decir, las bases teóricas de la Mecánica, Termodinámica, Electromagnetismo, Ondas, Óptica, Física Moderna y Electrónica. Las materias de laboratorio ofrecen una formación sólida en manejo de instrumentación y técnicas experimentales, y hacen hincapié en la difusión sistemática y estructurada de resultados mediante reportes e informes técnicos.

Las Materias Electivas, por su parte, tienen el declarado propósito de complementar la formación medular con algún énfasis temprano de profundización teórica o de extensión aplicada. Son asignaturas de aproximación a áreas de desarrollo investigativo, ya sea teórico o aplicado.

En este ciclo, la asignación del consejero voluntario por parte de la Dirección Académica, se realiza entre los docentes de algún área de investigación con la que el estudiante tenga afinidad. Además de la orientación académica en el ciclo, el tutor puede desempeñar un rol motivador en cuanto a los temas de investigación de un área determinada, sin entrar en un grado de exigencia que pretenda una definición por parte del estudiante.

3.1.3 CICLO DE PROFESIONALIZACIÓN

El Ciclo de Profesionalización constituye la parte final del plan de estudios de licenciatura. Este ciclo tiene tres componentes:

- Materias Troncales
- Materias Electivas
- Seminario

La idea fundamental de este ciclo es la de ofrecer, con flexibilidad pero también concisión, alternativas que permitan al estudiante decidir una dirección de interés, un horizonte plausible en un área de vivo desarrollo. Sin descuidar jamás la formación integral, se busca establecer un fértil balance entre generalidad y focalización.

Las Materias Electivas se han agrupado en *Módulos de Concentración* a fin de darle coherencia a las posibles elecciones del estudiante. El objetivo de los módulos es el de proporcionar una secuencia natural de materias que conduzca a dar una formación sólida con énfasis en el área de elección del estudiante. Después de completado el octavo semestre que lo habilita para el grado de Licenciatura en Física, el estudiante podrá optar acceder a la Maestría en Física o al Doctorado en uno de los módulos de concentración propuestos. Las opciones de titulación son las siguientes:

OPCIÓN DE TITULACIÓN 1	OPCIÓN DE TITULACIÓN 2	OPCIÓN DE TITULACIÓN 3	OPCIÓN DE TITULACIÓN 4
LICENCIATURA	LICENCIATURA ↓ MAESTRIA	LICENCIATURA ↓ MAESTRÍA ↓ DOCTORADO	LICENCIATURA ↓ DOCTORADO

El Ciclo de Profesionalización tiene entre sus objetivos, el de orientar de manera más concreta las actividades que desarrolla el físico. El Ciclo de Profesionalización tiene por objetivo el dar una formación, a un nivel avanzado, que le permita al estudiante desenvolverse en una o más actividades y alcanzar las competencias específicas del profesional en física (ver capítulo anterior). El profesional en física sabrá plantear y resolver problemas que sean significativos en su área de trabajo; éstos, por lo general, no son triviales y su solución usualmente involucra la combinación de más de una teoría o en su defecto el uso técnicas de laboratorio avanzadas. Por otro lado, el campo de la física es tan amplio que es necesario sistematizar el conocimiento por áreas y módulos, siguiendo diferentes líneas de investigación que son aceptadas internacionalmente. Por esta razón, en el presente plan, las materias electivas son agrupadas en módulos de concentración que deberán conducir al estudio de temas de actualidad y que sean una contribución para dar respuesta a los problemas del entorno.

En este ciclo, es el estudiante que escoge un tutor y, en acuerdo con éste, planifican las actividades académicas y de iniciación científica del primero. Recuérdese que a la finalización de este ciclo, en la materia de Seminario, se deberá elaborar y defender un Proyecto de Grado.

3.2 MÓDULOS DE CONCENTRACIÓN

La física en la actualidad abarca una gran cantidad de áreas de investigación. Sus teorías y herramientas metodológicas, trascienden los ámbitos inclusive de las ciencias naturales y la ingeniería encontrándose exitosos ejemplos de aplicación en sociología y economía, para citar solamente dos de ellos.

Si bien el físico debe adquirir una formación lo más amplia y general posible, de manera que muestre una versatilidad para abordar temáticas de índole variada, la estructura del currículum debe ofrecer la posibilidad de que el estudiante pueda optar por una línea de especialización acorde con sus inclinaciones y preferencias, y en el marco de las necesidades manifiestas del entorno.

Haciendo hincapié en que la formación troncal sólida de tipo genérico del físico es la esencia del plan de estudios, se abren los siguientes MÓDULOS DE CONCENTRACIÓN de materias tendientes a orientar la formación del estudiante en un área de investigación:

- MÓDULO DE CONCENTRACIÓN EN FÍSICA MÉDICA
- MÓDULO DE CONCENTRACIÓN EN ELECTRÓNICA
- MÓDULO DE CONCENTRACIÓN EN CIENCIA DE MATERIALES
- MÓDULO DE CONCENTRACIÓN EN FÍSICA DE LA ATMÓSFERA
- MÓDULO DE CONCENTRACIÓN EN GEOFÍSICA
- MÓDULO DE CONCENTRACIÓN EN FÍSICA TEÓRICA
- MÓDULO DE CONCENTRACIÓN EN FÍSICA EXPERIMENTAL

El establecimiento de estos módulos de concentración es el producto de una estimación práctica de mercado, concordante con las líneas de investigación que se desarrollan en la Carrera de Física e Instituto de Investigaciones Físicas.

El estudiante para concluir sus estudios de licenciatura deberá elaborar el **proyecto de grado** –mencionado en la sección anterior- en la materia de SEMINARIO del octavo semestre. El proyecto de grado es una realización profesional temprana; está pensado para comprometer globalmente las capacidades maduras por el estudiante a lo largo

del programa de estudios. El estudiante demuestra haber logrado una condición de relativo desempeño profesional independiente, no sólo en la elaboración de su proyecto de grado, sino en la presentación y descripción de sus alcances. El proyecto de grado podrá cubrir, por ejemplo, un análisis crítico y comparativo de determinada bibliografía, o el estudio de un problema específico propuesto por el propio estudiante, el docente de la asignatura o el tutor.

3.3 NOMENCLATURA DE SIGLAS ASIGNADAS A LAS MATERIAS

Las siglas de las asignaturas están compuestas por una parte literal y otra numeral de tres letras seguidas de tres números respectivamente. En la parte literal se usan letras mayúsculas bajo las siguientes características:

FIS Materias de Física
 MAT Materias de Matemáticas
 QMC Materias de Química

En la parte numeral, el primer número representa el *ciclo o nivel*, el segundo número el *semestre o área de concentración* y el tercer número simplemente es un contador de número de materia (comenzando en cero en cada caso), donde

PRIMER DÍGITO	
NUMERAL	CICLO
1	Básico
2	Formación
3	Profesionalización
4, 5	Posgrado

SEGUNDO DÍGITO	
NUMERAL	SEMESTRE
1	Primero
2	Segundo
3	Tercero
4	Cuarto
5	Quinto
6	Sexto
7	Séptimo
8	Octavo

De manera que la sigla queda en la forma

LITERAL	NUMERAL		
F I S	CICLO	SEMESTRE	CONTADOR

Por ejemplo, la Materia de Mecánica Clásica del cuarto semestre (ciclo de formación) tiene la sigla FIS 240.

En el caso de signaturas opcionales y de posgrado, el segundo dígito se emplea para indicar módulos de concentración (ver la sección 4.6.).

3.4 CLASIFICACIÓN DE MATERIAS EN EL PLAN DE ESTUDIOS

3.4.1 MATERIAS TRONCALES

Las materias troncales son aquellas que todo físico debe conocer necesariamente. Son materias que constituyen lo esencial del plan de estudios. Las materias troncales, detalladas en la tabla siguiente, son 22

FIS 110	FÍSICA I
FIS 111	LABORATORIO DE FÍSICA I
FIS 120	FÍSICA II
FIS 121	LABORATORIO DE FÍSICA II
FIS 130	FÍSICA III
FIS 131	LABORATORIO DE FÍSICA III
FIS 240	MECÁNICA CLÁSICA
FIS 241	ELECTRÓNICA GENERAL
FIS 250	FÍSICA MODERNA I
FIS 251	LABORATORIO MEDIO I
FIS 253	ELECTROMAGNETISMO
FIS 360	FÍSICA MODERNA II
FIS 361	LABORATORIO MEDIO II
FIS 362	TERMODINÁMICA
FIS 363	ÓPTICA
FIS 364	LABORATORIO DE ÓPTICA
FIS 370	MECÁNICA ESTADÍSTICA
FIS 371	FÍSICA NUCLEAR Y DE PARTÍCULAS
FIS 372	LABORATORIO AVANZADO
FIS 380	MECÁNICA CUÁNTICA
FIS 381	FÍSICA DE ESTADO SÓLIDO
FIS 382	SEMINARIO

3.4.2 MATERIAS ELECTIVAS

Las materias electivas están diseñadas para que el estudiante complemente sus conocimientos en las áreas de su interés inclusive durante el ciclo básico. Además, las materias electivas de la etapa formativa contribuyen a adquirir nociones básicas para ingresar hacia las materias del siguiente ciclo. Las materias electivas son en número suficiente en cada módulo de concentración y el estudiante deberá elegir el número de materias que señala el plan.

Las materias electivas que el estudiante tome en el ciclo de profesionalización, pueden ser escogidas de dos maneras:

- El estudiante que opte por realizar una licenciatura simplemente podrá escoger las materias electivas de manera libre según sus preferencias.
- El estudiante que opte por seguir el posgrado en física o la especialización en una de las áreas ofertadas, deberá tomar preferentemente las materias electivas del módulo de concentración escogido.

3.4.3 MATERIAS DE APOYO

Para que el profesional físico tenga una formación integral y maneje los conceptos fundamentales de ciencias afines, se han incluido asignaturas de áreas complementarias importantes como Matemática, Estadística, Química e Informática. Las asignaturas de apoyo son las que se requieren como base gnoseológica para las materias troncales o electivas. Dependiendo de su naturaleza, se dictan en la Carrera o se solicitan como servicio a otras Carreras.

Las materias de apoyo a ser dictadas por los departamentos correspondientes son:

QMC 110	QUÍMICA GENERAL
MAT 111	ÁLGEBRA I
MAT 112	CÁLCULO DIFERENCIAL E INTEGRAL I
MAT 121	ÁLGEBRA LINEAL
MAT 122	CÁLCULO DIFERENCIAL E INTEGRAL II
MAT 123	PROBABILIDAD Y ESTADÍSTICA
MAT 132	ECUACIONES DIFERENCIALES
MAT 242	CÁLCULO COMPLEJO

Las materias de apoyo a ser dictadas por la propia Carrera de Física son:

FIS 132	MÉTODOS MATEMÁTICOS I
FIS 242	MÉTODOS MATEMÁTICOS II
FIS 243	CÁLCULO NUMÉRICO Y PROGRAMACIÓN
FIS 352	MÉTODOS MATEMÁTICOS III

Además, el estudiante de física necesita al menos leer textos y libros escritos en idioma Inglés para acceder a una más amplia literatura especializada. El plan de estudios, sin embargo, no incluye asignaturas de idiomas; experiencias pasadas mostraron que el alumno puede aprender *motu proprio* en sus primeros semestres de estudios por necesidad práctica inducida.

3.5 CARGA HORARIA DEL PLAN DE ESTUDIOS (CRÉDITOS)

Las asignaturas del Plan de Estudios tienen sus correspondientes cargas horarias divididas en *horas teóricas (HT)*, *horas prácticas (HP)* y *horas de laboratorio (HL)* cuyo detalle se explica a continuación:

3.5.1 HORAS TEÓRICAS

Son horas de clases presenciales, regularmente 4 horas en 2 sesiones por semana, donde el docente presenta una visión conceptual de cada tema y desarrolla ideas centrales con la explicación de procesos y métodos. Asimismo, como motivación o como ilustración, se formulan conjeturas y se plantean problemas para hallar, respectivamente, demostraciones y soluciones, a modo de estimular la creatividad.

3.5.2 HORAS PRÁCTICAS

Estas horas corresponden a la realización de desarrollos propios (individuales o de grupo). Los ejercicios de física no son necesariamente de aplicación de procedimientos estandarizados; por el contrario, consisten en problemas que significan variantes conceptuales de los temas tratados con resultados afines, que pueden tener relación con otros temas, teorías, disciplinas o simplemente modelos.

En los primeros cursos, se cuenta con la asistencia de Auxiliares de Docencia. El número de horas prácticas en asignaturas del ciclo básico son 2; en los ciclos intermedio y de profesionalización se podrá incrementar hasta 4 horas semanales, excepto la materia de Seminario, que tiene 20 horas semanales.

3.5.3 HORAS LABORATORIO

Las horas laboratorio están relacionadas con las actividades de *puesta en práctica* de las conclusiones y metodologías en experimentos, observaciones o simulaciones. Por su naturaleza son varias las asignaturas a las que se asigna horas de laboratorio.

3.5.4 DISTRIBUCIÓN DE CARGA ACADÉMICA

PROMEDIO DE DISTRIBUCIÓN DE CARGA ACADÉMICA (*)			
ASIGNATURAS	HORAS TEÓRICAS	HORAS PRÁCTICAS	HORAS DE LABORATORIO
TEÓRICAS	4	2	-
LABORATORIO	-	2 ó 3	4 ó 6
SEMINARIO	4	20	-

Una vez computado el número de horas mínimas del plan de estudios, se tiene 5236 horas académicas para la Licenciatura en Física (considerando solamente materias electivas teóricas y semestres que duren 20 semanas).

(*) Según las características de las materias electivas pueden añadirse más horas prácticas y/o de laboratorio.

(*) Se considera que una hora académica es igual a una hora reloj

FÍSICA	HORAS TEÓRICAS	HORAS PRÁCTICAS	HORAS LABORATORIO	TOTAL HORAS
LICENCIATURA	2416	1960	860	5236

3.6 PENSUM SEMESTRAL DE LICENCIATURA EN FÍSICA

El Plan de Estudios semestralizado de la Carrera de Licenciatura en Física, contempla 5 materias en los primeros 6 semestres, y 4 asignaturas en los últimos dos semestres, esto es debido a que las materias terminales tienen un grado de complejidad mucho mayor que las materias básicas, de modo que el estudiante dedica incluso mas horas de estudio.

PLAN DE ESTUDIOS DE LA CARRERA DE FÍSICA

SIGLA	ASIGNATURA	REQUISITOS	HT	HP	HL
PRIMER SEMESTRE					
FIS 110	FÍSICA I	---	4	2	-
FIS 111	LABORATORIO DE FÍSICA I	---	-	2	4
QMC 110	QUÍMICA GENERAL	---	4	2	4
MAT 111	ÁLGEBRA I	---	4	2	-
MAT 112	CÁLCULO DIFERENCIAL E INTEGRAL I	---	4	2	-
SEGUNDO SEMESTRE					
FIS 120	FÍSICA II	FIS110	4	2	-
FIS 121	LABORATORIO DE FÍSICA II	FIS110,FIS111	-	2	4
MAT 121	ÁLGEBRA LINEAL	MAT111	4	2	-
MAT 122	CÁLCULO DIFERENCIAL E INTEGRAL II	MAT112	4	2	-
MAT 123	PROBABILIDAD Y ESTADÍSTICA	MAT112	4	2	-
TERCER SEMESTRE					
FIS 130	FÍSICA III	FIS120	4	2	-
FIS 131	LABORATORIO DE FÍSICA III	FIS120,FIS121	-	2	4
FIS 132	MÉTODOS MATEMÁTICOS I	MAT122	4	2	-
MAT 132	ECUACIONES DIFERENCIALES	MAT122	4	2	-
	ELECTIVA I		4	2	-
CUARTO SEMESTRE					
FIS 240	MECÁNICA CLÁSICA	FIS130,MAT132	4	2	-
FIS 241	ELECTRÓNICA GENERAL	FIS130,FIS131	4	2	3
MAT 242	CÁLCULO COMPLEJO	MAT132	4	2	-
FIS 242	MÉTODOS MATEMÁTICOS II	FIS 132	4	2	-
FIS 243	CÁLCULO NUMÉRICO Y PROGRAMACIÓN	MAT132	4	2	-
QUINTO SEMESTRE					
FIS 250	FÍSICA MODERNA I	FIS240,MAT132	4	2	-
FIS 251	LABORATORIO MEDIO I	FIS241	-	3	6
FIS 252	MÉTODOS MATEMÁTICOS III	MAT132	4	2	-
FIS 253	ELECTROMAGNETISMO	FIS240,FIS242	4	2	-
	ELECTIVA II		4	2	-
SEXTO SEMESTRE					
FIS 360	FÍSICA MODERNA II	FIS250	4	2	-
FIS 361	LABORATORIO MEDIO II	FIS251	-	3	6
FIS 362	TERMODINÁMICA	FIS250,MAT252	4	2	-
FIS 363	ÓPTICA	FIS253,FIS250	4	2	-
FIS 364	LABORATORIO DE ÓPTICA	FIS253,FIS251	-	3	6
SÉPTIMO SEMESTRE					
FIS 370	MECÁNICA ESTADÍSTICA	FIS362	4	2	-
FIS 371	FÍSICA NUCLEAR Y DE PARTÍCULAS	FIS360	4	2	-
FIS 372	LABORATORIO AVANZADO	FIS361	-	3	6
	ELECTIVA III		4	2	-
OCTAVO SEMESTRE					
FIS 380	MECÁNICA CUÁNTICA	FIS360,FIS252	4	2	-
FIS 381	FÍSICA DE ESTADO SÓLIDO	FIS360	4	2	-
	ELECTIVA IV		4	2	-
FIS 382	SEMINARIO		-	20	-

MATERIAS ELECTIVAS					
MODULO DE CONCENTRACIÓN EN FÍSICA MÉDICA					
FIS 460	FÍSICA DE RADIACIONES Y DOSIMETRÍA		4	2	-
FIS 461	SEGURIDAD Y PROTECCIÓN RADIOLÓGICA		4	2	3
FIS 462	FÍSICA DE LA RADIOBIOLOGÍA		4	2	-
FIS 463	FÍSICA DE LA RADIOTERAPIA		4	2	-
FIS 464	MEDICINA NUCLEAR		4	-	12
FIS 465	RESONANCIA MAGNÉTICA NUCLEAR		4	2	-
FIS 466	PROCESAMIENTO DE IMÁGENES		4	2	-
FIS 467	ULTRASONIDO		4	2	-
FIS 468	LASERES Y RADIACIÓN ULTRAVIOLETA		4	2	-
FIS 469	TÓPICOS AVANZADOS EN FÍSICA MEDICA I		4	2	-
FIS 560	TÓPICOS AVANZADOS EN FÍSICA MEDICA II		4	2	-
MODULO DE CONCENTRACIÓN EN ENERGÍAS ALTERNATIVAS					
FIS 470	ASPECTOS GLOBALES DE LA ENERGÍA Y RECURSOS ENERGÉTICOS		4	2	-
FIS 471	ENERGÍA EÓLICA		4	2	-
FIS 472	ENERGÍA SOLAR TÉRMICA		4	2	-
FIS 473	ENERGÍA SOLAR FOTOVOLTAICA		4	2	-
FIS 474	ENERGÍA HIDRAÚLICA		4	2	-
FIS 475	ENERGÍA GEOTÉRMICA		4	2	-
FIS 476	ENERGÍA DE LA BIOMASA Y RESIDUOS SÓLIDOS URBANOS		4	2	-
MODULO DE CONCENTRACIÓN EN ELECTRÓNICA					
FIS 320	ANÁLISIS DE REDES		4	2	-
FIS 321	ELECTRÓNICA LINEAL		4	2	-
FIS 322	ELECTRÓNICA NO LINEAL		4	2	-
FIS 324	TÓPICOS ESPECIALES DE ELECTRÓNICA I		4	2	-
FIS 325	TÓPICOS ESPECIALES DE ELECTRÓNICA II		4	2	-
FIS 326	TÓPICOS ESPECIALES DE ELECTRÓNICA III		4	2	-
FIS 420	MICROPROCESADORES		4	2	-
FIS 421	SISTEMAS DE CONTROL I		4	2	-
FIS 422	SISTEMAS DE CONTROL II		4	2	-
FIS 423	TÓPICOS AVANZADOS DE ELECTRÓNICA		4	2	-
MODULO DE CONCENTRACIÓN EN CIENCIA DE MATERIALES					
FIS 480	CIENCIA DE MATERIALES I		4	2	-
FIS 481	CIENCIA DE MATERIALES II		4	2	-
FIS 482	ENSAYOS NO DESTRUCTIVOS I		4	2	-
FIS 483	MATERIALES, PROCESOS, ENSAYOS Y DISEÑO		4	2	-
FIS 484	ENSAYOS NO DESTRUCTIVOS II		4	2	-
FIS 485	ENSAYOS NO DESTRUCTIVOS III		4	2	-
FIS 486	TÓPICOS AVANZADOS DE CIENCIA DE MATERIALES		4	2	-
MODULO DE CONCENTRACIÓN EN FÍSICA DE LA ATMÓSFERA					
FIS 330	INTRODUCCIÓN A LA AERONOMÍA		4	2	-
FIS 331	INTRODUCCIÓN A LA METEOROLOGÍA		4	2	-
FIS 332	INSTRUMENTACIÓN METEOROLÓGICA I		4	2	-
FIS 333	MODELOS DE CIRCULACIÓN I		4	2	-
FIS 334	CLIMATOLOGÍA I		4	2	-
FIS 335	PALEOCLIMATOLOGÍA I		4	2	-
FIS 336	METEOROLOGÍA SINÓPTICA		4	2	-

PLAN DE ESTUDIOS DE LA CARRERA DE FÍSICA

FIS 337	METEOROLOGÍA TROPICAL		4	2	-
FIS 338	RADIÓMETROS		4	2	-
FIS 339	IONÓSFERA I		4	2	-
FIS 430	FÍSICA DE NUBES I		4	2	-
FIS 431	LIDARES I		4	2	-
FIS 432	MECÁNICA DE AEROSOLES		4	2	-
FIS 433	RADIACIÓN SOLAR		4	2	-
FIS 434	TÓPICOS ESPECIALES DE FÍSICA DE LA ATMÓSFERA I		4	2	-
FIS 435	TÓPICOS ESPECIALES DE FÍSICA DE LA ATMÓSFERA II		4	2	-
FIS 436	OCEANOGRAFÍA GENERAL		4	2	-
FIS 437	ELECTRICIDAD ATMOSFÉRICA		4	2	-
FIS 438	INSTRUMENTACIÓN METEOROLÓGICA II		4	2	-
FIS 439	MODELOS DE CIRCULACIÓN II		4	2	-
FIS 530	PERCEPCIÓN REMOTA SATELITAL		4	2	-
FIS 531	PALEOCLIMATOLOGÍA II		4	2	-
FIS 532	FENÓMENOS DE MESOESCALA		4	2	-
FIS 532	FENÓMENOS DE GRAN ESCALA		4	2	-
FIS 533	FENÓMENO ENSO		4	2	-
FIS 534	MODELOS RADIATIVOS I		4	2	-
FIS 535	ATMÓSFERA MEDIA		4	2	-
FIS 536	LIDARES II		4	2	-
FIS 537	TÓPICOS AVANZADOS DE FÍSICA DE LA ATMÓSFERA I		4	2	-
FIS 538	TÓPICOS AVANZADOS DE FÍSICA DE LA ATMÓSFERA II		4	2	-
FIS 539	BIOMETEOROLOGÍA		4	2	-
FIS 630	TORMENTAS SEVERAS		4	2	-
FIS 631	CIRCULACIÓN EN ALTA ATMÓSFERA		4	2	-
FIS 632	CIRCULACIÓN EN ATMÓSFERA MEDIA		4	2	-
FIS 633	LIDARES III		4	2	-
FIS 634	AEROSOLES		4	2	-
MODULO DE CONCENTRACIÓN EN GEOFÍSICA					
FIS 190	GEOLOGÍA GENERAL		4	2	-
FIS 290	GEOLOGÍA ESTRUCTURAL Y TECTÓNICA		4	2	-
FIS 291	HIDROGEOLOGÍA		4	2	-
FIS 390	GEOFÍSICA GENERAL I		4	2	-
FIS 391	GEOFÍSICA APLICADA I		4	2	-
FIS 392	GEOFÍSICA APLICADA II		4	2	-
FIS 393	GEOFÍSICA APLICADA III		4	2	-
FIS 490	PROSPECCIÓN SÍSMICA		4	2	-
FIS 491	SISMOLOGÍA: TERREMOTOS Y ESTRUCTURA DE LA TIERRA		4	2	-
FIS 492	TEORÍA DEL POTENCIAL PARA GEOFÍSICOS		4	2	-
FIS 493	CAMPOS GRAVITATORIOS Y GRAVIMETRÍA		4	2	-
FIS 494	CAMPOS GEOMAGNÉTICOS Y MAGNETOMETRÍA		4	2	-
FIS 495	CAMPOS GEOTÉRMICOS Y RADIOMETRÍA		4	2	-
FIS 496	PROSPECCIÓN ELECTROMAGNÉTICA DE CAMPOS ESTACIONARIOS		4	2	-
FIS 497	PROSPECCIÓN ELECTROMAGNÉTICA DE CAMPOS VARIABLES		4	2	-
FIS 498	REGISTRO GEOFÍSICO DE POZOS		4	2	-
FIS 499	RECURSOS MINERALES Y GEOLOGÍA DEL PETRÓLEO		4	2	-
FIS 590	HISTORIA Y EVOLUCIÓN DE LA TIERRA		4	2	-
FIS 591	FÍSICA DE LAS ROCAS		4	2	-
FIS 592	SISTEMA DE POSICIONAMIENTO GLOBAL Y MAPEO DIGITAL		4	2	-

PLAN DE ESTUDIOS DE LA CARRERA DE FÍSICA

FIS 593	TEORÍA DE LAS ONDAS SÍSMICAS		4	2	-
FIS 594	PROPAGACIÓN DE ONDAS SÍSMICAS		4	2	-
FIS 595	MODELADO DE CAMPOS DE ONDAS SÍSMICAS		4	2	-
FIS 596	FUNDAMENTOS DE LA TEORÍA DE LA INVERSIÓN		4	2	-
MODULO DE CONCENTRACIÓN EN FÍSICA TEÓRICA					
FIS 300	ASTRONOMÍA		4	2	-
FIS 301	ASTROFÍSICA		4	2	-
FIS 302	RAYOS CÓSMICOS		4	2	-
FIS 303	RELATIVIDAD ESPECIAL		4	2	-
FIS 304	RELATIVIDAD GENERAL		4	2	-
FIS 305	COSMOLOGÍA		4	2	-
FIS 306	FÍSICA DE OBJETOS COMPACTOS		4	2	-
FIS 307	FÍSICA COMPUTACIONAL		4	2	-
FIS 308	SISTEMAS COMPLEJOS		4	2	-
FIS 309	INTRODUCCIÓN A LA TEORÍA DEL CAOS		4	2	-
FIS 400	MECÁNICA DE FLUIDOS		4	2	-
FIS 401	SERIES TEMPORALES		4	2	-
FIS 402	TÓPICOS ESPECIALES DE LA FÍSICA TEÓRICA I		4	2	-
FIS 403	TÓPICOS ESPECIALES DE LA FÍSICA TEÓRICA II		4	2	-
FIS 404	TÓPICOS ESPECIALES DE LA FÍSICA TEÓRICA III		4	2	-
FIS 405	TÓPICOS ESPECIALES DE MATEMÁTICAS		4	2	-
FIS 406	MECÁNICA ANALÍTICA		4	2	-
FIS 407	ELECTROMAGNETISMO I		4	2	-
FIS 408	OPTICA I		4	2	-
FIS 409	MECÁNICA CUÁNTICA I		4	2	-
FIS 500	TEORÍA DE LA RELATIVIDAD		4	2	-
FIS 501	MECÁNICA ESTADÍSTICA I		4	2	-
FIS 502	FÍSICA DE ESTADO SÓLIDO I		4	2	-
FIS 503	FÍSICA NUCLEAR I		4	2	-
FIS 504	MÉTODOS MATEMÁTICOS DE LA FÍSICA		4	2	-
FIS 505	FÍSICA DE PLASMAS		4	2	-
FIS 506	TÓPICOS AVANZADOS DE LA FÍSICA TEÓRICA I		4	2	-
FIS 507	TÓPICOS AVANZADOS DE LA FÍSICA TEÓRICA II		4	2	-
FIS 508	ELECTROMAGNETISMO II		4	2	-
FIS 509	OPTICA II		4	2	-
FIS 600	MECÁNICA CUÁNTICA II		4	2	-
FIS 601	MECÁNICA ESTADÍSTICA II		4	2	-
FIS 603	FÍSICA DE ESTADO SÓLIDO II		4	2	-
FIS 604	FÍSICA NUCLEAR II		4	2	-
FIS 605	TEORÍA CUÁNTICA DE CAMPOS		4	2	-
FIS 606	ELECTRODINÁMICA CUÁNTICA		4	2	-
MODULO DE CONCENTRACIÓN EN FÍSICA EXPERIMENTAL					
FIS 310	INSTRUMENTACIÓN		4	2	-
FIS 311	TRATAMIENTO DE DATOS EXPERIMENTALES		4	2	-
FIS 312	TÓPICOS ESPECIALES DE LA FÍSICA EXPERIMENTAL I		4	2	-
FIS 313	TÓPICOS ESPECIALES DE LA FÍSICA EXPERIMENTAL II		4	2	-
FIS 314	TÓPICOS ESPECIALES DE LA FÍSICA EXPERIMENTAL III		4	2	-
FIS 315	TÓPICOS ESPECIALES DE LA FÍSICA EXPERIMENTAL IV		4	2	-
FIS 410	TÉCNICAS DE VACÍO Y CRIOGENIA		4	2	-
FIS 411	INSTRUMENTACIÓN ESPECIALIZADA I		4	2	-
FIS 412	INSTRUMENTACIÓN ESPECIALIZADA II		4	2	-

FIS 413	TÓPICOS AVANZADOS DE LA FÍSICA EXPERIMENTAL I		4	2	-
FIS 414	TÓPICOS AVANZADOS DE LA FÍSICA EXPERIMENTAL II		4	2	-
OTRAS MATERIAS ELECTIVAS					
FIS 340	ADMINISTRACIÓN Y POLÍTICA CIENTÍFICAS		4	2	-
FIS 341	HISTORIA DE LA CIENCIA		4	2	-
FIS 342	TÓPICOS ESPECIALES EN ENSEÑANZA DE LA FÍSICA I		4	2	-
FIS 351	TÓPICOS ESPECIALES EN ENSEÑANZA DE LA FÍSICA II		4	2	-
FIS 352	TÓPICOS ESPECIALES EN ENSEÑANZA DE LA FÍSICA III		4	2	-

3.7 MALLA CURRICULAR

La malla curricular es la relación horizontal y vertical entre las asignaturas del plan de estudios, donde las relaciones horizontales determinan la similitud del nivel de las materias, las relaciones verticales muestran la correlatividad de las asignaturas. Las materias troncales se encuentran hasta en los últimos semestres, mientras que las materias complementarias aparecen en algunos semestres que hacen del físico un profesional integrado acorde a las necesidades de la ciencia y la tecnología actual.

El siguiente esquema muestra la malla curricular del presente plan de estudios

PRIMER SEMESTRE	FIS 110 FÍSICA I	FIS 111 LABORATORIO DE FÍSICA I	MAT 111 ÁLGEBRA I	MAT 112 CÁLCULO DIFERENCIAL E INTEGRAL I	QMC 110 QUÍMICA GENERAL
SEGUNDO SEMESTRE	FIS 120 FÍSICA II	FIS 121 LABORATORIO DE FÍSICA II	MAT 121 ÁLGEBRA LINEAL	MAT 122 CÁLCULO DIFERENCIAL E INTEGRAL II	MAT 123 PROBABILIDAD Y ESTADÍSTICA
TERCER SEMESTRE	FIS 130 FÍSICA III	FIS 131 LABORATORIO DE FÍSICA III	FIS 132 MÉTODOS MATEMÁTICOS I	MAT 132 ECUACIONES DIFERENCIALES	ELECTIVA I
CUARTO SEMESTRE	FIS 240 MECÁNICA CLÁSICA	FIS 241 ELECTRÓNICA GENERAL	FIS 242 MÉTODOS MATEMÁTICOS II	MAT 242 CÁLCULO COMPLEJO	FIS 243 CÁLCULO NUMÉRICO Y PROGRAMACIÓN
QUINTO SEMESTRE	FIS 250 FÍSICA MODERNA I	FIS 251 LABORATORIO MEDIO I	FIS 252 MÉTODOS MATEMÁTICOS III	FIS 253 ELECTRO-MAGNETISMO	ELECTIVA II
SEXTO SEMESTRE	FIS 360 FÍSICA MODERNA II	FIS 361 LABORATORIO MEDIO II	FIS 362 TERMO-DINÁMICA	FIS 363 ÓPTICA	FIS 364 LABORATORIO DE ÓPTICA
SÉPTIMO SEMESTRE	FIS 370 MECÁNICA ESTADÍSTICA	FIS 371 FÍSICA NUCLEAR Y DE PARTÍCULAS	FIS 372 LABORATORIO AVANZADO		ELECTIVA III
OCTAVO SEMESTRE	FIS 380 MECÁNICA CUÁNTICA	FIS 381 FÍSICA DE ESTADO SÓLIDO	FIS 382 SEMINARIO		ELECTIVA IV

El Plan de estudios de la Carrera de Física consta de 38 asignaturas o materias curriculares imprescindibles para egresar a nivel Licenciatura:

- 22 Materias Troncales
- 12 Materias de Apoyo
- 4 Materias Electivas

El Nivel de Especialización (asignaturas con siglas 400 ó mayores) está destinado al posgrado terminal (Maestría y Doctorado disciplinarios).

3.8 COMPETENCIAS MÍNIMAS POR TIPOS DE MATERIAS Y MÓDULOS DE CONCENTRACIÓN DEL PLAN DE LICENCIATURA EN FÍSICA

MATERIA O DISCIPLINA	COMPETENCIAS
<p>FÍSICA TEÓRICA BÁSICA</p> <p>FIS 110 Física I FIS 120 Física II FIS 130 Física III</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Conoce las bases conceptuales en las que se asienta la Física como ciencia natural • Conoce y aplica las leyes fundamentales de la mecánica newtoniana • Aplica las nociones de análisis vectorial y del cálculo diferencial e integral en la modelización de problemas elementales de mecánica • Conoce y valora conceptos básicos como fundamento para el aprendizaje en distintas disciplinas avanzadas • Conoce los conceptos fundamentales de la mecánica de fluidos y aplica los mismos en la solución de problemas reales elementales • Conoce y aplica los conceptos fundamentales de la Teoría Cinética de los Gases incorporando técnicas estadísticas elementales en el análisis e interpretación del comportamiento mecánico de sistemas gaseosos clásicos • Conoce las leyes de la Termodinámica de manera fenomenológica y aplica las mismas al cálculo de la eficiencia de ciclos termodinámicos reversibles • Conoce las bases conceptuales de la mecánica ondulatoria en general y de las ondas sonoras en particular • Asume críticamente la idea de acción a distancia incorporando el concepto de campo como una idea central para el entendimiento sistemático de la teoría electromagnética y sus aplicaciones
<p>FÍSICA EXPERIMENTAL BÁSICA</p> <p>FIS 111 Laboratorio de Física I, FIS 121 Laboratorio de Física II, FIS 131 Laboratorio de Física III</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Conoce las técnicas experimentales elementales que soportan el trabajo científico • Sabe y valora los conceptos de precisión y exactitud, así como el cálculo de errores en el proceso de medición de magnitudes físicas

	<ul style="list-style-type: none"> • Interpreta resultados experimentales proponiendo modelos empíricos simples • Conoce los rudimentos del procedimiento de elaboración de un reporte científico • Sabe el manejo instrumental a nivel inicial
<p>MATERIAS DE APOYO</p> <p>QMC 110 MAT 111 MAT 112 MAT 121 MAT 122 MAT 123 FIS 132 MAT 132 MAT 142 FIS 242 FIS 243 FIS 252</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Conoce los fundamentos de otras disciplinas y valora su relación con la física • Conoce y maneja la herramienta matemática de nivel básico, intermedio y avanzado • Conoce técnicas computacionales de cálculo y simulación numérica como apoyo a la solución de problemas de todas las áreas de física
<p>FÍSICA TEÓRICA INTERMEDIA</p> <p>FIS 240 Mecánica Clásica FIS 250 Física Moderna I FIS 253 Electromagnetismo FIS 360 Física Moderna II FIS 362 Termodinámica FIS 363 Óptica</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Conoce y maneja nuevos formalismos para el planteo y solución de problemas considerando diferentes enfoques de los mismos • Conoce y aplica los fundamentos del electromagnetismo y la óptica ondulatoria a problemas reales • Interpreta y formaliza las leyes de la Termodinámica incorporando métodos estadísticos • Conoce el desarrollo de la teoría de la relatividad y la física cuántica y valora los diferentes trabajos teóricos y experimentales que dieron lugar al establecimiento de la ciencia actual • Interpreta los fenómenos naturales desde los puntos de vista clásico y cuántico estableciendo los límites y alcances de las mismas • Maneja terminología científico tecnológica a nivel intermedio e interactúa con grupos de investigación estables de manera inicial
<p>FÍSICA EXPERIMENTAL INTERMEDIA</p> <p>FIS 241 Electrónica general FIS 251 Laboratorio Medio I FIS 361 Laboratorio Medio II FIS 364 Laboratorio de Óptica</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Conoce a nivel intermedio las técnicas experimentales que soportan el trabajo científico • Plantea y desarrolla proyectos de pequeña envergadura bajo seguimiento de un investigador • Obtiene e Interpreta resultados experimentales proponiendo modelos empíricos simples • Conoce el procedimiento de elaboración de un reporte científico • Investiga la bibliografía científica con relativa independencia y sintetiza la información técnica de manera coherente • Sabe el manejo instrumental a nivel intermedio
<p>FÍSICA TEÓRICA DE NIVEL DE PROFESIONALIZACIÓN</p> <p>FIS 370 Mecánica Estadística FIS 371 Física Nuclear y de partículas FIS 380 Mecánica Cuántica FIS 381 Física de Estado Sólido</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Interpreta fenómenos naturales con metodologías y herramientas avanzadas • Conoce y aplica los formalismos de la mecánica estadística tanto Clásica como Cuántica estableciendo con criterio sus límites de validez • Conoce los fundamentos de la mecánica estadística e

	<p>interpreta el comportamiento físico de sistemas de muchos cuerpos discriminando de manera adecuada las funciones de distribución que los describen</p> <ul style="list-style-type: none"> • Aplica los métodos de la mecánica estadística a la interpretación de problemas relacionados con sistemas de gran número de partículas aún cuando estos sistemas no sea físicos (por ejemplo sistemas sociales o económicos) • Conoce los fundamentos de la Física Nuclear, los procesos de decaimiento radioactivo y sus aplicaciones en la ciencia y la tecnología • Conoce las aplicaciones de la radioactividad y las bases científico-técnicas de la protección ante radiaciones ionizantes • Conoce la física de estado sólido como base de muchos trabajos de aplicación tecnológica, como ser fabricación de nuevos materiales, investigación en materiales conductores, semiconductores, películas delgadas, superconductores, materiales magnéticos y no magnéticos, etc. así como en mineralogía y metalurgia • Conoce y valora los formalismos de la mecánica cuántica como base para el desarrollo de la ciencia y la tecnología actuales • Maneja terminología científico tecnológica apropiadamente e interactúa con grupos de investigación estables de manera activa • Afronta de manera independiente trabajos de investigación acordes con su nivel de formación
<p>FÍSICA EXPERIMENTAL DE NIVEL DE PROFESIONALIZACIÓN FIS 372 Laboratorio Avanzado</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Conoce las técnicas experimentales que soportan el trabajo científico • Plantea y desarrolla proyectos de investigación bajo seguimiento de un investigador o de manera independiente • Obtiene e Interpreta resultados experimentales proponiendo modelos empíricos elaborados y a través de simulaciones por computadora • Conoce el procedimiento de elaboración de un reporte científico • Investiga la bibliografía científica de manea independiente y sintetiza la información técnica con solvencia • Conoce la instrumentación a nivel avanzado
<p>MATERIAS ELECTIVAS AREA DE ELECTRÓNICA</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Conoce y aplica los fundamentos de la electrónica lineal, no lineal y microprocesadores tanto a nivel teórico como experimental • Investiga en temas relacionados con la electrónica dando respuesta a problemas reales del nivel adecuado
<p>MATERIAS ELECTIVAS AREA DE CIENCIA DE MATERIALES</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Conoce y aplica los fundamentos de la ciencia de materiales en la solución de problemas reales • Conoce las técnicas de ensayos destructivos y no destructivos apropiadas para realizar trabajos de control de calidad en materiales • Investiga en temas relacionados con la ciencia de materiales dando respuesta a problemas reales del nivel

	adecuado
MATERIAS ELECTIVAS AREA DE FÍSICA TEÓRICA	<ul style="list-style-type: none"> • Conoce diferentes tópicos de física teórica como ser relatividad general, astrofísica, rayos cósmicos, matemática aplicada, etc. y encara proyectos de investigación en estas áreas
MATERIAS ELECTIVAS AREA DE GEOFÍSICA	<ul style="list-style-type: none"> • Conoce e Investiga en temas relacionados con la geofísica dando respuesta a problemas reales del nivel adecuado • Encara trabajos de prospección geoelectrica y geomagnética • Interpreta críticamente fenómenos terrestres como cambios globales, el niño, tectónica de placas, y otros
MATERIAS ELECTIVAS AREA DE FÍSICA DE LA ATMÓSFERA	<ul style="list-style-type: none"> • Conoce e Investiga en temas relacionados con la física de la atmósfera dando respuesta a problemas reales del nivel adecuado • Encara trabajos de monitoreo de contaminantes, meteorología en general, radiación solar global y ultravioleta, etc • Interpreta críticamente fenómenos como incremento en los índices de radiación ultravioleta, etc.
MATERIAS DE APOYO AL PROYECTO DE GRADO FIS 382 Seminario	<ul style="list-style-type: none"> • Conoce las técnicas y metodologías para abordar trabajos de investigación científica • Investiga de manera independiente y da respuesta de manera sistemática y adecuada a un problema científico-tecnológico planteado

3.9 CONTENIDOS MÍNIMOS

Los contenidos mínimos en cada asignatura indican los temas que deben ser necesariamente cubiertos durante un curso regular, aunque el énfasis en cada uno de ellos dependerá del criterio del docente en uso de su libertad de cátedra (ver Estatuto Orgánico de la Universidad Boliviana). El NIVEL citado se refiere al texto cuyos problemas (sin asterisco) determinan los niveles de dificultad máximo y mínimo esperados en prácticas y exámenes. El catedrático puede especificar bibliografía adicional para el curso destinada a ilustrar o enriquecer sus exposiciones manteniendo, sin embargo, niveles de dificultad equivalentes a los del texto base en los ejercicios y pruebas.

3.9.1 ASIGNATURAS DEL CICLO BÁSICO

IDENTIFICACIÓN	
Asignatura:	FÍSICA I
Sigla:	FIS 110
Área Curricular:	Mecánica
Modalidad:	Semestral
Nivel semestral:	Primer semestre, ciclo básico
Horas teóricas:	4 horas por semana en dos sesiones
Horas prácticas:	2 horas por semana en una sesión
Requisitos formales:	---
OBJETIVOS GENERALES	
La materia de Física I, como materia inicial del área, tiene por objetivo dotar al alumno de las bases conceptuales y metodológicas de la Mecánica Clásica al nivel correspondiente. El estudiante, a lo largo del curso, debe reconocer y aplicar las ideas básicas en que se asienta la Física tales como las leyes de Newton y las leyes de conservación. Debe entender de manera clara tales ideas y ser capaz de adaptarlas para resolver problemas concretos. Al final del curso el estudiante deberá tener un conocimiento sólido de los temas desarrollados ya que son base para incursionar en temas avanzados de física.	
CONTENIDO MÍNIMO	
Vectores – Cinemática – Movimiento Relativo – Dinámica – Trabajo y Energía – Ley de la conservación de la Energía - Colisiones – Dinámica de un sistema de muchas partículas - Dinámica del Cuerpo Rígido – Gravitación	
NIVEL DE LA MATERIA	
Alonso M. y Finn E., <i>FÍSICA (TOMO I)</i> , Addison-Wesley (1995).	

IDENTIFICACIÓN	
Asignatura:	LABORATORIO DE FISICA I
Sigla:	FIS 111
Área Curricular:	Física experimental, Mecánica
Modalidad:	Semestral
Nivel semestral:	Primer semestre, ciclo básico
Horas laboratorio:	4 horas por semana en dos sesiones
Horas prácticas:	2 horas por semana en dos sesiones
Requisitos formales:	---
OBJETIVOS GENERALES	
Dotación de los conocimientos básicos sobre equipos e instrumentos mecánicos, así como técnicas de medidas, tratamiento de errores y determinación de características y comportamiento de materiales. Comprender y analizar algunos fenómenos mecánicos a través del diseño de experimentos y la realización de los mismos. Verificar y obtener leyes experimentales relacionadas con el movimiento.	
CONTENIDO MÍNIMO	
Metrología: Cifras significativas y operaciones – Clasificación y tratamiento de errores – Propagación de errores – Media – Desviación cuadrática media – Error de la media – Distribución normal – Regresión Lineal – Manejo de gráficas. Experimentos sobre medidas de distancias y alturas, volúmenes – Experiencias sobre el área de mecánica.	
NIVEL DE LA MATERIA	
Maiztegui A. P. y Gleiser R. J., <i>INTRODUCCIÓN A LAS MEDICIONES DE LABORATORIO</i> , Ed. Kapelusz, Bs. As. (1980).	

IDENTIFICACIÓN	
Asignatura:	FISICA II
Sigla:	FIS 120
Área Curricular:	Mecánica, termodinámica, ondas
Modalidad:	Semestral
Nivel semestral:	Segundo semestre, ciclo básico
Horas teóricas:	4 horas por semana en dos sesiones
Horas prácticas:	2 horas por semana en una sesión
Requisitos formales:	FIS 110
OBJETIVOS GENERALES	
Iniciar el estudio de algunos conceptos básicos clásicos de la Física que ya no están directamente comprendidos por el esquema newtoniano original para una sola partícula, como ser la estática y la dinámica de fluidos. Se introduce la física de las oscilaciones y ondas en medios elásticos, para lo que se deduce la ecuación de onda. Asimismo, se explican los principios básicos de la termodinámica, partiendo de supuestos independientes del programa newtoniano de la mecánica clásica. Se introduce al estudiante en el estudio de la termodinámica clásica y sus aplicaciones a través de los procesos térmicos típicos; se interpreta las leyes de la termodinámica, poniendo especial atención a la segunda ley y el concepto de entropía.	
CONTENIDO MÍNIMO	
Fluidos: Hidrostática – Hidrodinámica – Tensión Superficial - Teoría Cinética de los Gases – Termodinámica – Leyes de la Termodinámica – Elasticidad – Movimiento Oscilatorio – Ondas en Medios Elásticos – Ondas Sonoras.	
NIVEL DE LA MATERIA	
Halliday D. y Resnick R., <i>FÍSICA (Tomo 1)</i> , Compañía Editorial Continental S.A. (1997).	

IDENTIFICACIÓN	
Asignatura:	LABORATORIO DE FISICA II
Sigla:	FIS 121
Área Curricular:	Física experimental, termodinámica
Modalidad:	Semestral
Nivel semestral:	Segundo semestre, ciclo básico
Horas laboratorio:	4 horas por semana en una sesión
Horas prácticas:	2 horas por semana en una sesión
Requisitos formales:	FIS 111
OBJETIVOS GENERALES	
<p>Utilizar la teoría y propagación de errores y el ajuste de curvas mediante regresión lineal, para analizar, obtener resultados y extraer conclusiones de datos obtenidos experimentalmente. Conocer y familiarizarse con el uso de equipos e instrumentos hídricos, térmicos y eléctricos de laboratorio. Comprender y analizar algunos fenómenos hidromecánicos, térmicos y eléctricos a través del diseño de experimentos y la realización de los mismos. Verificar y obtener leyes experimentales relacionadas con mecánica de fluidos, termodinámica y ondas.</p>	
CONTENIDO MÍNIMO	
<p>Teoría de errores - Propagación de errores – Gráficas y regresión Lineal – Regresión logarítmica, exponencial, de potencias y polinómica – Experimentos sobre Mecánica de los fluidos, Movimiento ondulatorio, Teoría Cinética de los Gases y Termodinámica.</p>	
NIVEL DE LA MATERIA	
<p>Maiztegui A. P. y Gleiser R. J., <i>INTRODUCCIÓN A LAS MEDICIONES DE LABORATORIO</i>, Ed. Kapelusz Bs. As. (1980).</p>	

IDENTIFICACIÓN	
Asignatura:	FISICA III
Sigla:	FIS 130
Área Curricular:	Electromagnetismo
Modalidad:	Semestral
Nivel semestral:	Tercer semestre, ciclo básico
Horas teóricas:	4 horas por semana en dos sesiones
Horas prácticas:	2 horas por semana en una sesión
Requisitos formales:	FIS 120
OBJETIVOS GENERALES	
<p>Iniciar el estudio de los fenómenos eléctricos y magnéticos en general, tanto en el vacío como en la materia. El curso se desarrolla siguiendo un orden histórico en el desarrollo de los conceptos fundamentales, comenzando por el fenómeno de la atracción y repulsión de cargas eléctricas, hasta el concepto de ondas electromagnéticas que se propagan en el vacío. Se busca dar énfasis a la relación física entre los campos eléctricos y magnéticos, particularmente en el fenómeno de la inducción electromagnética. Se buscará que al finalizar el curso el estudiante sea capaz de:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Enunciar correctamente, en lenguaje formal y matemático, los nuevos conceptos eléctricos y magnéticos, sus propiedades y significado. - Resolver una variedad de problemas relacionados con fenómenos eléctricos y magnéticos. - Dominar el álgebra y cálculo vectorial a través del desarrollo teórico y problémico del electromagnetismo. 	
CONTENIDO MÍNIMO	
<p>Electrostática – Campo Eléctrico – Ley de Gauss – Dieléctricos – Corriente Eléctrica – Ley de Ohm – Circuitos de Corriente Continua – Magnetostática – Leyes de Ampere y Faraday – Inductancia – Reactancia – Circuitos de Corriente Alterna – Leyes de Maxwell – Ondas Electromagnéticas</p>	
NIVEL DE LA MATERIA	
<p>Purcell E. M., <i>ELECTRICIDAD Y MAGNETISMO (Berkeley Physics Course, Vol. II)</i> – Edit. Reverté (1968).</p>	

IDENTIFICACIÓN	
Asignatura:	LABORATORIO DE FÍSICA III
Sigla:	FIS 131
Área Curricular:	Física experimental, Electromagnetismo
Modalidad:	Semestral
Nivel semestral:	Tercer semestre, ciclo básico
Horas Laboratorio:	4 horas por semana en una sesión
Horas prácticas:	2 horas por semana en una sesión
Requisitos formales:	FIS 121
OBJETIVOS GENERALES	
Utilizar la teoría y propagación de errores y el ajuste de curvas mediante regresión lineal, para analizar, obtener resultados y extraer conclusiones de datos obtenidos experimentalmente. Conocer y familiarizarse con el uso de equipos e instrumentos electrónicos de laboratorio para obtener cantidades eléctricas y magnéticas. Comprender y analizar algunos fenómenos electromagnéticos a través del diseño de experimentos y la realización de los mismos. Verificar y obtener leyes experimentales relacionadas con el electromagnetismo.	
CONTENIDO MÍNIMO	
Tratamiento de datos: Repaso general de la teoría de errores – Instrumentación – Diseño de experiencias: criterios y métodos – Distribuciones estadísticas y sus aplicaciones – regresión múltiple – Experiencias sobre: Campo y Potencial Eléctricos – Carga y Descarga de Capacitores - Proyectos de Electrostática - Circuitos Eléctricos – Magnetostática - Circuito RLC - Proyectos de Electromagnetismo	
NIVEL DE LA MATERIA	
<i>NUFFIELD PHYSICS, Guide to Experiments, The Nuffield Foundations – London (1967).</i>	

IDENTIFICACIÓN	
Asignatura:	MÉTODOS MATEMÁTICOS I
Sigla:	FIS 132
Área Curricular:	Materia de apoyo
Modalidad:	Semestral
Nivel semestral:	Tercer semestre, ciclo básico
Horas teóricas:	4 horas por semana en dos sesiones
Horas prácticas:	2 horas por semana en una sesión
Requisitos formales:	MAT 122
OBJETIVOS GENERALES	
Introducir al estudiante al manejo de los principales temas del cálculo vectorial aplicados a la física y también al manejo del álgebra tensorial. Al finalizar la materia, el estudiante será capaz de: <ul style="list-style-type: none"> - Comprender la importancia del análisis vectorial y tensorial para el desarrollo de tópicos esenciales de la Física. - Enunciar correctamente los nuevos conceptos vectoriales y tensoriales , sus propiedades, su significado y su potencial aplicación física - Aplicar la herramienta del análisis vectorial y tensorial a la solución de problemas en geometría, electrodinámica y electrostática, mecánica e hidrodinámica; dentro de un nivel de profundidad coherente con los conocimientos previos en las mencionadas áreas. 	
CONTENIDO MÍNIMO	
Algebra de Vectores - Cálculo Diferencial de Vectores – Coordenadas Curvilíneas –Integración - Aplicaciones a la Física - Análisis Tensorial.	
NIVEL DE LA MATERIA	
Lass H., <i>ANALISIS VECTORIAL Y TENSORIAL</i> , Compañía Editorial Continental (1969).	

3.9.2 ASIGNATURAS DEL CICLO DE FORMACIÓN

IDENTIFICACIÓN	
Asignatura:	MECÁNICA CLÁSICA
Sigla:	FIS 240
Área Curricular:	Mecánica
Modalidad:	Semestral
Nivel semestral:	Cuarto semestre, ciclo de formación
Horas teóricas:	4 horas por semana en dos sesiones
Horas prácticas:	2 horas por semana en una sesión
Requisitos formales:	FIS 130, MAT 132
OBJETIVOS GENERALES	
Brindar los elementos necesarios para el estudio de la mecánica clásica y sus aplicaciones desarrollando las formulaciones de Newton, Lagrange y Hamilton. Se busca dar igual importancia a los aspectos teórico y práctico; en consecuencia se debe acompañar la teoría con una serie de problemas y ejemplos, los cuales son necesarios para la asimilación de los conceptos físicos y para la adquisición por parte del alumno de habilidad en la solución de problemas.	
CONTENIDO MÍNIMO	
Dinámica de una partícula – Dinámica general – Teoremas de Conservación - Grados de Libertad, Trabajos Virtuales - El cálculo variacional y las ecuaciones de la dinámica – Formalismos de Lagrange y de Hamilton - El cuerpo rígido - La ecuación de Hamilton-Jacobi - Tópicos especiales.	
NIVEL DE LA MATERIA	
Symon K. R., <i>MECÁNICA</i> , Ed. Aguilar Madrid (1977).	

IDENTIFICACIÓN	
Asignatura:	ELECTRÓNICA GENERAL
Sigla:	FIS 241
Área Curricular:	Física experimental, electromagnetismo
Modalidad:	Semestral
Nivel semestral:	Cuarto semestre, ciclo de formación
Horas teóricas:	4 horas por semana en dos sesiones
Horas prácticas:	2 horas por semana en una sesión
Horas laboratorio:	3 horas por semana en una sesión
Requisitos formales:	FIS 130, FIS 131
OBJETIVOS GENERALES	
Estudiar la electrónica básica acorde al avance científico para el desenvolvimiento del profesional del físico. Identificar los componentes electrónicos en diferentes circuitos para analizar el comportamiento fenomenológico de los mismos.	
CONTENIDO MÍNIMO	
Definiciones y Elementos de Circuitos – Circuitos Eléctricos – El Transistor - El Transistor como Amplificador - El Amplificador Operacional – Osciladores - Osciladores Discretos - Flip/Flop (Digital) - Registros y Contadores	
NIVEL DE LA MATERIA	
Millman y Halkias, <i>DISPOSITIVOS Y CIRCUITOS ELECTRÓNICOS</i> , Madrid: Ediciones Pirámide, 9a. Edición (1980).	

IDENTIFICACIÓN	
Asignatura:	MÉTODOS MATEMÁTICOS II
Sigla:	FIS 242
Área Curricular:	Materia de apoyo
Modalidad:	Semestral
Nivel semestral:	Cuarto semestre, ciclo de formación
Horas teóricas:	4 horas por semana en dos sesiones
Horas prácticas:	2 horas por semana en una sesión
Requisitos formales:	FIS 132 – MAT 132
OBJETIVOS GENERALES	
El objetivo que se persigue con esta materia, es dotar al alumno de las herramientas matemáticas de uso frecuente en física necesarias para que pueda incursionar en materias avanzadas de la Carrera, así como en Trabajos de Investigación. Al final del curso el estudiante deberá ser capaz de reconocer, clasificar y resolver las ecuaciones diferenciales que se resuelven mediante funciones especiales.	
CONTENIDO MÍNIMO	
Función Gamma y función Beta - Ecuaciones diferenciales de segundo orden - Teoría de Sturm-Liouville. Funciones ortogonales - Funciones de Legendre - Funciones de Bessel - Funciones Especiales.	
NIVEL DE LA MATERIA	
Arfken G. B. y Weber H. J., <i>MATHEMATICAL METHODS FOR PHYSICISTS</i> , Academic Press (1995).	

IDENTIFICACIÓN	
Asignatura:	CÁLCULO NUMÉRICO Y PROGRAMACIÓN
Sigla:	FIS 243
Área Curricular:	Materia de apoyo
Modalidad:	Semestral
Nivel semestral:	Cuarto semestre, ciclo de formación
Horas teóricas:	4 horas por semana en dos sesiones
Horas prácticas:	2 horas por semana en una sesión
Requisitos formales:	MAT 132, MAT 121
OBJETIVOS GENERALES	
Introducir a los estudiantes a resolver problemas de álgebra y cálculo usando técnicas y métodos numéricos. Con el objetivo de desarrollar aplicaciones de los métodos numéricos se desarrollan algoritmos que sean posibles de implementarlos en un lenguaje de programación (por ejemplo el lenguaje C).	
CONTENIDO MÍNIMO	
Computación y Programación - Raíces de Ecuaciones Algebraicas Trascendentes - Sistema de Ecuaciones Lineales – Aproximación Polinomial - Diferenciación e Integración Numéricas – Ecuaciones Diferenciales Ordinarias – Simulación	
NIVEL DE LA MATERIA	
Luthe, Olivera y Shulz, <i>MÉTODOS NUMÉRICOS</i> , Ed. Limusa (1980).	

IDENTIFICACIÓN	
Asignatura:	FÍSICA MODERNA I
Sigla:	FIS 250
Área Curricular:	Física moderna
Modalidad:	Semestral
Nivel semestral:	Quinto semestre, ciclo de formación
Horas teóricas:	4 horas por semana en dos sesiones
Horas prácticas:	2 horas por semana en una sesión
Requisitos formales:	FIS 240, MAT 132
OBJETIVOS GENERALES	
<p>Iniciar el estudio de las dos grandes ramas de la física moderna: la teoría de la relatividad y la teoría cuántica. A diferencia de las teorías clásicas (mecánica, termodinámica, electromagnetismo) en la física moderna se revisa críticamente dos supuestos fundamentales de las teorías clásicas: el carácter absoluto de las mediciones temporales y el carácter continuo de la energía radiante. El primer caso dará pie a la deducción de las transformaciones de Lorentz y todas sus consecuencias; el segundo caso estará relacionado con el concepto de "cuanto" de energía.</p>	
CONTENIDO MÍNIMO	
<p>Teoría Especial de la Relatividad - Dinámica Relativista - Cuantización de la Energía - Naturaleza Corpuscular de la Radiación - Naturaleza Ondulatoria de las Partículas - Teoría Cuántica del Átomo - La Ecuación de Schrödinger - Fundamentos de la Mecánica Cuántica – Pozo y Barreras de Potencial – Átomo de Hidrógeno.</p>	
NIVEL DE LA MATERIA	
<p>Eisberg R. M. y Resnick R., <i>FÍSICA CUÁNTICA</i>, Ed. Limusa, (1978).</p>	

IDENTIFICACIÓN	
Asignatura:	LABORATORIO MEDIO I
Sigla:	FIS 251
Área Curricular:	Física experimental, física moderna
Modalidad:	Semestral
Nivel semestral:	Quinto semestre, ciclo de formación
Horas laboratorio:	6 horas por semana en una o dos sesiones
Horas prácticas:	3 horas por semana en una sesión
Requisitos formales:	FIS 241
OBJETIVOS GENERALES	
<p>Familiarizar al alumno con experimentos típicos de la física moderna. Profundizar en lo referente a la redacción y formato de los reportes científicos. Complementar el aprendizaje de las materias de física moderna. Proporcionar al estudiante diversas técnicas experimentales incluyendo instrumentación del nivel apropiado.</p>	
CONTENIDO MÍNIMO	
<p>Experimentos sobre Física Atómica: La Distribución Normal - Determinación de la relación carga/masa del Electrón - Medida de la Tensión Superficial - Efecto Fotoeléctrico (determinación de la constante de Planck) – Difracción Acústica - Experimento de la gota de aceite de Millikan - Proyecto personal.</p>	
NIVEL DE LA MATERIA	
<p>Melissinos, <i>EXPERIMENTS IN MODERN PHYSICS</i>, Academic Press (1956).</p>	

IDENTIFICACIÓN	
Asignatura:	MÉTODOS MATEMÁTICOS III
Sigla:	FIS 252
Área Curricular:	Materia de apoyo
Modalidad:	Semestral
Nivel semestral:	Quinto semestre, ciclo de formación
Horas teóricas:	4 horas por semana en dos sesiones
Horas prácticas:	2 horas por semana en una sesión
Requisitos formales:	MAT 242
OBJETIVOS GENERALES	
Proporcionar las herramientas metodológicas y formales necesarias para la resolución de ecuaciones diferenciales e integrales usando series de Fourier, transformadas integrales y funciones de Green. Se da énfasis a las aplicaciones en Física.	
CONTENIDO MÍNIMO	
Series de Fourier - Transformadas de Fourier - La representación Conforme: Cauchy – Riemann - La transformación de Laplace – Funciones de Green	
NIVEL DE LA MATERIA	
Mathews y Walker, <i>MATHEMATICAL METHODS OF PHYSICS</i> , AW press (1973).	

IDENTIFICACIÓN	
Asignatura:	ELECTROMAGNETISMO
Sigla:	FIS 253
Área Curricular:	Electromagnetismo
Modalidad:	Semestral
Nivel semestral:	Quinto semestre, ciclo de formación
Horas teóricas:	4 horas por semana en dos sesiones
Horas prácticas:	2 horas por semana en una sesión
Requisitos formales:	FIS 240, FIS 242
OBJETIVOS GENERALES	
Desarrollar de manera formal la teoría del electromagnetismo utilizando herramientas matemáticas y metodológicas de alto nivel. Profundizar en el concepto de campo electromagnético, su formalismo y sus aplicaciones.	
CONTENIDO MÍNIMO	
Análisis Vectorial – Electrostática - Resolución de Problemas Electrostáticos - Dieléctricos - Energía Electrostática - Corriente Eléctrica - Inducción Magnética - Inducción Electromagnética - Ecuaciones de Maxwell – Ondas Electromagnéticas – Electromagnetismo y Relatividad Especial.	
NIVEL DE LA MATERIA	
Reitz J. R., Milford F. J. y Christy R. W., <i>FUNDAMENTOS DE LA TEORIA ELECTROMAGNÉTICA</i> , Addison – Wesley Iberoamericana (1996).	

3.9.3 ASIGNATURAS DEL CICLO DE PROFESIONALIZACIÓN

IDENTIFICACIÓN	
Asignatura:	FÍSICA MODERNA II
Sigla:	FIS 360
Área Curricular:	Física moderna
Modalidad:	Semestral
Nivel semestral:	Sexto semestre, ciclo de profesionalización
Horas teóricas:	4 horas por semana en dos sesiones
Horas prácticas:	2 horas por semana en una sesión
Requisitos formales:	FIS 250
OBJETIVOS GENERALES	
<p>Extender las aplicaciones particulares de la Ecuación de Schrodinger, vistas en FIS 250, a problemas relevantes en tres dimensiones: átomo de hidrógeno, átomo de helio, moléculas simples y átomos multielectrónicos, donde se introducirá el concepto de fuerzas de intercambio asociadas al principio de exclusión de Pauli. Como una aplicación muy importante se dicho principio se estudia los niveles energéticos de sólidos cristalinos y sus propiedades</p>	
CONTENIDO MÍNIMO	
<p>Introducción a la Física Atómica - Momento Angular – Principio de Pauli – Átomos Multielectrónicos – Espectroscopia Atómica - Átomos y Moléculas – Espectros Moleculares – Potencial Periódico – Estructura de Bandas.</p>	
NIVEL DE LA MATERIA	
<p>Eisberg R. M. y Resnick R., <i>FÍSICA CUÁNTICA</i>, Ed. Limusa (1978).</p>	

IDENTIFICACIÓN	
Asignatura:	LABORATORIO MEDIO II
Sigla:	FIS 361
Área Curricular:	Física experimental, física moderna
Modalidad:	Semestral
Nivel semestral:	Sexto semestre, ciclo de profesionalización
Horas laboratorio:	6 horas por semana en una o dos sesiones
Horas prácticas:	3 horas por semana en una sesión
Requisitos formales:	FIS 251
OBJETIVOS GENERALES	
<p>Desarrollar experimentos típicos de la física moderna haciendo énfasis en las técnicas experimentales acordes al nivel del curso. Profundizar la exigencia en cuanto a la redacción y formato de los reportes científicos. Complementar el aprendizaje de las materias de física moderna. Proporcionar al estudiante técnicas experimentales incluyendo instrumentación del nivel apropiado.</p>	
CONTENIDO MÍNIMO	
<p>Experimentos sobre Física Atómica y Molecular: Tratamiento de Datos – Medida de la velocidad de la Luz - Experimento de Franck Hertz – Rayos X – Espectrometría – Proyecto personal.</p>	
NIVEL DE LA MATERIA	
<p>Melissinos, <i>EXPERIMENTS IN MODERN PHYSICS</i>, Academic Press (1956).</p>	

IDENTIFICACIÓN	
Asignatura:	TERMODINÁMICA
Sigla:	FIS 362
Área Curricular:	Termodinámica
Modalidad:	Semestral
Nivel semestral:	Sexto semestre, ciclo de profesionalización
Horas teóricas:	4 horas por semana en dos sesiones
Horas prácticas:	2 horas por semana en una sesión
Requisitos formales:	FIS 250, MAT 242
OBJETIVOS GENERALES	
Proporcionar a los estudiantes las bases conceptuales, el desarrollo teórico y aplicaciones principales de los fenómenos térmicos. Se estudia la termodinámica tanto desde el punto de vista fenomenológico como formal introduciendo conceptos elementales de mecánica estadística.	
CONTENIDO MÍNIMO	
Espacio de Fases – Distribuciones estadísticas: Microcanónica, Canónica y Macrocanónica – Termodinámica estadística: Las Leyes de la Termodinámica – Sistemas Termodinámicos – Capacidad Calorífica de Gases y Sólidos – Gases Ideal y Real – Equilibrios de Fase – Cristales.	
NIVEL DE LA MATERIA	
Mandl F., <i>FÍSICA ESTADÍSTICA</i> , Addison – Wesley (1986).	

IDENTIFICACIÓN	
Asignatura:	ÓPTICA
Sigla:	FIS 363
Área Curricular:	Electromagnetismo
Modalidad:	Semestral
Nivel semestral:	Sexto semestre, ciclo de profesionalización
Horas teóricas:	4 horas por semana en dos sesiones
Horas prácticas:	2 horas por semana en una sesión
Requisitos formales:	FIS 253, FIS 252
OBJETIVOS GENERALES	
Introducir los conceptos generales de la óptica electromagnética y el tratamiento de fenómenos ondulatorios de la óptica clásica. Tópicos de óptica moderna son introducidos a través de proyectos	
CONTENIDO MÍNIMO	
Matemática del Movimiento Ondulatorio – Teoría Electromagnética, Fotones y Luz - Propagación de la Luz - Óptica Geométrica – Superposición de Ondas – Polarización – Interferencia – Difracción - Óptica de Fourier.	
NIVEL DE LA MATERIA	
Hecht y Zajac, <i>OPTICA</i> , Addison – Wesley (1986).	

IDENTIFICACIÓN	
Asignatura:	LABORATORIO DE ÓPTICA
Sigla:	FIS 364
Área Curricular:	Física experimental, física moderna
Modalidad:	Semestral
Nivel semestral:	Sexto semestre, ciclo de profesionalización
Horas laboratorio:	6 horas por semana en una o dos sesiones
Horas prácticas:	3 horas por semana en una sesión
Requisitos formales:	FIS 253 – FIS 251
OBJETIVOS GENERALES	
Introducir a la experimentación de los distintos fenómenos de la óptica geométrica así como también de la óptica física. Aplicar los conceptos teóricos a situaciones físicas concretas.	
CONTENIDO MÍNIMO	
Experimentos sobre: Composición de Ondas – Medidas del Índice de Refracción de Líquidos y Sólidos – Actividad Óptica, manejo del Polarímetro – Interferometría – Lentes de Fresnel – Difracción de Franhoffer – Filtrado Espacial.	
NIVEL DE LA MATERIA	
Hecht y Zajac, <i>OPTICA</i> , Addison – Wesley (1986).	

IDENTIFICACIÓN	
Asignatura:	MECÁNICA ESTADÍSTICA
Sigla:	FIS 370
Área Curricular:	Termodinámica
Modalidad:	Semestral
Nivel semestral:	Séptimo semestre, ciclo de profesionalización
Horas teóricas:	4 horas por semana en dos sesiones
Horas prácticas:	2 horas por semana en una sesión
Requisitos formales:	FIS 362
OBJETIVOS GENERALES	
Proporcionar al estudiante los aspectos más importantes concernientes a la mecánica estadística clásica y cuántica en el equilibrio estudiando sistemas tales como el gas de Boltzmann, el gas de bosones y el gas de fermiones. Se pretende que el estudiante adquiera nociones básicas de temas tales como el modelo de Ising, teoría de renormalización y algunos aspectos de mecánica estadística fuera del equilibrio.	
CONTENIDO MÍNIMO	
Mecánica Estadística Clásica - Ensemble canónico y gran ensemble canónico - Mecánica Estadística Cuántica - Sistemas de Fermi - Sistemas de Bose - Tópicos en Mecánica Estadística.	
NIVEL DE LA MATERIA	
Reif F., <i>FUNDAMENTAL OF STATISTICAL AND THERMAL PHYSICS</i> , McGraw-Hill, N.Y. (1965).	

IDENTIFICACIÓN	
Asignatura:	FÍSICA NUCLEAR Y DE PARTÍCULAS
Sigla:	FIS 371
Área Curricular:	Física nuclear
Modalidad:	Semestral
Nivel semestral:	Séptimo semestre, ciclo de profesionalización
Horas teóricas:	4 horas por semana en dos sesiones
Horas prácticas:	2 horas por semana en una sesión
Requisitos formales:	FIS 360
OBJETIVOS GENERALES	
La materia tiene por objetivo introducir al estudiante en los conceptos fundamentales de la física nuclear y de partículas así como también en las diferentes aplicaciones de esta rama de la física.	
CONTENIDO MÍNIMO	
Conceptos Básicos Nucleares - Estructura Nuclear - Interacciones de la Radiación Nuclear con la Materia – Decaimiento Radioactivo – Reacciones Nucleares - Partículas Elementales	
NIVEL DE LA MATERIA	
Meyerhoff W., <i>ELEMENTS OF NUCLEAR PHYSICS</i> , McGraw Hill Co. (1967).	

IDENTIFICACIÓN	
Asignatura:	LABORATORIO AVANZADO
Sigla:	FIS 372
Área Curricular:	Física experimental, física nuclear
Modalidad:	Semestral
Nivel semestral:	Séptimo semestre, ciclo de profesionalización
Horas laboratorio:	6 horas por semana en una o dos sesiones
Horas prácticas:	3 horas por semana en una sesión
Requisitos formales:	FIS 361
OBJETIVOS GENERALES	
Profundizar el estudio y la aplicación de la teoría de errores, registro de datos y análisis estadísticos especializados mediante la introducción al estudiante a las diferentes áreas de investigación existentes en la Carrera. Desarrollar proyectos individuales y grupales.	
CONTENIDO MÍNIMO	
Experimentos Avanzados de diferentes áreas: Tratamiento de Datos – Física Nuclear – Rayos Cósmicos – Estado Sólido – Otros – Proyecto para la evaluación final.	
NIVEL DE LA MATERIA	
Melissinos, <i>EXPERIMENTS IN MODERN PHYSICS</i> , Academic Press (1956).	

IDENTIFICACIÓN	
Asignatura:	MECÁNICA CUÁNTICA
Sigla:	FIS 380
Área Curricular:	Física moderna
Modalidad:	Semestral
Nivel semestral:	Octavo semestre, ciclo de profesionalización
Horas teóricas:	4 horas por semana en dos sesiones
Horas prácticas:	2 horas por semana en una sesión
Requisitos formales:	FIS 360, FIS 252
OBJETIVOS GENERALES	
Introducir al alumno al estudio de la mecánica cuántica, sus conceptos fundamentales y sus aplicaciones más comunes. Comprender el pensamiento científico a partir de consideraciones filosóficas desde el punto de vista cuántico.	
CONTENIDO MÍNIMO	
Conceptos Básicos de la Mecánica Cuántica – Formalismo de Heisemberg - Evolución Temporal de los Estados Cuánticos – Formalismo General de la Mecánica Cuántica - Oscilador Armónico - Momento Angular - Fuerzas Centrales - Método de Perturbaciones y otros métodos aproximativos - Estructura Atómica– Dispersión.	
NIVEL DE LA MATERIA	
Borowitz S., <i>FUNDAMENTOS DE MECÁNICA CUÁNTICA</i> , Reverté (1973).	

IDENTIFICACIÓN	
Asignatura:	FÍSICA DE ESTADO SÓLIDO
Sigla:	FIS 381
Área Curricular:	Física de estado sólido
Modalidad:	Semestral
Nivel semestral:	Octavo semestre, ciclo de profesionalización
Horas teóricas:	4 horas por semana en dos sesiones
Horas prácticas:	2 horas por semana en una sesión
Requisitos formales:	FIS 360
OBJETIVOS GENERALES	
Dotar al estudiante de los conocimientos básicos necesarios para que pueda incursionar en trabajos de investigación relacionados con la Física de Estado Sólido. Se presenta, por lo tanto, un resumen típico de los principales temas de esta rama de la Física, dando un énfasis especial a las propiedades de transporte eléctrico y térmico. De manera complementaria se tocan tópicos actuales de Física de Estado Sólido, como por ejemplo física de semiconductores, magnetismo, superconductividad, física de superficies, etc., de manera que al finalizar el curso, el alumno maneje el lenguaje técnico y matemático que le permita encarar y resolver problemas relacionados con la física del estado sólido	
CONTENIDO MÍNIMO	
Estructura Cristalina - Difracción de Ondas en Cristales - Interacciones Atómicas - Gas de Electrones - Conductividad Eléctrica – Dieléctricos – Propiedades Mecánicas.	
NIVEL DE LA MATERIA	
Kittel Ch., <i>INTRODUCCIÓN A LA FÍSICA DEL ESTADO SÓLIDO</i> , Ed. Reverté-John Wiley & Sons (1997).	

IDENTIFICACIÓN	
Asignatura:	SEMINARIO
Sigla:	FIS 382
Área Curricular:	Proyecto de Grado
Modalidad:	Semestral
Nivel semestral:	Octavo semestre, ciclo de profesionalización
Horas teóricas:	4 horas por semana en dos sesiones
Horas prácticas:	2 horas por semana en una sesión
Requisitos formales:	SÉPTIMO SEMESTRE
OBJETIVOS GENERALES	
<p>El estudiante para concluir sus estudios de licenciatura deberá elaborar un proyecto de grado. El proyecto de grado es una realización profesional temprana; está pensado para comprometer globalmente las capacidades desarrolladas por el estudiante a lo largo del programa de estudios. El estudiante demuestra haber logrado una condición de relativo desempeño profesional independiente, no sólo en la confección de su proyecto de grado, sino en su presentación y en la descripción de sus alcances.</p>	
CONTENIDO MÍNIMO	
<p>Elaboración de un proyecto de grado: El proyecto podrá cubrir, por ejemplo, un análisis crítico y comparativo de determinada bibliografía, o el estudio de un problema específico propuesto por el tutor.</p>	
NIVEL DE LA MATERIA	
No corresponde	

3.9.4 ASIGNATURAS ELECTIVAS POR MÓDULOS DE CONCENTRACIÓN

Los *planes de materia* completos (*syllabus*) de las asignaturas electivas pertenecientes a los diferentes módulos de concentración (sección 4.7) son presentados por los docentes designados antes del inicio de cada semestre. Bajo la coordinación de la Dirección Académica de la Carrera todos los semestres se ofrecen un determinado número de materias electivas de acuerdo al requerimiento de los grupos de investigación y/o grupos de estudiantes con similares intereses. Las materias electivas listadas para cada módulo, no son exclusivas para la licenciatura más bien, por el contrario, la mayoría son materias de Maestría y Doctorado.

3.10 CONTENIDOS ANALÍTICOS

Los contenidos analíticos son elaborados por los docentes encargados de las asignaturas en cada gestión académica, respetando la libertad de cátedra, pero sobre la base de, y dentro del marco fijado por, los contenidos mínimos aprobados periódicamente en los Congresos de Carrera. El docente debe presentar al inicio de cada gestión su propuesta de contenido analítico como parte de su plan de trabajo.

IV. ESTRUCTURA CURRICULAR DEL POSGRADO EN FÍSICA

4.1. INTRODUCCIÓN

El acelerado ritmo de crecimiento del conocimiento en el campo de la física, las crecientes exigencias del mercado profesional competitivo y las asimetrías establecidas con otros países respecto al nivel de las titulaciones, ponen en evidencia la necesidad de otorgar a los profesionales físicos, formados a nivel de licenciatura, las condiciones para que obtengan un título de posgrado.

La resolución del H. Consejo Universitario de la Universidad Mayor de San Andrés N° 447/04, el antecedente de otras 4 Carreras de la Facultad de Ciencias Puras y Naturales y la decisión de la Carrera de Física adoptada en su II Congreso, abren la posibilidad de implementar en posgrado (en este caso Maestría y Doctorado en Física), como grado terminal en el entendido de que se puede desarrollar un curso de este nivel con los recursos humanos y financieros con que se maneja el pregrado, salvo el pago de colegiaturas y otros valores universitarios que ya han sido definidos con anterioridad para el posgrado. Sin embargo, en la Carrera de Física se considera y sostiene que es completamente posible extender –con el mismo costo y esfuerzo– los servicios del posgrado hasta el nivel doctoral.

En este sentido la propuesta curricular del presente Plan, contempla entre otros aspectos, los siguientes:

- Un Consejo Académico de Posgrado de la Carrera de Física (CAP), responsable del manejo académico administrativo del posgrado (Maestría y Doctorado).
- Administración académica semestral y vencimiento por créditos. La acumulación de los estudios necesarios para la Maestría y Doctorado será controlada, entonces, en unidades de créditos.
- Por el nivel involucrado, se admiten en el programa solamente a quienes poseen título académico universitario de Licenciatura en Física o Bachiller Superior en Física o su equivalente.

4.2. OBJETIVOS

El Posgrado en Física tiene como objetivo final el de otorgar al graduado las condiciones para desarrollar estudios que demuestren el dominio de los instrumentos conceptuales y metodológicos esenciales en su área, calificándolo como investigador y docente de nivel superior.

El Posgrado en Física no tiene un área de concentración definida, éstas serán propuestas por los diferentes grupos de investigación de la Carrera o por docentes del posgrado interesados, en función de los requerimientos para análisis y aprobación del CAP.

4.3. TÍTULOS

El título que otorga la Universidad Mayor de San Andrés, a través de la Carrera de Física, a quienes hayan completado satisfactoriamente los requisitos estipulados en el Programa de Maestría en Física, es el de MAESTRO EN CIENCIAS (M.C.).

Análogamente, el título otorgado a quienes hayan completado satisfactoriamente los requisitos estipulados en el Programa de Doctorado, es el de DOCTOR EN CIENCIAS (D.C.).

4.4. CRÉDITOS

De acuerdo al artículo 29, capítulo VI del Reglamento de Posgrado de la UMSA, cada unidad de crédito corresponde a 40 (cuarenta) horas de actividades programadas presenciales y no presenciales, comprendiendo clases, seminarios, trabajos de laboratorio, estudios individuales, etc.

Para la obtención del título de Maestro en Ciencias, se establece la acumulación de al menos 60 créditos (ver Reglamento de Posgrado de la UMSA), de los cuales, 20 créditos deben completarse en materias, adscribiéndose 40 créditos a la Tesis de grado defendida exitosamente.

La obtención del título de Doctor en Ciencias procede con la acumulación mínima de 100 créditos (ver Reglamento de Posgrado de la UMSA), de los cuales, 30 créditos deben completarse en materias, adscribiéndose 70 créditos a la Tesis de grado defendida exitosamente.

4.5. PENSUM DEL POSGRADO EN FÍSICA

4.5.1. GRUPO DE MATERIAS TRONCALES

Las materias troncales del posgrado en física son aquellas asignaturas con un alto nivel de exigencia, que tocan nuevamente los temas centrales de la física sin limitaciones de rigurosidad en los órdenes conceptuales y matemáticos. Estas materias buscan de manera definitiva otorgar un nivel de especialización mucho más allá de lo asimilado en el pregrado.

SIGLA	NOMBRE DE LA MATERIA	CRÉDITOS
FIS 406	MECÁNICA ANALITICA	4
FIS 407	ELECTROMAGNETISMO I	4
FIS 409	MECÁNICA CUÁNTICA I	4
FIS 501	MECÁNICA ESTADÍSTICA I	4

De los 20 créditos que el maestrante deberá completar en materias, 2 asignaturas del grupo de materias troncales son obligatorias.

Para los doctorantes, son obligatorias las 4 asignaturas troncales.

Los contenidos mínimos y el nivel de las materias troncales son los siguientes:

MECÁNICA ANALÍTICA: Conceptos fundamentales. Principios variacionales y ecuaciones de Lagrange. Fuerzas centrales. Cuerpo rígido. Formalismo hamiltoniano. Transformaciones canónicas. Teoría de Hamilton-Jacobi. Formalismo lagrangiano y hamiltoniano de sistemas continuos y campos. Teoría especial de la relatividad. Tópicos especiales.

Texto de nivel: "Classical Mechanics", H. Goldstein (Addison-Wesley, 1966).

ELECTROMAGNETISMO I: Conceptos fundamentales. Electrostática y magnetostática en el vacío y en la materia. Ecuaciones de Maxwell. Campos electromagnéticos. Propagación de ondas. Sistemas radiativos, dispersión y difracción. Teoría especial de la relatividad. Dinámica relativista de partículas y campos. Radiación de cargas en movimiento. Tópicos especiales.

Texto de nivel: "Classical Electrodynamics", J. D. Jackson (Wiley, 1962).

MECÁNICA CUÁNTICA I: Conceptos fundamentales. Formalismo de Dirac: operadores y conmutadores. Dinámica cuántica. Propagadores, integrales de camino y transformaciones de calibre. Momentum angular. Simetría. Métodos aproximados. Partículas idénticas. Teoría de la dispersión. Tópicos especiales.

Textos de nivel: "Modern Quantum Mechanics", J. Sakurai (Addison-Wesley, 1994); "Quantum Mechanics", C. Cohen-Tannoudji (Wiley, 1977)

MECÁNICA ESTADÍSTICA I: Generalidades. Conjuntos clásicos: ecuación de Liouville. Conjuntos cuánticos: la ecuación de von Neumann. Soluciones en el equilibrio de la ecuación de Liouville. Conjuntos microcanónico, canónico, gran canónico e isóbaro-isotérmico. Conexión entre Mecánica Estadística y Termodinámica. Equivalencia de los conjuntos de equilibrio. Fluctuaciones. Límite termodinámico. Gas de Boltzmann. Sistemas ideales de bosones y fermiones. Sistemas ideales de fermiones y bosones degenerados. Irreversibilidad y producción de entropía. Sistemas magnéticos ideales. Paramagnetismo. Teoría del campo medio. Ferromagnetismo. Transiciones de fase. Modelo de Ising en una y dos dimensiones. Introducción a la Mecánica Estadística del No Equilibrio.

Textos de nivel: "Statistical Mechanics", K. Huang (Wiley, 1980). "A modern course in statistical physics", L. E. Reichl (Wiley, 2001).

4.5.2. MATERIAS ELECTIVAS

Las materias electivas sirven para complementar la formación en una línea de investigación determinada, siendo recomendable aquella en la que desarrolla el trabajo de tesis. Todas las materias listadas en los módulos de concentración (ver sección 4.7), marcadas con siglas de nivel 400 y 500, son consideradas materias electivas de posgrado. La oferta de materias en un determinado semestre depende de la planificación del CAP en función de las líneas de investigación que estén en franca producción de conocimiento.

4.5.3. LA TESIS DE POSGRADO

Para la obtención del título de Maestro en Ciencias se exige la presentación de una Tesis Magistral basada sobre el trabajo de investigación desarrollado por el candidato. La defensa de la tesis de Maestría será realizada en el plazo máximo de 4 (cuatro) años contando a partir de la primera inscripción. Después de que el CAP declare “exitosa” a la defensa de tesis, se asignarán 40 (cuarenta) créditos. La defensa de la tesis de Maestría solamente podrá ser realizada después de un año de la fecha de la primera matrícula y después de completados los créditos en materias y demás requisitos.

Para la obtención del título de Doctor en Ciencias se exige la presentación de una Tesis Doctoral que refleja el trabajo de investigación independiente y original del candidato -avalada por al menos una publicación en revista científica especializada internacional (ISI)-. La defensa de la tesis de Doctorado será realizada en el plazo máximo de 6 (seis) años contando a partir de la inscripción al curso. Después de la homologación como exitosa de la defensa de la tesis por el CAP, se asignarán 70 (setenta) créditos. La defensa podrá ser realizada sólo después de dos años desde la primera matrícula y después de completados los créditos en materias y demás requisitos.

4.6. PLAN DEL POSGRADO

El plan de maestría es sumamente flexible y permite al maestrante la libertad de poder escoger la mejor distribución de materias en cada semestre. Se debe tomar en cuenta, sin embargo, los límites de tiempo establecidos. El número total de créditos en materias (20) debe ser completado en un máximo de 2 años a partir de la primera matrícula.

Como un modelo de programación, podría tomarse, por ejemplo, el siguiente:

PLAN DE MAESTRÍA EN FÍSICA (modelo)

PRIMER SEMESTRE					
	MATERIA GRUPO TRONCALES		4	2	-
	MATERIA GRUPO TRONCALES		4	2	-
	MATERIA ELECTIVA				
SEGUNDO SEMESTRE					
	MATERIA ELECTIVA				
	MATERIA ELECTIVA				
	TESIS DE MAESTRÍA		4	20	-
TERCER SEMESTRE					
	TESIS DE MAESTRÍA		4	20	-
CUARTO SEMESTRE					
	TESIS DE MAESTRÍA		4	20	-

En el caso del doctorado, dentro de los plazos fijados, se podrá elegir una distribución conveniente a las necesidades del plan personal. El número total de créditos en materias (30) debe ser completado en un máximo de 3 años a partir de la primera matrícula.

El modelo de programación, es ahora, por ejemplo, el siguiente:

PLAN DE DOCTORADO EN FÍSICA (modelo)

PRIMER SEMESTRE					
	MATERIA TRONCAL		4	2	-
	MATERIA TRONCAL		4	2	-
	MATERIA ELECTIVA				
SEGUNDO SEMESTRE					
	MATERIA TRONCAL		4	2	-
	MATERIA TRONCAL		4	2	-
	MATERIA ELECTIVA				
	TESIS DE DOCTORADO		4	20	-
TERCER SEMESTRE					
	MATERIA ELECTIVA				
	TESIS DE DOCTORADO		4	20	-
CUARTO SEMESTRE					
	MATERIA ELECTIVA				
	TESIS DE DOCTORADO		4	20	-
QUINTO SEMESTRE					
	TESIS DE DOCTORADO		4	20	-
SEXTO SEMESTRE					
	TESIS DE DOCTORADO		4	20	-

La parte curricular del doctorado incluye, finalmente, al Examen de Calificación cuyo contenido es el de las cuatro asignaturas troncales del programa posgradual.

4.7. MÓDULOS DE CONCENTRACIÓN

Los *planes de materia* completos (*syllabus*) de las asignaturas electivas pertenecientes a los diferentes módulos de concentración son presentados por los docentes designados antes del inicio de cada semestre. Bajo la coordinación del CAP todos los semestres se ofrecen un determinado número de materias electivas de acuerdo al requerimiento de los grupos de investigación y/o grupos de estudiantes con similares intereses. Las materias electivas listadas para cada módulo, son en su mayoría de Maestría y Doctorado, pero también contemplan materias para la licenciatura.

4.7.1 ASIGNATURAS DEL MÓDULO DE CONCENTRACIÓN EN FÍSICA MÉDICA

MODULO DE CONCENTRACIÓN EN FÍSICA MÉDICA					
FIS 460	FÍSICA DE RADIACIONES Y DOSIMETRÍA		4	2	-
FIS 461	SEGURIDAD Y PROTECCIÓN RADIOLÓGICA		4	2	3
FIS 462	FÍSICA DE LA RADIOBIOLOGÍA		4	2	-
FIS 463	FÍSICA DE LA RADIOTERAPIA		4	2	-
FIS 464	MEDICINA NUCLEAR		4	-	12
FIS 465	RESONANCIA MAGNÉTICA NUCLEAR		4	2	-
FIS 466	PROCESAMIENTO DE IMÁGENES		4	2	-
FIS 467	ULTRASONIDO		4	2	-
FIS 468	LASERES Y RADIACIÓN ULTRAVIOLETA		4	2	-
FIS 469	TÓPICOS AVANZADOS EN FÍSICA MEDICA I		4	2	-
FIS 560	TÓPICOS AVANZADOS EN FÍSICA MEDICA II		4	2	-

4.7.2 ASIGNATURAS DEL MÓDULO DE CONCENTRACIÓN EN ENERGÍAS ALTERNATIVAS

MODULO DE CONCENTRACIÓN EN ENERGÍAS ALTERNATIVAS					
FIS 470	ASPECTOS GLOBALES DE LA ENERGÍA Y RECURSOS ENERGÉTICOS		4	2	-
FIS 471	ENERGÍA EÓLICA		4	2	-
FIS 472	ENERGÍA SOLAR TÉRMICA		4	2	-
FIS 473	ENERGÍA SOLAR FOTOVOLTAICA		4	2	-
FIS 474	ENERGÍA HIDRAÚLICA		4	2	-
FIS 475	ENERGÍA GEOTÉRMICA		4	2	-
FIS 476	ENERGÍA DE LA BIOMASA Y RESIDUOS SÓLIDOS URBANOS		4	2	-

4.7.3 ASIGNATURAS DEL MÓDULO DE CONCENTRACIÓN EN ELECTRÓNICA

MODULO DE CONCENTRACIÓN EN ELECTRÓNICA					
FIS 320	ANÁLISIS DE REDES	FIS130,MAT121	4	2	-
FIS 321	ELECTRÓNICA LINEAL	FIS320	4	2	-
FIS 322	ELECTRÓNICA NO LINEAL	FIS321	4	2	-
FIS 323	TÓPICOS ESPECIALES DE ELECTRÓNICA I		4	2	-
FIS 324	TÓPICOS ESPECIALES DE ELECTRÓNICA II		4	2	-
FIS 325	TÓPICOS ESPECIALES DE ELECTRÓNICA III		4	2	-
FIS 420	MICROPROCESADORES	FIS322	4	2	-
FIS 421	SISTEMAS DE CONTROL I	FIS322	4	2	-
FIS 422	SISTEMAS DE CONTROL II	FIS420,FIS421	4	2	-
FIS 423	TÓPICOS AVANZADOS DE ELECTRÓNICA		4	2	-

4.7.4 ASIGNATURAS DEL MÓDULO DE CONCENTRACIÓN EN CIENCIA DE MATERIALES

MÓDULO DE CONCENTRACIÓN EN CIENCIA DE MATERIALES					
FIS 480	CIENCIA DE MATERIALES I		4	2	-
FIS 481	CIENCIA DE MATERIALES II	FIS 480	4	2	-
FIS 482	ENSAYOS NO DESTRUCTIVOS I		4	2	-
FIS 483	MATERIALES, PROCESOS, ENSAYOS Y DISEÑO	FIS 482	4	2	-
FIS 484	ENSAYOS NO DESTRUCTIVOS II	FIS 483	4	2	-
FIS 485	ENSAYOS NO DESTRUCTIVOS III	FIS 484	4	2	-
FIS 486	TÓPICOS AVANZADOS DE CIENCIA DE MATERIALES		4	2	-

4.7.5 ASIGNATURAS DEL MÓDULO DE CONCENTRACIÓN EN FÍSICA DE LA ATMÓSFERA

MÓDULO DE CONCENTRACIÓN EN FÍSICA DE LA ATMÓSFERA					
FIS 330	INTRODUCCIÓN A LA AERONOMÍA		4	2	-
FIS 331	INTRODUCCIÓN A LA METEOROLOGÍA		4	2	-
FIS 332	INSTRUMENTACIÓN METEOROLÓGICA I		4	2	-
FIS 333	MODELOS DE CIRCULACIÓN I		4	2	-
FIS 334	CLIMATOLOGÍA I		4	2	-
FIS 335	PALEOCLIMATOLOGÍA I		4	2	-
FIS 336	METEOROLOGÍA SINÓPTICA		4	2	-
FIS 337	METEOROLOGÍA TROPICAL		4	2	-
FIS 338	RADIÓMETROS		4	2	-
FIS 339	IONÓSFERA I		4	2	-
FIS 430	FÍSICA DE NUBES I		4	2	-
FIS 431	LIDARES I		4	2	-
FIS 432	MECÁNICA DE AEROSOLES		4	2	-
FIS 433	RADIACIÓN SOLAR		4	2	-
FIS 434	TÓPICOS ESPECIALES DE FÍSICA DE LA ATMÓSFERA I		4	2	-
FIS 435	TÓPICOS ESPECIALES DE FÍSICA DE LA ATMÓSFERA II		4	2	-
FIS 436	OCEANOGRAFÍA GENERAL		4	2	-
FIS 437	ELECTRICIDAD ATMOSFÉRICA		4	2	-
FIS 438	INSTRUMENTACIÓN METEOROLÓGICA II		4	2	-
FIS 439	MODELOS DE CIRCULACIÓN II		4	2	-
FIS 530	PERCEPCIÓN REMOTA SATELITAL		4	2	-
FIS 531	PALEOCLIMATOLOGÍA II		4	2	-
FIS 532	FENÓMENOS DE MESOESCALA		4	2	-
FIS 533	FENÓMENOS DE GRAN ESCALA		4	2	-
FIS 534	FENÓMENO ENSO		4	2	-
FIS 535	MODELOS RADIATIVOS I		4	2	-
FIS 536	ATMÓSFERA MEDIA		4	2	-
FIS 537	LIDARES II		4	2	-
FIS 538	TÓPICOS AVANZADOS DE FÍSICA DE LA ATMÓSFERA I		4	2	-
FIS 539	TÓPICOS AVANZADOS DE FÍSICA DE LA		4	2	-

	ATMÓSFERA II				
FIS 630	BIOMETEOROLOGÍA		4	2	-
FIS 631	TORMENTAS SEVERAS		4	2	-
FIS 632	CIRCULACIÓN EN ALTA ATMÓSFERA		4	2	-
FIS 633	CIRCULACIÓN EN ATMÓSFERA MEDIA		4	2	-
FIS 634	LIDARES III		4	2	-
FIS 635	AEROSOLES		4	2	-

4.7.6 ASIGNATURAS DEL MÓDULO DE CONCENTRACIÓN EN GEOFÍSICA

MODULO DE CONCENTRACIÓN EN GEOFÍSICA					
FIS 190	GEOLOGÍA GENERAL		4	2	-
FIS 290	GEOLOGÍA ESTRUCTURAL Y TECTÓNICA		4	2	-
FIS 291	HIDROGEOLOGÍA		4	2	-
FIS 390	GEOFÍSICA GENERAL I		4	2	-
FIS 391	GEOFÍSICA APLICADA I		4	2	-
FIS 392	GEOFÍSICA APLICADA II		4	2	-
FIS 393	GEOFÍSICA APLICADA III		4	2	-
FIS 494	PROSPECCIÓN SÍSMICA		4	2	-
FIS 495	SISMOLOGÍA: TERREMOTOS Y ESTRUCTURA DE LA TIERRA		4	2	-
FIS 496	TEORÍA DEL POTENCIAL PARA GEOFÍSICOS		4	2	-
FIS 497	CAMPOS GRAVITATORIOS Y GRAVIMETRÍA		4	2	-
FIS 498	CAMPOS GEOMAGNÉTICOS Y MAGNETOMETRÍA		4	2	-
FIS 499	CAMPOS GEOTÉRMICOS Y RADIOMETRÍA		4	2	-
FIS 590	PROSPECCIÓN ELECTROMAGNÉTICA DE CAMPOS ESTACIONARIOS		4	2	-
FIS 591	PROSPECCIÓN ELECTROMAGNÉTICA DE CAMPOS VARIABLES		4	2	-
FIS 592	REGISTRO GEOFÍSICO DE POZOS		4	2	-
FIS 593	RECURSOS MINERALES Y GEOLOGÍA DEL PETROLEO		4	2	-
FIS 594	HISTORIA Y EVOLUCIÓN DE LA TIERRA		4	2	-
FIS 595	FÍSICA DE LAS ROCAS		4	2	-
FIS 596	SISTEMA DE POSICIONAMIENTO GLOBAL Y MAPEO DIGITAL		4	2	-
FIS 597	TEORÍA DE LAS ONDAS SÍSMICAS		4	2	-
FIS 598	PROPAGACIÓN DE ONDAS SÍSMICAS		4	2	-
FIS 599	MODELADO DE CAMPOS DE ONDAS SÍSMICAS		4	2	-
FIS 690	FUNDAMENTOS DE LA TEORÍA DE LA INVERSIÓN		4	2	-

4.7.7 ASIGNATURAS DEL MÓDULO DE CONCENTRACIÓN EN FÍSICA TEÓRICA

MODULO DE CONCENTRACIÓN EN FÍSICA TEÓRICA					
FIS 300	ASTRONOMÍA		4	2	-
FIS 301	ASTROFÍSICA		4	2	-
FIS 302	RAYOS CÓSMICOS		4	2	-
FIS 303	RELATIVIDAD ESPECIAL		4	2	-
FIS 304	RELATIVIDAD GENERAL		4	2	-
FIS 305	COSMOLOGÍA		4	2	-

PLAN DE ESTUDIOS DE LA CARRERA DE FÍSICA

FIS 306	FÍSICA DE OBJETOS COMPACTOS		4	2	-
FIS 307	FÍSICA COMPUTACIONAL		4	2	-
FIS 308	SISTEMAS COMPLEJOS		4	2	-
FIS 309	INTRODUCCIÓN A LA TEORÍA DEL CAOS		4	2	-
FIS 400	MECÁNICA DE FLUIDOS		4	2	-
FIS 401	SERIES TEMPORALES		4	2	-
FIS 402	TÓPICOS ESPECIALES DE LA FÍSICA TEÓRICA I		4	2	-
FIS 403	TÓPICOS ESPECIALES DE LA FÍSICA TEÓRICA II		4	2	-
FIS 404	TÓPICOS ESPECIALES DE LA FÍSICA TEÓRICA III		4	2	-
FIS 405	TÓPICOS ESPECIALES DE MATEMÁTICAS		4	2	-
FIS 406	MECÁNICA ANALÍTICA		4	2	-
FIS 407	ELECTROMAGNETISMO I		4	2	-
FIS 408	OPTICA I		4	2	-
FIS 409	MECÁNICA CUÁNTICA I		4	2	-
FIS 500	TEORÍA DE LA RELATIVIDAD		4	2	-
FIS 501	MECÁNICA ESTADÍSTICA I		4	2	-
FIS 502	FÍSICA DE ESTADO SÓLIDO I		4	2	-
FIS 503	FÍSICA NUCLEAR I		4	2	-
FIS 504	MÉTODOS MATEMÁTICOS DE LA FÍSICA		4	2	-
FIS 505	FÍSICA DE PLASMAS		4	2	-
FIS 506	TÓPICOS AVANZADOS DE LA FÍSICA TEÓRICA I		4	2	-
FIS 507	TÓPICOS AVANZADOS DE LA FÍSICA TEÓRICA II		4	2	-
FIS 508	ELECTROMAGNETISMO II		4	2	-
FIS 509	OPTICA II		4	2	-
FIS 600	MECÁNICA CUÁNTICA II		4	2	-
FIS 601	MECÁNICA ESTADÍSTICA II		4	2	-
FIS 602	FÍSICA DE ESTADO SÓLIDO II		4	2	-
FIS 603	FÍSICA NUCLEAR II		4	2	-
FIS 604	TEORÍA CUÁNTICA DE CAMPOS		4	2	-
FIS 605	ELECTRODINÁMICA CUÁNTICA		4	2	-

4.7.8 ASIGNATURAS DEL MÓDULO DE CONCENTRACIÓN EN FÍSICA EXPERIMENTAL

MODULO DE CONCENTRACIÓN EN FÍSICA EXPERIMENTAL					
FIS 310	INSTRUMENTACIÓN		4	2	-
FIS 311	TRATAMIENTO DE DATOS EXPERIMENTALES		4	2	-
FIS 312	TÓPICOS ESPECIALES DE LA FÍSICA EXPERIMENTAL I		4	2	-
FIS 313	TÓPICOS ESPECIALES DE LA FÍSICA EXPERIMENTAL II		4	2	-
FIS 314	TÓPICOS ESPECIALES DE LA FÍSICA EXPERIMENTAL III		4	2	-
FIS 315	TÓPICOS ESPECIALES DE LA FÍSICA EXPERIMENTAL IV		4	2	-
FIS 410	TÉCNICAS DE VACÍO Y CRIOGENIA		4	2	-
FIS 411	INSTRUMENTACIÓN ESPECIALIZADA I		4	2	-
FIS 412	INSTRUMENTACIÓN ESPECIALIZADA II		4	2	-
FIS 413	TÓPICOS AVANZADOS DE LA FÍSICA EXPERIMENTAL I		4	2	-
FIS 414	TÓPICOS AVANZADOS DE LA FÍSICA EXPERIMENTAL II		4	2	-

4.7.9 OTRAS ASIGNATURAS

OTRAS MATERIAS ELECTIVAS					
FIS 340	ADMINISTRACIÓN Y POLÍTICA CIENTÍFICAS		4	2	-
FIS 341	HISTORIA DE LA CIENCIA		4	2	-
FIS 342	TÓPICOS ESPECIALES EN ENSEÑANZA DE LA FÍSICA I		4	2	-
FIS 343	TÓPICOS ESPECIALES EN ENSEÑANZA DE LA FÍSICA II		4	2	-
FIS 344	TÓPICOS ESPECIALES EN ENSEÑANZA DE LA FÍSICA III		4	2	-