

UNIVERSIDAD NACIONAL DEL CALLAO

## FACULTAD DE CIENCIAS NATURALES Y MATEMÁTICA



### PLAN DE ESTUDIOS DE LA CARRERA PROFESIONAL DE FÍSICA MODALIDAD PRESENCIAL

(Actualizado con Resolución N° 440-2019-CU, de Fecha 11 de noviembre de 2019)

CALLAO - PERU

2019



## Contenido

PRESENTACIÓN.....	3
I. BASE LEGAL Y CONTEXTO .....	4
II. CONTEXTO ECONÓMICO, SOCIAL Y POLÍTICO ADMINISTRATIVO.....	4
III. JUSTIFICACIÓN DE LA CARRERA PROFESIONAL DE FÍSICA.....	6
IV. FUNDAMENTACIÓN DE LA CARRERA PROFESIONAL DE FÍSICA.....	8
V. OBJETIVOS ACADÉMICOS .....	12
VI. PERFIL DEL INGRESANTE Y REQUISITOS DE INGRESO.....	12
VII. PERFIL DEL GRADUADO.....	13
VIII. DISTRIBUCIÓN DE LOS ESTUDIOS POR ÁREAS .....	14
IX. PLAN DE ESTUDIOS .....	17
X. MALLA CURRICULAR DE LA CARRERA PROFESIONAL DE FÍSICA - HORAS SEMESTRALES.....	21
XI. MALLA CURRICULAR .....	26
XII. SUMILLAS DE ASIGNATURAS.....	27
XIII. MODELO DE SÍLABO .....	46
XIV. RÉGIMEN DE ESTUDIOS.....	47
XV. SISTEMAS DE EVALUACIÓN .....	47
XVI. LÍNEAS DE INVESTIGACIÓN.....	51
XVII. PRÁCTICAS PRE-PROFESIONALES.....	51
XVIII. SERVICIO DE EXTENSIÓN Y RESPONSABILIDAD SOCIAL .....	52
XIX. GRADUACIÓN Y TITULACIÓN .....	52

## PRESENTACIÓN

El Comité Directivo Ampliado de la Escuela Profesional de Física, conformada por docentes y estudiantes de nuestra Facultad, ha elaborado el presente **PLAN DE ESTUDIOS DE LA CARRERA PROFESIONAL DE FÍSICA**, que sirve como modelo educativo para el desarrollo académico de los estudiantes de esta especialidad.

En el presente plan de estudios se han actualizado las líneas de investigación así como las asignaturas, sumillas y contenidos, a fin de estar acorde con el desarrollo científico y tecnológico de nuestra sociedad y que debe implementarse en medio de situaciones políticas y económicas complejas y hasta difíciles para el desarrollo integral de la población peruana, dentro del marco de revertir el estado de pobreza e inequidad en que vive. Es así, que desde ahora reconocemos el esfuerzo ponderado e iniciativa educacional que demandará su implementación por parte de cada uno de las autoridades, docentes, trabajadores y estudiantes de esta casa superior de estudios.

Nuestra Universidad es una institución de educación superior, democrática, autónoma, científica y humanista, dedicada a la integración creativa, innovación tecnológica, difusión de la ciencia y la cultura, como tal, cumple con los preceptos de la extensión educativa a la comunidad local y regional, así como su labor de responsabilidad social y la formación profesional de líderes críticos, autocríticos, globalmente competitivos, autosuficientes con iniciativa emprendedora, ética y conciencia ambiental para contribuir al desarrollo humano, económico, social e independiente de nuestro país.

Dentro de este contexto, en el Estatuto anterior promulgado el 16 de noviembre de 1984, se creó la Facultad de Ciencias Naturales y Matemática en nuestra Universidad, con la finalidad de formar profesionales en ciencias básicas (física, matemática, biología y química), debido a que en toda universidad no solo deben formarse profesionales en tecnología, a través de las ingenierías, sino también en ciencias básicas, que son las generadoras de nuevo conocimiento científico. Como consecuencia de su creación, recién mediante Resolución del Consejo Universitario N° 078-02-CU-UNAC, su fecha 28 de octubre de 1992, se aprobó el funcionamiento de nuestra Facultad, iniciándose con las carreras profesionales de Física y Matemática.

El presente currículo tiene por finalidad, hacer de conocimiento de la comunidad universitaria y la comunidad en general, su compromiso consecuente con la formación universitaria del físico, que posibilite, en los hechos, coadyuvar a la solución de diferentes problemas nacionales y regionales y afrontar en los aspectos científicos, tecnológicos, políticos, culturales, económicos, sociales, y educológicos, tal como se expresa en el Modelo Educativo de nuestra universidad.

El Comité Directivo Ampliado  
Escuela Profesional de Física



## **I. BASE LEGAL Y CONTEXTO**

### **1.1. BASE LEGAL**

- Constitución Política del Estado Peruano, 1993
- Ley Universitaria N° 30220
- Estatuto UNAC

## **II. CONTEXTO ECONÓMICO, SOCIAL Y POLÍTICO ADMINISTRATIVO**

### **❖ Políticas del Acuerdo Nacional**

El año 2002, luego de un proceso de diálogo y consenso fue aprobado el acuerdo nacional, el mismo que contiene 31 políticas de Estado, para cuatro ejes temáticos: (i) Democracia y estado de derecho; (ii) Equidad y justicia social; (iii) Competitividad del país; y (iv) estado eficiente, transparente y descentralizado, los mismos que se constituyen en el norte de los proyectos de desarrollo del país.

### **❖ Plan de Desarrollo Nacional al 2030**

Promovido por CEPLAN, contiene aspectos referidos al desarrollo nacional en general y al desarrollo de la educación superior en particular:

- Transformar las instituciones de educación superior en centros de investigación científica e innovación tecnológica generadores de conocimiento y formadores de profesionales competentes.
- Impulsar el mejoramiento de la calidad de la educación superior y su aporte al desarrollo socioeconómico y cultural, para que a través de la formación profesional y una oferta que corresponda a las propiedades del desarrollo, se logre la inserción competitiva del Perú en la economía mundial.

### **❖ Proyecto Educativo Nacional (PEN) al 2021**

Contienen seis objetivos estratégicos, de ellos el quinto está relacionado con la educación superior. Esta educación de calidad se convierte en factor favorable para el desarrollo y competitividad nacional y dentro de sus alcances considera tres resultados:

- a. Renovados sistemas de educación superior articulados al desarrollo.
- b. Se produce conocimientos relevantes para el desarrollo.
- c. Centros universitarios y técnicos forman profesionales éticos, competentes y productivos.

### **❖ Plan de Desarrollo Concertado Regional (PDCR) del Callao al 2021**

Fija importantes lineamientos regionales a tener en cuenta para la formación profesional:

### Visión de futuro de la Región Callao al 2021 en el PDCR

La región Callao, al 2021, es un centro estratégico de interconexión del Perú, ha logrado un desarrollo humano armónico y equilibrado con identidad regional y conciencia ambiental, se brindan servicios públicos y privados eficientes que cubren a toda la población. Es territorialmente ordenada, segura, saludable y ha reducido los niveles de riesgo y vulnerabilidad. Es un nodo de servicios portuarios, aeroportuarios y logísticos de vanguardia en el Pacífico, potenciando el comercio internacional. Ha alcanzado un desarrollo industrial competitivo, eco eficiente y socialmente responsable, articulando a las grandes, medianas, pequeñas y micro empresas, generando empleos dignos para la población chalaca. Presenta una oferta cultural, recreacional y turística con estándares de calidad. La región ha alcanzado altos niveles de gobernabilidad, basada en valores, principios éticos, participación ciudadana, transparencia, equidad e inclusión social.

Los objetivos del PEN y PDCR coinciden y están centrados en tres ejes y son:

EJES	OBJETIVOS PEN	OBJETIVOS PDCR
Calidad y equidad	<ol style="list-style-type: none"> <li>Oportunidades y resultados educativos de igual calidad para todos.</li> <li>Maestros y profesionales bien preparados ejercen la docencia.</li> <li>Educación superior de calidad se convierte en factor favorable para el desarrollo y la competitividad nacional.</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>Reducir la pobreza, excursión y marginalidad.</li> <li>Promover el empoderamiento social y la inserción laboral en las dinámicas económicas productivas.</li> <li>Integrar actores, políticas y estratégicas en un sistema contra la violencia social e intrafamiliar.</li> </ol>
Pertinencia	<ol style="list-style-type: none"> <li>Estudios e instituciones educativas que logran aprendizajes pertinentes y de calidad.</li> <li>Una sociedad que educa a sus ciudadanos y los compromete en la comunidad.</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>Garantizar un ambiente saludable, reducir la contaminación y conservar la biodiversidad.</li> <li>Contribuir a mejorar la competitividad de los servicios portuarios y aeroportuarios.</li> <li>Fortalecer y articular las organizaciones sociales e instituciones públicas y privadas.</li> <li>Promover el desarrollo empresarial, la innovación tecnológica y la articulación productiva.</li> <li>Fomentar la constitución de ciudadanía y la participación en la gestión del desarrollo y la vigilancia.</li> </ol>
Gestión	<ol style="list-style-type: none"> <li>Una gestión descentralizada, democrática, que logra resultados y es financiada con equidad.</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>Ordenar el territorio.</li> <li>Desarrollar capacidades para la gestión de riesgo.</li> <li>Desarrollo industrial energético.</li> </ol>



### **III. JUSTIFICACIÓN DE LA CARRERA PROFESIONAL DE FÍSICA**

La Carrera Profesional de Física de la Facultad de Ciencias Naturales y Matemática de la Universidad Nacional del Callao, justifica su existencia en el compromiso que la universidad no solo es tecnológica, sino también es científica y humanista, regulada por los principios de pluralismo, veracidad, meritocracia, espíritu crítico, teniendo como compromiso participar activamente en la solución de problemas científicos y tecnológicos de la Región del Callao y la realidad nacional. La universidad es el espacio adecuado donde se debe formar los futuros científicos, tecnólogos y humanistas que el país necesita dotándoles del conocimiento necesario para afrontar los problemas de carácter social, salud, energía, medio ambiente, etc.

Cabe señalar que el avance tecnológico, hace que la sociedad requiera que los científicos estén orientados de acuerdo a sus requerimientos y necesidades. Analizando estas necesidades, es que la Escuela Profesional de Física determina la formación integral holística basado en competencias propuestas en el documento curricular por competencias 2016.

La ontología profesional de un Físico, es comprender las leyes que rigen a la naturaleza y a partir de ello generar nuevos conocimientos teóricos, mediante la investigación científica básica y fáctica, experimental; así como participar en el diseño, construcción y manejo de equipos de alta tecnología que permitan mejorar la salud, energía limpia, medio ambiente libre de contaminación, buen control de calidad de los servicios y productos de consumo masivo y otros. La carrera profesional de Física en la FCNM–UNAC, tiene como propósito formar profesionales en física con sólidos conocimientos científicos y humanistas propios de la disciplina, que asuman la responsabilidad de gestión, con ética y humanizada, que sean capaces de enfrentar los cambios provenientes de un entorno, crecientemente dinámicos de la tecnología. Por ejemplo, en el campo de la física médica, cada vez más, los hospitales y clínicas adquieren equipos de alta tecnología ya sea en radiodiagnóstico, medicina nuclear y radioterapia que requiere de profesionales en la especialidad de física, altamente calificados y que sean capaces de manejar adecuadamente estos equipos en beneficio de la sociedad con sólidos conocimientos científicos de su uso.

#### **Demanda Social de Físicos**

Hoy hablamos de un nuevo orden mundial competitivo basado en el conocimiento, en el cual la educación y la capacitación son el punto de apoyo de largo plazo más importante que tienen los gobiernos para mejorar la competitividad y para asegurar una ventaja nacional.

Se entiende como demanda en la especialidad de física, la necesidad que una sociedad tiene de cierta cantidad de físicos con un alto nivel académico que permita resolver problemas que la sociedad requiera, las cuales pueden ser en diversas especialidades, tales como: Geofísica, oceanografía, física de los materiales, física médica, metrología, física computacional, astronomía, física teórica, entre otros. Cabe señalar que la demanda de científicos es a nivel mundial, razón por la cual, todos nuestros egresados que han salido al extranjero, la mayoría se han quedado trabajando en los países donde han seguido sus estudios de maestría y doctorado. Además, a través de las asignaturas generales, van a adquirir valores, principios éticos y habilidades para desempeñarse en los diferentes escenarios de la vida laboral.

Enunciamos a continuación las principales capacidades en la formación de los físicos de la Escuela Profesional de Física:

- Preparar profesionales en física capaces de atender la demanda nacional y capacitarlos para que puedan atender las necesidades de la sociedad. Por ejemplo, en salud, como se ha mencionado, se requiere físicos médicos que puedan manejar equipos de radiodiagnóstico, radioterapia y medicina nuclear de alta tecnología. Así mismo, en el área de metrología se requieren físicos que puedan atender la gran demanda de las empresas privadas para los servicios de control de la calidad de los productos y equipos usados en todas las empresas, cualquiera sea su rubro, ya que utilizan diversos equipos que permiten controlar la calidad de sus productos.
- Formar físicos relacionados con las leyes que gobiernan la naturaleza, tanto teórica como experimentalmente, así como en el uso de la simulación y de métodos computacionales, usando la computadora; en todos los casos, para la solución de cualquier problema de las ciencias físicas que se requiera resolver.
- Formar profesionales en física para el desarrollo de nuevas tecnologías que permitan mejorar la calidad de vida de la sociedad, impulsando la innovación científica y tecnológica que permita la creación de nuevos productos, equipos, nuevas teorías científicas y otros. Los logros alcanzados, serán difundidos en revistas científicas indexadas y en diversos congresos nacionales e internacionales que permita realzar el nombre de la universidad como una de las principales instituciones que crea nuevos conocimientos y así como el diseño de nuevas tecnologías.

Existe demanda de físicos a nivel nacional e internacional, cuyo mercado está conformado por:

- Universidades nacionales y particulares, nacionales y extranjeras.
- Instituciones de educación superior.
- Instituciones de educación técnica.
- Centros educativos.
- Organizaciones no gubernamentales.
- Proyectos sociales y de inversiones regionales y nacionales.
- Hospitales y clínicas.
- Institutos de investigación nacionales y extranjeros.
- Instituciones estatales, tales como: Geofísico, Imarpe, Ipen, Ingemet, etc.
- Empresas mineras y otras empresas sociales y privadas.
- Empresas nacionales y transnacionales.

Las 08 líneas de investigación consideradas en el presente plan de estudios, se obtuvieron de mesas redondas con la participación de diversos ponentes, ya sean internos, externos y egresados, quienes aportaron sugiriendo nuevas asignaturas que han sido consideradas en este nuevo currículo. Asimismo, estas líneas de investigación, corresponden a las mayores demandas laborales y el mercado ocupacional de la carrera profesional de física.

A partir de las exposiciones en las mesas redondas se pudo llegar a las siguientes conclusiones:

1. Se sugirieron nuevas asignaturas que deberían implementarse en la formación de los estudiantes de física para que puedan insertarse de manera más exitosa en el campo laboral.
2. Existe una gran demanda de egresados de la carrera profesional de Física, ya que la mayoría de las especialidades de esta profesión son relativamente nuevas y existen



muchas actividades que deben realizar. Tal es el caso de oceanografía física, en la que existe muchos temas de investigación en relación al movimiento de las aguas contaminadas que emana las poblaciones que se ubican en la costa peruana, quienes requieren profesionales que ayuden a resolver este problema de contaminación, estudios de impacto, así como el movimiento de estas aguas contaminadas dentro del mar, etc.

3. Todos los expositores estuvieron de acuerdo que hay una demanda muy grande en el mercado laboral en todas las líneas de investigación que fueron abordados, tales como: oceanografía, geofísica, física computacional, física teórica, metrología, física médica y enseñanza de la ciencia física en la universidad. Este déficit en la cantidad de físicos ofertados al mercado, incluido las demandas de las universidades, debe ser atendida, para lo cual se deben tomar las acciones adecuadas, como las líneas de especialización e investigación incorporadas en el nuevo currículo, con la finalidad de responder las exigencias del mercado.

#### **IV. FUNDAMENTACIÓN DE LA CARRERA PROFESIONAL DE FÍSICA**

La carrera profesional de física no solo debe estar basado en el conocimiento de las leyes que rigen a la naturaleza sino también debe estar basado en valores, prioridades y evidencias científicas que implican plantear una serie de cambios en base a un estudio y análisis crítico de la realidad actual de la práctica profesional, la formación de capital humano, la posición y el rol dentro de la sociedad, la demanda y oferta de profesionales, tendencias y áreas críticas del conocimiento humano, entre otros aspectos primordiales que permita mejorar el conocimiento resolviendo nuevos paradigmas.

- **MODELO EDUCATIVO DE LA FCNM-UNAC.**

El modelo educativo por el cual se rige nuestra Facultad, se basa en el modelo educativo de la universidad. Ver ANEXO 3.

La FCNM, tiene como misión, visión y valores institucionales, los siguientes:

**Misión.-** Somos una facultad que forma profesionales físicos y matemáticos competentes científica, técnica y humanísticamente; que contribuye al desarrollo sustentable de la región Callao, del país y la humanidad; basados en la generación de conocimientos abstractos, teóricos y aplicados; realizando investigación científica creadora – factual y formal - desarrollando y produciendo tecnología en los campos de las ciencias naturales y de la matemática; en praxis de extensión y proyección universitaria.

**Visión.-** Ser una facultad licenciada, acreditada y con liderazgo, fundamentalmente en las ciencias básicas, puras y abstractas (ciencias naturales y matemática), en el ámbito regional, nacional e internacional; con docentes andragogos; calificados éticamente; altamente competitivos para la generación de nuevos conocimientos, así como en formulación y gestión de proyectos; con infraestructura moderna y desarrollándose en alianzas estratégicas con instituciones similares.

Valores.- La deontología y guía de transparencia en nuestra facultad, está basada en los valores de: verdad, justicia, libertad, solidaridad, compromiso, respeto, disciplina, empatía, crítica e innovación, con un espíritu que nos lleve a ser cada vez más y mejores en línea sostenida de continuidad ascendente.

- **MODELO CURRICULAR POR COMPETENCIAS.**

Hoy en día, el punto de vista psicológico está muy ligado con la de vista empresarial, porque en los procesos de gestión de recursos humanos para la selección de personal, esto es determinante. Luego para la elaboración de un currículo por competencias es necesario tener en cuenta las características psicológicas y el enfoque psicosocial del proceso de toda educación profesional.

En consecuencia, es necesario crear unos itinerarios educativos en los que desde la enseñanza primaria y secundaria, los diseños curriculares se plantean con perspectivas de futuro, de la formación de los estudiantes en las actividades y procedimientos de base.

Las competencias, por tanto, tienen que integrar conocimientos, habilidades, motivaciones, cualidades de la personalidad, componente metacognitivo, valores y actitudes, ya que ha de ser competencias para formar al hombre para la vida, no competencias exclusivas para formarlos para un puesto de trabajo.

Desde el punto de vista psicológico las competencias son motivacionales, metacognitivas y afectivas del sujeto, así como de las cualidades propias de la personalidad.

Desde el punto de vista del diseño curricular, la competencia es la estructuración curricular y didáctica del sistema de competencias cognitivas, motivacionales, metacognitivas y de personalidad que debe poseer un individuo para ejecutar una tarea profesional. Es decir, para la planificación y desarrollo curricular es necesario tener una visión integral, una visión holística que dé respuesta en su totalidad. El currículo es un proceso educativo integral con carácter procesual que expresa las relaciones de interdependencia de un contexto social, de los progresos científicos y de las necesidades de los estudiantes.

- **PROYECTO CURRICULAR POR COMPETENCIAS.**

Se organiza y estructura a partir de competencias que se pretenden desarrollar.

Hay que tener en cuenta que:

- Las competencias varían en función del contexto en el que se aplican.
- Las competencias se describen en términos de resultados y normas. Fijar criterios de evaluación teniendo en cuenta lo cognitivo, procedimental, metacognitivo, motivacional y actitudinal.
- Los representantes del mundo profesional deberían ser parte activa del diseño (análisis de la situación de trabajo), de su desarrollo y de su evaluación curricular.
- Las competencias se evalúan a partir de los componentes. El estudiante ha de demostrar los que realiza de forma independiente. Cómo es y cómo actúa. Los resultados asociados a la demostración de una competencia se evalúan a partir de criterios que se establecen en el mundo profesional, los profesores y los



estudiantes que la integran. Es imprescindible que el estudiante se auto-evalúe y conozca previamente los criterios de evaluación.

- La formación ha de ser un alto contenido práctico experimental.

El diseño curricular basado en competencias tiene como tarea fundamental la identificación de los componentes básicos del proceso educativo, es decir, la respuesta a las siguientes interrogantes:

- ¿Hacia quién va dirigido?
- ¿Qué deben aprender los estudiantes?
- ¿Cómo adquieren los conocimientos?
- ¿Cómo incorporan sus cualidades personales para el logro de las competencias?
- ¿Cuándo se certifica que el estudiante ha logrado el dominio de esas competencias?

- **LA EVALUACIÓN CURRICULAR**

La evaluación curricular debe construirse como un proyecto de investigación acción y establecer desde su formulación inicial, sus propósitos y límites. Se tiene que tener en cuenta que:

- No es posible evaluarlo todo, en todo momento, ni con todo detalle. Es necesario seleccionar la muestra de su contenido, precisar los métodos, procedimientos y técnicas a emplear, así como los criterios para su calificación.
- La evaluación es al mismo tiempo un proceso y un resultado. A través del resultado podemos saber hasta qué punto (con determinados indicadores) lo diseñado se cumple o no.
- Se evalúa lo que está concebido, diseñado, ejecutado, incluso el proceso de evaluación curricular en sí mismo; de ahí que la evaluación curricular se inicie sobre la base de los problemas que se ha detectado o se prevé que pudieran existir.
- En el diseño de la evaluación curricular, los elementos a tener en cuenta son:
  - ¿Para qué? – objetivos más generales de la evaluación y derivar de ellos paulatinamente los objetivos parciales (claros, precisos, alcanzables y evaluables).
  - ¿Qué? – de todo el currículo un aspecto particular de este.
  - ¿Quién? – según lo que se vaya a evaluar y el nivel organizativo, los resultados, la participación, etc.
  - ¿Cómo? – métodos a utilizar en dependencia de lo que se evalúa.
  - ¿Con qué? – medios, recursos, presupuesto.
  - ¿Cuándo? – secuenciación u organización del proceso de evaluación.
- Las evaluaciones curriculares se agrupan en 4 categorías:
  - ✓ Resultados del aprendizaje.
  - ✓ Trabajo del profesor (análisis de su capacidad didáctico pedagógica y no solo de su dominio profesional).
  - ✓ Comportamiento pedagógico del proceso.
- Criterios generales:
  - ✓ La evaluación curricular INICIAL O DIAGNÓSTICO que corresponde a la etapa preactiva del proceso y tiene como principal propósito determinar si las condiciones para ejecutar el currículo están dadas o deben ser creadas. (Arquitectura).

- ✓ La evaluación curricular **FORMATIVA O CONTINUADA** que corresponde a la etapa activa del proceso de enseñanza aprendizaje. Esta fase tiene una importante función reguladora, ya que estudia aspectos curriculares que no están funcionando bien y propone alternativas de solución para su mejoramiento.
- ✓ La evaluación curricular **SUMATIVA** que se realiza en la etapa postactiva del proceso de enseñanza aprendizaje y permite la toma de decisiones respecto al currículo, cancelarlo, mejorarlo o rediseñarlo. De ahí que se convierta en evaluación inicial o en parte de esta, cuando sirve para plantearse la educación curricular.
- Es importante tener en cuenta la necesidad de evaluar la propia estrategia de evaluación. Las evaluaciones son necesarias, establecen metas presentes y permiten la proyección de acciones futuras, establecen la relación dialéctica entre el pasado, el presente y el futuro.
- Es necesario, establecer en el proyecto de evaluación curricular, propósitos parciales, por etapas, con el fin de ir garantizado la retroalimentación necesaria, que posibilite enfrentar el perfeccionamiento constante y sistemático de los currículos.
- La evaluación sistemática y sistémica del currículo constituye un proyecto de investigación, acción de desarrollo educacional que se debe efectuar, para asegurar una calidad profesional y así alcanzar una mayor excelencia académica.
- La evaluación curricular permanente tiene por objeto la evaluación y actualización de los planes y programas de estudio, con el fin de favorecer la calidad formativa en el ámbito universitario y profesional y para dar respuesta a las necesidades sociales, laborales y tecnológicas actuales. Es posible si todas las acciones didácticas pedagógicas se desarrollan según se articulan en el proyecto curricular, que es donde se regula todo el quehacer educativo.
- Para que la evaluación curricular permanente sea eficaz, se han de ejecutar las siguientes estrategias:
  1. Revisión del plan de estudios en cuestión, conforme a la normatividad institucional.
  2. Análisis de la congruencia entre el perfil profesional y los cambios profesionales y sociales que se producen.
  3. Actualizar los contenidos, las metodologías, la bibliografía y los recursos didácticos del plan de estudios, en función de los avances en las áreas del conocimiento científico, humanístico, tecnológico y cultural que configuran el mapa curricular de la carrera y el perfil profesional.
  4. Consultar de manera sistemática a los académicos, estudiantes, directivos y empresas sobre experiencias y valoración de los procesos de implementación, los resultados obtenidos y las necesidades derivadas para hacer las modificaciones oportunas.
  5. Realizar análisis comparativos con otros planes de estudio de instituciones públicas y privadas, nacionales y extranjeras, para reafirmar o modificar la orientación académica y de la formación profesional del plan de estudios vigente.
  6. Revisión de los ejes de formación interdisciplinar y multidisciplinar para potenciar el trabajo cooperativo.
  7. Promover proyectos académicos colegiados de docencia, investigación y difusión cultural que permitan la incorporación de estudiantes a las actividades en la especialidad de física de la universidad.



8. Vinculación de los estudios de licenciatura con los de posgrado a fin de darles continuidad y responder a los requerimientos del campo profesional.
9. Favorecer las prácticas profesionales, servicios sociales, proyectos de investigación, trabajos de tesis o de investigación para la titulación, entre otros, y reorientarlos como proyectos multidisciplinarios que promuevan la formación integral.
10. Facilitar la capacitación y actualización de los docentes para satisfacer las necesidades derivadas de los procesos de reestructuración y actualización del plan de estudios.
11. Revisar los marcos teóricos disciplinarios que sustentan los contenidos curriculares de la carrera profesional de física, para asegurar que estos sean pertinentes, actualizados y consistentes.

### **3.5 LINEAMIENTOS METODOLÓGICOS DE ENSEÑANZA-APRENDIZAJE.**

El carácter desarrollador del proceso enseñanza-aprendizaje estará determinado en la medida de que el profesor sea capaz de organizar y dirigir el proceso hacia un papel protagónico del estudiante en los distintos momentos de su actividad de aprendizaje.

La estructuración del proceso de enseñanza-aprendizaje hacia la búsqueda activa del conocimiento por el estudiante y el desarrollo de sus procesos lógicos del pensamiento hacia un nivel teórico constituyen el punto de partida para la transformación y regulación de la actividad del profesor y de los estudiantes, acorde con las exigencias actuales del desarrollo sociohistórico.

## **V. OBJETIVOS ACADÉMICOS**

- Lograr el dominio de contenidos cognoscitivos relacionados a la física desde la teoría y la práctica como parte de la formación académica y científica.
- Desarrollar capacidades investigativas para la generación de nuevos conocimientos, en las líneas de investigación de la física.
- Fortalecer las habilidades que susciten su capacidad para la innovación, el interaprendizaje en contextos globales y de excelencia.
- Desarrollar la capacidad para resolver problemas del campo de la física, mediante el empleo de la observación, el análisis y el pensamiento crítico, la ética, la práctica de valores, entre ellos, la solidaridad.
- Manejar herramientas básicas de gestión para la generación de empresas, que guarden correspondencia con las líneas de investigación propias de su formación profesional.

## **VI. PERFIL DEL INGRESANTE Y REQUISITOS DE INGRESO**

### **• PERFIL DEL INGRESANTE**

El ingresante a la Escuela Profesional de Física de la UNAC debe tener como característica necesaria:

- Actitud positiva y proactiva (ética y valores).
- Tener y mantener respeto a la dignidad de la persona y la interculturalidad.
- Poseer vocación de servicio.
- Cultivar espíritu de investigación.
- Compromiso social y de desarrollo humano.
- Habilidades en física, matemática, química y biología.

- Comprensión lectora y habilidades comunicativas.
  - Aprendizaje autónomo.
  - Poseer actitud crítica, reflexiva y creativa para el análisis de su entorno.
  - Adecuado estado psicomotriz.
  - Tener clara disposición hacia el trabajo, especialmente al trabajo en equipo.
  - Sensibilidad social que lo motive hacia la construcción de una sociedad justa y con cultura de paz, en la perspectiva de dar solución a problemas tecnológicos y científicos que coadyuven al desarrollo de nuestro país.
- **ADMISIÓN Y REQUISITOS DE INGRESO**
  - La admisión de los estudiantes a la universidad se realiza a través del concurso público de admisión.
  - Los requisitos que deben cumplir los ingresantes a la Escuela Profesional de Física de la FCNM de la UNAC, se encuentran señalados en la Ley Universitaria N° 30220, al Estatuto y el Reglamento de Admisión vigente.

## VII. PERFIL DEL GRADUADO

- Tener dominio de las ciencias aplicadas con capacidad de auto-aprendizaje de adaptación a los cambios que se generen en el campo de la física.
- Tener dominio de las matemáticas y de las ciencias básicas, ser capaces de diseñar experimentos, obtener, utilizar e interpretar datos y aplicar estos conocimientos donde se requieran.
- Tener la capacidad de dar solución a problemas científicos no resueltos, o parcialmente resueltos o adaptar los existentes a nuestra realidad nacional o local, incluyendo aquellos que requieran un enfoque multidisciplinario y trabajo en equipo.
- Manejar herramientas idóneas para la investigación, el trabajo de campo y la didáctica a fin de transmitir correctamente los conocimientos de física.
- Emplear su capacidad de invención, innovación, emprendimiento y pensamiento crítico para hacer propuestas en el campo de la física.
- Proponer alternativas para la creación y adaptación de tecnologías en los sectores productivos.
- Identificarse con la problemática de la sociedad y del país en general, y ser partícipe en la solución de los problemas que la aquejan, dentro del campo de su especialidad.
- Ser conscientes de la importancia de un comportamiento ético y con valores, actuando siempre con honestidad y transparencia en todo lugar donde se encuentre laborando.

### A. COMPETENCIAS GENÉRICAS

Las competencias genéricas que debe adquirir el futuro profesional de Física son:

- Genera nuevos conocimientos en las ciencias físicas utilizando la investigación científica y tecnológica.
- Transmite sus conocimientos en la formación de nuevos profesionales, a través de la enseñanza teórica, práctica y experimental.
- Se comunica de manera eficaz utilizando la tecnología de información y comunicación.
- Organiza y planifica acciones en forma innovadora demostrando liderazgo y competitividad.
- Demuestra habilidades interpersonales en la interacción con los demás.
- Realiza acciones de cuidado en sus labores, demostrando el trabajo en equipo.
- Genera la creación de empresas relacionados a su ámbito de formación profesional.
- Demuestra respeto por la cultura y derechos humanos universales.



## **B. COMPETENCIAS ESPECÍFICAS**

- Habilidades en el conocimiento básico de las leyes naturales que rigen el universo.
- Demuestra habilidad para desarrollar experimentos básicos de física y de tecnología.
- Manejo de la red global para búsqueda de información que permita profundizar sus conocimientos en el desarrollo de su carrera profesional.
- Capacidad investigadora para resolver cualquier problema físico que la sociedad requiera.

## **VIII. DISTRIBUCIÓN DE LOS ESTUDIOS POR ÁREAS**

El plan de estudios es flexible porque el estudiante puede llevar asignaturas máximo en un rango de tres ciclos consecutivos, y se basa en la selección e integración de contenidos para el logro de competencias. Se ha considerado cuatro áreas de estudios curriculares: (i) generales; (ii) específicos; (iii) especialidad y (iv) electivas

### **ÁREA DE ESTUDIOS GENERALES**

Comprende a las asignaturas dirigidas a la formación integral de los estudiantes, fortaleciendo el enriquecimiento y la expresión del pensamiento crítico y creativo, el dominio de los recursos del aprendizaje, las estrategias de trabajo en equipo, la conducta ética, el reconocimiento de sus propios valores; todo esto le permitirá actuar ante las exigencias del mundo contemporáneo.

Dentro de este contexto, las asignaturas del área general, propician el desarrollo personal del estudiante; así como la comprensión de la realidad social y cultural a la que pertenece; la defensa y protección del medio ambiente: el compromiso con la identidad cultural; la autonomía para expresar creencias y el respeto a los demás, que le permite comprender, aprender y aplicar los conocimientos para respetar la vida y proteger el medio ambiente. Asimismo, llevará asignaturas de formación básica que les servirán para las áreas de estudios específicos y electivos.

### **ÁREA DE ESTUDIOS ESPECÍFICOS**

Comprende las asignaturas que tienen como propósito desarrollar en los estudiantes de física, en competencias disciplinarias básicas como en física y matemática, que permitan una base sólida en su formación y ayuden en la realización de sus prácticas pre profesionales. Asimismo, se incluyen experiencias en la práctica de laboratorios que son propias de la carrera profesional y tiene por finalidad dotar al estudiante de contenidos conceptuales, habilidades y destrezas necesarias para formarlo como un futuro científico con una objetividad crítica al analizar los fenómenos naturales del mundo que lo rodea y pueda ejercer su profesión con éxito.

A través del conocimiento de los estudios específicos se pretende alcanzar los siguientes objetivos:

- Una formación básica e integral en física y matemática.
- Una adecuada formación en programación, manejo de programas informáticos y de los métodos y/o técnicas computacionales aplicadas a la modelación de los fenómenos físicos.

- Conocimiento de las técnicas experimentales básicas de la Física, que le permita planificar diseños experimentales de acuerdo con los objetivos de la investigación.
- Desarrollar la capacidad de observación, experimentación y reflexión.

### **ÁREA DE ESTUDIOS DE ESPECIALIDAD**

La carrera de física en general, requiere de asignaturas de especialidad que ayudan a profundizar el conocimiento de las leyes naturales que rigen el universo. Es de vital importancia el estudio de estas asignaturas porque le va permitir llegar a la frontera del conocimiento contemporáneo desarrollado por los grandes científicos tales como Einstein, Hawking, entre muchos otros. Estas materias garantizan que nuestros egresados puedan realizar diversas investigaciones en cualquier campo de la física ya sea en física teórica y/o física experimental.

A través del conocimiento de los estudios de especialidad se pretende alcanzar los siguientes objetivos:

- Adquirir los conocimientos requeridos para identificar problemas en los diferentes campos de la física y participar con el análisis, comprensión y solución de los referidos problemas con la formulación de las teorías físicas que describan el fenómeno estudiado.
- Adquirir los conocimientos y manejos de la metodología de la investigación científica para la formulación, realización y evaluación de proyectos de investigación y/o en el desarrollo de las teorías y fenómenos de la física.
- Desarrollar la capacidad de trabajo disciplinario e interdisciplinario en ciencias básicas así como en ciencias aplicadas, mediante la participación en proyectos de investigación que permitan a nuestros profesionales en física integrarse en grupos de investigación multidisciplinarios.

### **ASIGNATURAS ELECTIVAS**

Comprende las asignaturas que tienen como propósito orientar a los estudiantes a definir su línea de investigación. Cada línea de investigación contiene como máximo tres asignaturas. Cabe señalar además, que los estudiantes podrán elegir hasta dos líneas de investigación durante su carrera, lo cual les permitirá insertarse con facilidad a las instituciones científicas, académicas, gubernamentales y empresariales, a la realización de sus prácticas pre profesionales, elaboración de su tesis y posteriormente insertarse en el campo laboral.

A través del conocimiento que ofrecen las asignaturas electivas se pretende alcanzar los siguientes objetivos:

- Ser capaz de elaborar y desarrollar sus prácticas pre profesionales y tesis con éxito.
- Formar profesionales que permitan insertarse en el mercado laboral de manera inmediata.

### **CLASIFICACIÓN DE LAS ASIGNATURAS SEGÚN EL ÁREA DE ESTUDIOS**

El plan de estudios de la Escuela Profesional de Física según el área de estudios ofrece en total:

- Estudios Generales : Nueve (9) asignaturas
- Estudios Específicos : Diez (10) asignaturas



- Estudios de Especialidad : Veintitrés (23) asignaturas
- Estudios Electivos : Veinticuatro (24) asignaturas

Es decir, sesenta y seis (66) asignaturas distribuidas en diez ciclos académicos; divididos en cuarenta y dos (42) asignaturas obligatorias, y veinticuatro (24) electivas, con sus respectivos prerrequisitos. De estas asignaturas electivas, el estudiante solo está obligado a llevar cinco (05), de acuerdo con las líneas de investigación a seguir.

## 1. RELACION DE ASIGNATURAS DE ESTUDIOS GENERALES

CÓDIGO	ASIGNATURAS
EG-103	QUÍMICA I
EG-104	TÉCNICAS DE REDACCIÓN Y ELOCUCIÓN
EG-204	ECOSISTEMAS Y RECURSOS NATURALES
EG-304	ESTADÍSTICA Y PROBABILIDADES
EG-405	CULTURA DE PAZ Y SEGURIDAD NACIONAL
EG-505	METODOLOGÍA DE LA ENSEÑANZA UNIVERSITARIA
EG-604	FORMULACIÓN Y EVALUACIÓN DE PROYECTOS DE INVERSIÓN
EG-704	EPISTEMOLOGÍA Y ÉTICA PROFESIONAL
EG-804	METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN CIENTÍFICA

## 2. RELACION DE ASIGNATURAS DE ESTUDIOS ESPECÍFICOS

CÓDIGO	ASIGNATURAS
EE-101	CÁLCULO I
EE-102	COMPLEMENTO DE MATEMÁTICA
EE-201	CÁLCULO II
EE-202	FÍSICA I
EE-203	LENGUAJE DE PROGRAMACIÓN CIENTÍFICA
EE-301	INTRODUCCIÓN A LAS ECUACIONES DIFERENCIALES
EE-302	FÍSICA II
EE-303	ANÁLISIS VECTORIAL Y TENSORIAL APLICADO A LA FÍSICA
EE-401	MÉTODOS NUMÉRICOS DE LA FÍSICA
EE-402	FÍSICA III

## 3. RELACION DE ASIGNATURAS DE ESPECIALIDAD

### Obligatorios

CÓDIGO	ASIGNATURAS
FI-403	MÉTODOS MATEMÁTICOS DE LA FÍSICA I
FI-404	<b>TERMODINÁMICA</b>
FI-501	MÉTODOS COMPUTACIONALES DE LA FÍSICA
FI-502	FÍSICA MODERNA
FI-503	MATEMÁTICA PARA MECÁNICA CUÁNTICA
FI-504	MECÁNICA CLÁSICA
FI-601	ELECTROMAGNETISMO I
FI-602	MECÁNICA CUÁNTICA I
FI-603	MÉTODOS MATEMÁTICOS DE LA FÍSICA II

FI-701	ELECTROMAGNETISMO II
FI-702	MECÁNICA CUÁNTICA II
FI-703	RELATIVIDAD ESPECIAL
FI-801	FÍSICA COMPUTACIONAL I
FI-802	FÍSICA ATÓMICA Y MOLECULAR
FI-803	ÓPTICA FÍSICA
FI-901	FÍSICA COMPUTACIONAL II
FI-902	INSTRUMENTACIÓN ELECTRÓNICA I
FI-903	MECÁNICA ESTADÍSTICA
FI-904	SEMINARIO DE TESIS I
FI-1001	FÍSICA DEL ESTADO SOLIDO
FI-1002	INSTRUMENTACIÓN ELECTRÓNICA II
FI-1003	FÍSICA NUCLEAR
FI-1004	SEMINARIO DE TESIS II

### Electivas

CÓDIGO	ASIGNATURAS
EL-606	<b>DINÁMICA NO LINEAL</b>
EL-706	TÓPICOS AVANZADOS DE LA FÍSICA COMPUTACIONAL
EL-806	TÓPICOS DE DISEÑO Y ANÁLISIS EXPERIMENTAL
EL-607	<b>PROCESAMIENTO DE IMÁGENES</b>
EL-707	GEODESIA SATELITAL
EL-807	<b>OCEANOGRAFÍA FÍSICA</b>
EL-608	<b>INTRODUCCIÓN A LA METROLOGÍA</b>
EL-708	<b>INCERTIDUMBRE DE LA MEDICIÓN</b>
EL-808	NORMAS DE CALIDAD PARA LA METROLOGÍA
EL-609	FÍSICA DE LAS RADIACIONES
EL-709	DOSIMETRÍA FÍSICA
EL-809	PROTECCIÓN RADIOLÓGICA
EL-610	<b>QUÍMICA II</b>
EL-710	CRISTALOGRAFÍA
EL-810	DIFRACCIÓN DE RAYOS X
EL-611	INTRODUCCIÓN A LA ASTRONOMÍA
EL-711	ÓPTICA E INSTRUMENTACIÓN ASTRONÓMICA
EL-811	ATMÓSFERAS ESTELARES
EL-612	INTRODUCCIÓN A LA NANOFÍSICA
EL-712	RELATIVIDAD GENERAL
EL-812	INTRODUCCIÓN A LA MECÁNICA CUÁNTICA RELATIVISTA
EL-613	CAMPOS CLÁSICOS
EL-713	TEORÍA CUÁNTICA DE CAMPOS I
EL-813	TEORÍA CUÁNTICA DE CAMPOS II

## IX. PLAN DE ESTUDIOS

De acuerdo al Reglamento de Estudios de Pregrado un crédito equivale a: (i) 16 horas de teoría; (ii) 32 horas de práctica; (iii) 32 horas de laboratorio.

PRIMER CICLO								
N°	CÓDIGO	ASIGNATURA	T	P	L	TH	C	PRE-REQUISITO
01	EE-101	CÁLCULO I	4	4	-	8	6	NINGUNO
02	EE-102	COMPLEMENTO DE MATEMÁTICA	4	4	-	8	6	NINGUNO
03	EG-103	QUÍMICA I	4	2	2	8	6	NINGUNO



04	EG-104	TÉCNICAS DE REDACCIÓN Y ELOCUCIÓN	3	2	-	5	4	NINGUNO
TOTAL			15	12	02	29	22	

SEGUNDO CICLO								
Nº	CÓDIGO	ASIGNATURA	T	P	L	TH	C	PRE-REQUISITO
05	EE-201	CÁLCULO II	4	4	-	8	6	EE-101
06	EE-202	FÍSICA I	4	2	2	8	6	EE-101 EE-102
07	EE-203	LENGUAJE DE PROGRAMACIÓN CIENTÍFICA	4	-	4	8	6	NINGUNO
08	EG-204	ECOSISTEMAS Y RECURSOS NATURALES	2	2	-	4	3	EG-104
TOTAL			14	08	06	28	21	

TERCER CICLO								
Nº	CÓDIGO	ASIGNATURA	T	P	L	TH	C	PRE-REQUISITO
09	EE-301	INTRODUCCIÓN A LAS ECUACIONES DIFERENCIALES	4	4	-	8	6	EE-201
10	EE-302	FÍSICA II	4	2	2	8	6	EE-202
11	EE-303	ANÁLISIS VECTORIAL Y TENSORIAL APLICADO A LA FÍSICA	4	4	-	8	6	EE-201
12	EG-304	ESTADÍSTICA Y PROBABILIDADES	2	2	2	6	4	EE-201
TOTAL			14	12	04	30	22	

CUARTO CICLO								
Nº	CÓDIGO	ASIGNATURA	T	P	L	TH	C	PRE-REQUISITO
13	EE-401	MÉTODOS NUMÉRICOS DE LA FÍSICA	4	-	4	8	6	EE-203
14	EE-402	FÍSICA III	4	2	2	8	6	EE-302
15	FI-403	MÉTODOS MATEMÁTICOS DE LA FÍSICA I	3	2	-	5	4	EE-301 EE-303
16	FI-404	TERMODINÁMICA	2	2	-	4	3	EE-301 EE-302
17	EG-405	CULTURA DE PAZ Y SEGURIDAD NACIONAL	2	2	-	4	3	EG-204
TOTAL			15	08	06	29	22	

QUINTO CICLO								
Nº	CÓDIGO	ASIGNATURA	T	P	L	TH	C	PRE-REQUISITO
18	FI-501	MÉTODOS COMPUTACIONALES DE LA FÍSICA	3	-	4	7	5	EE-401
19	FI-502	FÍSICA MODERNA	3	2	2	7	5	EE-402
20	FI-503	MATEMÁTICA PARA MECÁNICA CUÁNTICA	3	2	-	5	4	FI-403
21	FI-504	MECÁNICA CLÁSICA	4	2	-	6	5	EE-402 FI-403
22	EG-505	METODOLOGÍA DE LA ENSEÑANZA UNIVERSITARIA	2	2	-	4	3	EG-405
TOTAL			15	08	06	29	22	

SEXTO CICLO									
N°	CÓDIGO	ASIGNATURA	T	P	L	TH	C	PRE-REQUISITO	
23	FI-601	ELECTROMAGNETISMO I	4	2	-	6	5	EE-402	
24	FI-602	MECÁNICA CUÁNTICA I	4	2	-	6	5	FI-502 FI-503	
25	FI-603	MÉTODOS MATEMÁTICOS DE LA FÍSICA II	4	2	-	6	5	FI-403	
26	EG-604	FORMULACIÓN Y EVALUACIÓN DE PROYECTOS DE INVERSIÓN	3	2	-	5	4	EG-304 EG-505	
		ELECTIVO I					3		
TOTAL								22	

SÉPTIMO CICLO									
N°	CÓDIGO	ASIGNATURA	T	P	L	TH	C	PRE-REQUISITO	
27	FI-701	ELECTROMAGNETISMO II	4	2	-	6	5	FI-601	
28	FI-702	MECÁNICA CUÁNTICA II	4	2	-	6	5	FI-602	
29	FI-703	RELATIVIDAD ESPECIAL	4	2	-	6	5	FI-504 FI-601	
30	EG-704	EPISTEMOLOGÍA Y ÉTICA PROFESIONAL	3	2	-	5	4	EG-604	
		ELECTIVO II					3		
TOTAL								22	

OCTAVO CICLO									
N°	CÓDIGO	ASIGNATURA	T	P	L	TH	C	PRE-REQUISITO	
31	FI-801	FÍSICA COMPUTACIONAL I	3	-	4	7	5	FI-501	
32	FI-802	FÍSICA ATÓMICA Y MOLECULAR	4	2	-	6	5	FI-702	
33	FI-803	ÓPTICA FÍSICA	3	2	2	7	5	FI-701	
34	EG-804	METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN CIENTÍFICA	3	2	-	5	4	EG-704	
		ELECTIVO III					3		
TOTAL								22	

NOVENO CICLO									
N°	CÓDIGO	ASIGNATURA	T	P	L	TH	C	PRE-REQUISITO	
35	FI-901	FÍSICA COMPUTACIONAL II	3	-	4	7	5	FI-801	
36	FI-902	INSTRUMENTACIÓN ELECTRÓNICA I	3	-	4	7	5	FI-701	
37	FI-903	MECÁNICA ESTADÍSTICA	4	2	-	6	5	FI-702	
38	FI-904	SEMINARIO DE TESIS I	2	4	-	6	4	EG-804	
		ELECTIVO IV					3		
TOTAL								22	

DÉCIMO CICLO									
N°	CÓDIGO	ASIGNATURA	T	P	L	TH	C	PRE-REQUISITO	
39	FI-1001	FÍSICA DEL ESTADO SOLIDO	4	2	-	6	5	FI-902	
40	FI-1002	INSTRUMENTACIÓN ELECTRÓNICA II	3	-	4	7	5	FI-902	
41	FI-1003	FÍSICA NUCLEAR	3	2	2	7	5	FI-702	
42	FI-1004	SEMINARIO DE TESIS II	2	4	-	6	4	FI-904	
		ELECTIVO V					3		
TOTAL								22	



ASIGNATURAS ELECTIVAS								
N°	CÓDIGO	ASIGNATURAS	T	P	L	TH	C	PRE-REQUISITO
<b>LÍNEA DE INVESTIGACIÓN: FÍSICA COMPUTACIONAL</b>								
43	EL-606	DINÁMICA NO LINEAL	2	-	2	4	3	FI-501
44	EL-706	TÓPICOS AVANZADOS DE LA FÍSICA COMPUTACIONAL	2	-	2	4	3	EL-606
45	EL-806	TÓPICOS DE DISEÑO Y ANÁLISIS EXPERIMENTAL	2	-	2	4	3	EL-706
<b>LÍNEA DE INVESTIGACIÓN: GEOFÍSICA</b>								
46	EL-607	PROCESAMIENTO DE IMÁGENES	2	-	2	4	3	FI-504
47	EL-707	GEODESIA SATELITAL	2	-	2	4	3	EL-607
48	EL-807	OCEANOGRAFÍA FÍSICA	2	-	2	4	3	EL-707
<b>LÍNEA DE INVESTIGACIÓN: METROLOGÍA</b>								
49	EL-608	INTRODUCCIÓN A LA METROLOGÍA	2	2	-	4	3	FI-504
50	EL-708	INCERTIDUMBRE DE LA MEDICIÓN	2	2	-	4	3	EL-608
51	EL-808	NORMAS DE CALIDAD PARA LA METROLOGÍA	2	2	-	4	3	EL-708
<b>LÍNEA DE INVESTIGACIÓN: FÍSICA MEDICA</b>								
52	EL-609	FÍSICA DE LAS RADIACIONES	2	2	-	4	3	FI-502
53	EL-709	DOSIMETRÍA FÍSICA	2	2	-	4	3	EL-609
54	EL-809	PROTECCIÓN RADIOLÓGICA	2	2	-	4	3	EL-709
<b>LÍNEA DE INVESTIGACIÓN: FÍSICA DE LA MATERIA CONDENSADA</b>								
55	EL-610	QUÍMICA II	1	2	2	5	3	FI-404 EG-103
56	EL-710	CRISTALOGRAFÍA	1	2	2	5	3	EL-610
57	EL-810	DIFRACCIÓN DE RAYOS X	1	2	2	5	3	EL-710
<b>LÍNEA DE INVESTIGACIÓN: ASTROFÍSICA</b>								
58	EL-611	INTRODUCCIÓN A LA ASTRONOMÍA	2	2	-	4	3	FI-502
59	EL-711	ÓPTICA E INSTRUMENTACIÓN ASTRONÓMICA	2	2	-	4	3	EL-611
60	EL-811	ATMÓSFERAS ESTELARES	2	2	-	4	3	EL-711
<b>LÍNEA DE INVESTIGACIÓN: FÍSICA TEÓRICA</b>								
61	EL-612	INTRODUCCIÓN A LA NANOFÍSICA	2	2	-	4	3	FI-503 FI-504
62	EL-712	RELATIVIDAD GENERAL	2	2	-	4	3	EL-612
63	EL-812	INTRODUCCIÓN A LA MECÁNICA CUÁNTICA RELATIVISTA	2	2	-	4	3	EL-712
<b>LÍNEA DE INVESTIGACIÓN: FÍSICA NUCLEAR Y PARTÍCULAS ELEMENTALES</b>								
64	EL-613	CAMPOS CLÁSICOS	2	2	-	4	3	FI-503 FI-504
65	EL-713	TEORÍA CUÁNTICA DE CAMPOS I	2	2	-	4	3	EL-613
66	EL-813	TEORÍA CUÁNTICA DE CAMPOS II	2	2	-	4	3	EL-713

## X. MALLA CURRICULAR DE LA CARRERA PROFESIONAL DE FÍSICA - HORAS SEMESTRALES

PRIMER CICLO									
N°	CÓDIGO	CICLO	ASIGNATURA	TIPO	C	HORA POR CICLO			PRE REQ
						TEÓRICAS	PRÁCTICAS	TOTAL	CÓDIGO
1	EE-101	I	CÁLCULO I	O	6	64	64	128	
2	EE-102	I	COMPLEMENTO DE MATEMÁTICA	O	6	64	64	128	
3	EG-103	I	QUÍMICA I	O	6	64	64	128	
4	EG-104	I	TÉCNICAS DE REDACCIÓN Y ELOCUCIÓN	O	4	48	32	80	
<b>TOTAL</b>					<b>22</b>	<b>240</b>	<b>192</b>	<b>464</b>	

SEGUNDO CICLO									
N°	CÓDIGO	CICLO	ASIGNATURA	TIPO	C	HORA POR CICLO			PRE REQ
						TEÓRICAS	PRÁCTICAS	TOTAL	CÓDIGO
5	EE-201	II	CÁLCULO II	O	6	64	64	128	EE-101
6	EE-202	II	FÍSICA I	O	6	64	64	128	EE-101/EE-102
7	EE-203	II	LENGUAJE DE PROGRAMACIÓN CIENTÍFICA	O	6	64	64	128	
8	EG-204	II	ECOSISTEMAS Y RECURSOS NATURALES	O	3	32	32	64	EG-104
<b>TOTAL</b>					<b>21</b>	<b>224</b>	<b>128</b>	<b>448</b>	

TERCER CICLO									
N°	CÓDIGO	CICLO	ASIGNATURA	TIPO	C	HORA POR CICLO			PRE REQ
						TEÓRICAS	PRÁCTICAS	TOTAL	CÓDIGO
9	EE-301	III	INTRODUCCIÓN A LAS ECUACIONES DIFERENCIALES	O	6	64	64	128	EE-201
10	EE-302	III	FÍSICA II	O	6	64	64	128	EE-202
11	EE-303	III	ANÁLISIS VECTORIAL Y TENSORIAL APLICADO A LA FÍSICA	O	6	64	64	128	EE-201
12	EG-304	III	ESTADÍSTICA Y PROBABILIDADES	O	4	32	64	96	EE-201
<b>TOTAL</b>					<b>22</b>	<b>224</b>	<b>192</b>	<b>480</b>	

CUARTO CICLO									
N°	CÓDIGO	CICLO	ASIGNATURA	TIPO	C	HORA POR CICLO			PRE REQ
						TEÓRICAS	PRÁCTICAS	TOTAL	CÓDIGO
13	EE-401	IV	MÉTODOS NUMÉRICOS DE LA FÍSICA	O	6	64	64	128	EE-203



14	EE-402	IV	FÍSICA III	O	6	64	64	128	EE-302
15	FI-403	IV	MÉTODOS MATEMÁTICOS DE LA FÍSICA I	O	4	48	32	80	EE- 301/EE- 303
16	FI-404	IV	TERMODINÁMICA	O	3	32	32	64	EE- 301/EE- 302
17	EG-405	IV	CULTURA DE PAZ Y SEGURIDAD NACIONAL	O	3	32	32	64	EG-204
<b>TOTAL</b>					<b>22</b>	<b>240</b>	<b>128</b>	<b>464</b>	

<b>QUINTO CICLO</b>									
N°	CÓDIGO	CICLO	ASIGNATURA	TIPO	C	HORA POR CICLO			PRE REQ
						TEÓRICAS	PRÁCTICAS	TOTAL	CÓDIGO
18	FI-501	V	MÉTODOS COMPUTACIONALES DE LA FÍSICA	O	5	48	64	112	EE-401
19	FI-502	V	FÍSICA MODERNA	O	5	48	64	112	FI-402
20	FI-503	V	MATEMÁTICA PARA MECÁNICA CUÁNTICA	O	4	48	32	80	EE-403
21	FI-504	V	MECÁNICA CLÁSICA	O	5	64	32	96	EE- 402/EE- 403
22	EG-505	V	METODOLOGÍA DE LA ENSEÑANZA UNIVERSITARIA	O	3	32	32	64	EG-405
<b>TOTAL</b>					<b>22</b>	<b>240</b>	<b>128</b>	<b>464</b>	

<b>SEXTO CICLO</b>										
N°	CÓDIGO	CICLO	ASIGNATURA	TIPO	C	HORA POR CICLO			PRE REQ	
						TEÓRICAS	PRÁCTICAS	TOTAL	CÓDIGO	
23	FI-601	VI	ELECTROMAGNETISMO I	O	5	64	32	96	EE-402	
24	FI-602	VI	MECÁNICA CUÁNTICA I	O	5	64	32	96	FI-502/FI- 503	
25	FI-603	VI	MÉTODOS MATEMÁTICOS DE LA FÍSICA II	O	5	64	32	96	FI-403	
26	EG-604	VI	FORMULACIÓN EVALUACIÓN PROYECTOS INVERSIÓN	Y DE DE	O	4	48	32	80	EG- 304/EG- 505
27	0	VI	ELECTIVO	E	3	32	32	0	<b>VER TABLA 6</b>	
<b>TOTAL</b>					<b>22</b>	<b>240</b>	<b>128</b>	<b>368</b>		

<b>SÉPTIMO CICLO</b>									
N°	CÓDIGO	CICLO	ASIGNATURA	TIPO	C	HORA POR CICLO			PRE REQ
						TEÓRICAS	PRÁCTICAS	TOTAL	CÓDIGO
28	FI-701	VII	ELECTROMAGNETISMO II	O	5	64	32	96	FI-601
29	FI-702	VII	MECÁNICA CUÁNTICA II	O	5	64	32	96	FI-602

30	FI-703	VII	RELATIVIDAD ESPECIAL	O	5	64	32	96	FI-504/FI-601
31	EG-704	VII	EPISTEMOLOGÍA Y ÉTICA PROFESIONAL	O	4	48	32	80	EG-604
32	0	VII	ELECTIVO	E	3	32	32	0	<b>VER TABLA 6</b>
<b>TOTAL</b>					<b>22</b>	<b>240</b>	<b>128</b>	<b>368</b>	

<b>OCTAVO CICLO</b>									
N°	CÓDIGO	CICLO	ASIGNATURA	TIPO	C	HORA POR CICLO			PRE REQ
						TEÓRICAS	PRÁCTICAS	TOTAL	CÓDIGO
33	FI-801	VIII	FÍSICA COMPUTACIONAL I	O	5	48	64	112	FI-501
34	FI-802	VIII	FÍSICA ATÓMICA Y MOLECULAR	O	5	64	32	96	FI-702
35	FI-803	VIII	ÓPTICA FÍSICA	O	5	48	64	112	FI-701
36	EG-804	VIII	METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN CIENTÍFICA	O	4	48	32	80	EG-704
37	0	VIII	ELECTIVO	E	3	32	32	0	<b>VER TABLA 6</b>
<b>TOTAL</b>					<b>22</b>	<b>208</b>	<b>96</b>	<b>400</b>	

<b>NOVENO CICLO</b>									
N°	CÓDIGO	CICLO	ASIGNATURA	TIPO	C	HORA POR CICLO			PRE REQ
						TEÓRICAS	PRÁCTICAS	TOTAL	CÓDIGO
38	FI-901	IX	FÍSICA COMPUTACIONAL II	O	5	48	64	112	FI-801
39	FI-902	IX	INSTRUMENTACIÓN ELECTRÓNICA I	O	5	48	64	112	FI-701
40	FI-903	IX	MECÁNICA ESTADÍSTICA	O	5	64	32	96	FI-702
41	FI-904	IX	SEMINARIO DE TESIS I	O	4	32	64	96	FI-804
42	0	IX	ELECTIVO	E	3	32	32	0	<b>VER TABLA 6</b>
<b>TOTAL</b>					<b>22</b>	<b>192</b>	<b>96</b>	<b>416</b>	

<b>DECIMO CICLO</b>									
N°	CÓDIGO	CICLO	ASIGNATURA	TIPO	C	HORA POR CICLO			PRE REQ
						TEÓRICAS	PRÁCTICAS	TOTAL	CÓDIGO
43	FI-1001	X	FÍSICA DEL ESTADO SOLIDO	O	5	64	32	96	FI-902
44	FI-1002	X	INSTRUMENTACIÓN ELECTRÓNICA II	O	5	48	64	112	FI-902
45	FI-1003	X	FÍSICA NUCLEAR	O	5	48	64	112	FI-702
46	FI-1004	X	SEMINARIO DE TESIS II	O	4	32	64	96	FI-904
47	0	X	ELECTIVO	E	3	32	32	0	<b>VER TABLA 6</b>
<b>TOTAL</b>					<b>22</b>	<b>192</b>	<b>128</b>	<b>416</b>	



**CUADRO CONSOLIDADO DE CREDITAJE**

TOTAL DE CRÉDITOS ASIGNATURAS GENERALES	35
TOTAL CRÉDITOS ASIGNATURAS ESPECIFICAS	60
TOTAL CRÉDITOS ASIGNATURAS DE ESPECIALIDAD	124
TOTAL CRÉDITOS	219

<b>TABLA DE CURSOS ELECTIVOS</b>									
N°	CÓDIGO	CICLO	ASIGNATURA	TIPO	C	HORA POR CICLO			PRE REQ
						TEÓRICAS	PRÁCTICAS	TOTAL	CÓDIGO
1	EL-606	VI	DINÁMICA NO LINEAL	E	3	32	32	64	FI-501
2	EL-607	VI	PROCESAMIENTO DE IMÁGENES	E	3	32	32	64	FI-504
3	EL-608	VI	INTRODUCCIÓN A LA METROLOGÍA	E	3	32	32	64	FI-504
4	EL-609	VI	FÍSICA DE LAS RADIACIONES	E	3	32	32	64	FI-502
5	EL-610	VI	QUÍMICA II	E	3	32	32	80	FI-404 EG-103
6	EL-611	VI	INTRODUCCIÓN A LA ASTRONOMÍA	E	3	32	32	64	FI-502
7	EL-612	VI	INTRODUCCIÓN A LA NANOFÍSICA	E	3	32	32	64	FI-503 FI-504
8	EL-613	VI	CAMPOS CLÁSICOS	E	3	32	32	64	FI-503 FI-504
9	EL-706	VII	TÓPICOS AVANZADOS DE LA FÍSICA COMPUTACIONAL	E	3	32	32	64	EL-606
10	EL-707	VII	GEODESIA SATELITAL	E	3	32	32	64	EL-607
11	EL-708	VII	INCERTIDUMBRE DE LA MEDICIÓN	E	3	32	32	64	EL-608
12	EL-709	VII	DOSIMETRÍA FÍSICA	E	3	32	32	64	EL-609
13	EL-710	VII	CRISTALOGRAFÍA	E	3	32	32	80	EL-610
14	EL-711	VII	ÓPTICA E INSTRUMENTACIÓN ASTRONÓMICA	E	3	32	32	64	EL-611
15	EL-712	VII	RELATIVIDAD GENERAL	E	3	32	32	64	EL-612
16	EL-713	VII	TEORÍA CUÁNTICA DE CAMPOS I	E	3	32	32	64	EL-613
17	EL-806	VIII	TÓPICOS DE DISEÑO Y ANÁLISIS EXPERIMENTAL	E	3	32	32	64	EL-706
18	EL-807	VIII	OCEANOGRAFÍA FÍSICA	E	3	32	32	64	EL-707
19	EL-808	VIII	NORMAS DE CALIDAD PARA LA METROLOGÍA	E	3	32	32	64	EL-708
20	EL-809	VIII	PROTECCIÓN RADIOLÓGICA	E	3	32	32	64	EL-709

21	EL-810	VIII	DIFRACCIÓN DE RAYOS X	E	3	32	32	80	EL-710
22	EL-811	VIII	ATMÓSFERAS ESTELARES	E	3	32	32	64	EL-711
23	EL-812	VIII	INTRODUCCIÓN A LA MECÁNICA CUÁNTICA RELATIVISTA	E	3	32	32	64	EL-712
24	EL-813	VIII	TEORÍA CUÁNTICA DE CAMPOS II	E	3	32	32	64	EL-713

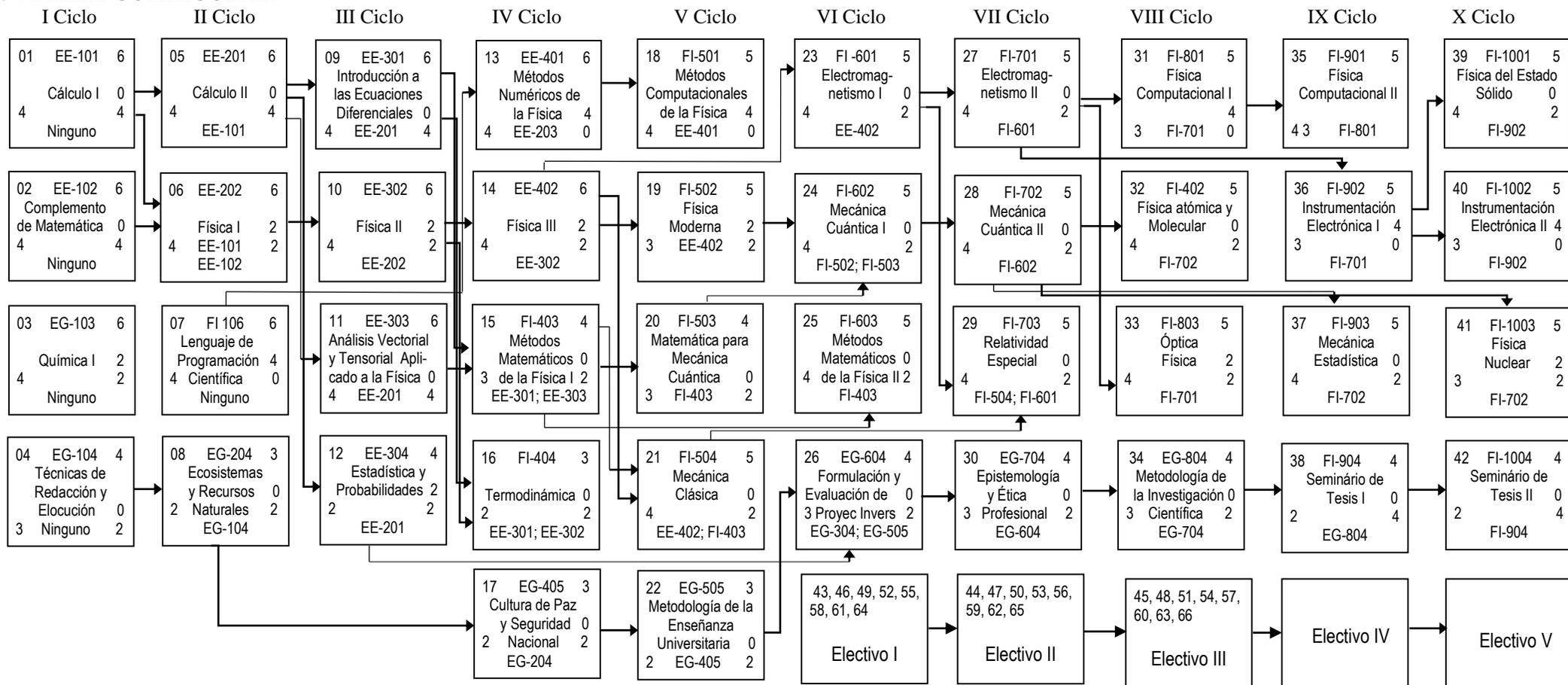
<b>CURSOS GENERALES</b>									
N°	CÓDIGO	CICLO	ASIGNATURA	TIPO	C	HORA POR CICLO			PRE REQ
						TEÓRICAS	PRÁCTICAS	TOTAL	CÓDIGO
1	EG-103	I	QUÍMICA I	O	6	64	64	128	
2	EG-104	I	TÉCNICAS DE REDACCIÓN Y ELOCUCIÓN	O	4	48	32	80	
3	EG-204	II	ECOSISTEMAS Y RECURSOS NATURALES	O	3	32	32	64	EG-104
4	EG-304	III	ESTADÍSTICA Y PROBABILIDADES	O	4	32	64	96	EE-201
6	EG-405	IV	CULTURA DE PAZ Y SEGURIDAD NACIONAL	O	3	32	32	64	EG-204
7	EG-505	V	METODOLOGÍA DE LA ENSEÑANZA UNIVERSITARIA	O	3	32	32	64	EG-405
8	EG-604	VI	FORMULACIÓN Y EVALUACIÓN DE PROYECTOS DE INVERSIÓN	O	4	48	32	80	EG-304/EG-505
9	EG-704	VII	EPISTEMOLOGÍA Y ÉTICA PROFESIONAL	O	4	48	32	80	EG-604
10	EG-804	VIII	METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN CIENTÍFICA	O	4	48	32	80	EG-704
<b>TOTAL</b>					<b>35</b>	<b>384</b>	<b>352</b>	<b>736</b>	

### CRÉDITOS PARA EGRESAR

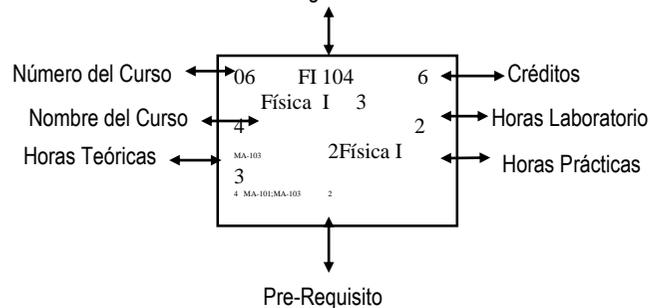
CRÉDITOS ASIGNATURAS GENERALES	35
TOTAL CRÉDITOS ASIGNATURAS ESPECIFICAS Y DE ESPECIALIDAD	184
TOTAL CRÉDITOS	219



# XI. MALLA CURRICULAR



Código del Curso



## XII. SUMILLAS DE ASIGNATURAS

### PRIMER SEMESTRE

#### 1. CÁLCULO I

*Naturaleza:* Asignatura teórica-práctica perteneciente al área de estudios específicos.

*Propósito:* Iniciar a los estudiantes en el estudio y comprensión de las estructuras matemáticas. Capacitar a los estudiantes para las operaciones con los números reales. Familiarizar al estudiante con las aplicaciones del cálculo diferencial en los problemas físicos.

*Contenido:* Un curso especializado de naturaleza teórico práctica y desarrolla las ideas fundamentales del cálculo diferencial e integral tales como, límite y continuidad de funciones reales, la derivada de una función real y sus aplicaciones, la integral indefinida, métodos de integración, la integral y sus aplicaciones, integrales impropias, áreas, volúmenes, superficies y coordenadas polares.

#### 2. COMPLEMENTO DE MATEMÁTICA

*Naturaleza:* Asignatura teórica-práctica perteneciente al área de estudios específicos.

*Propósito:* Proporcionar al estudiante una nueva visión de la Geometría a través del concepto de vectores y de las operaciones que se definen en torno a él, con el fin de capacitarlo para solucionar problemas de la física, el cálculo y otras disciplinas en una forma más sencilla. Estudiar las propiedades, la representación gráfica y la interpretación vectorial de los números complejos. Aplicar correctamente las propiedades de las matrices y determinantes, a la solución de sistemas de ecuaciones lineales.

*Contenido:* Estudia en forma general el álgebra vectorial, en espacios euclidianos. La geometría analítica tanto cartesiana como vectorial, una introducción al sistema de los números complejos. Polinomios en  $R[x]$ , teoría de ecuaciones y un breve enfoque a la teoría de matrices.

#### 3. QUÍMICA I

*Naturaleza:* Asignatura teórica-práctica perteneciente al área de estudios generales.

*Propósito:* Relacionar los conceptos básicos con los fenómenos físico-químicos de la vida cotidiana y de los avances tecnológicos. Motivar al estudiante en el enfoque interdisciplinario de la investigación científica en el área de las ciencias básicas.

*Contenido:* Conceptos básicos sobre teoría atómica, configuración electrónica, y propiedades periódicas. Desarrollo del concepto de enlazamiento químico, geometría molecular y teorías del enlace químico, RPECV, orbitales híbridos, orbitales moleculares. Aprestamiento en el manejo de los conceptos estequiométricos y su aplicación a los conceptos de gases ideales y reales. Desarrollo del criterio de las fuerzas intermoleculares y los estados condensados mediante diagramas de fases. Desarrollo del concepto de solución acuosa y molecular. Tratamiento de las reacciones químicas y estequiometría de disoluciones. Introducción a la problemática ambiental desde la perspectiva físico-química. Se efectuarán prácticas de laboratorio complementarias.

#### 4. TÉCNICAS DE REDACCIÓN Y ELOCUCIÓN

*Naturaleza:* Asignatura teórica-práctica perteneciente al área de estudios generales.

*Propósito:* Desarrollar la habilidad comunicativa del estudiante a través del uso del lenguaje con propiedad y corrección, tanto al hablar como al escribir. Lograr que el estudiante mejore



sus niveles expresivos, ofreciendo técnicas de redacción y elocución. Lograr la práctica de los contenidos temáticos, utilizando los aspectos normativos de la ortografía y gramática en general.

*Contenido:* Analizar y ejercitar las actividades del pensar, crear, reflexionar y correlación mediante la lectura comprensiva. Repasar la gramática castellana fundamental y aprender técnicas de elaboración de textos, acopio de datos mediante el fichaje y oratoria en general. Elaborar documentos de uso común y organizar una Monografía. Exponer temas libres, utilizando los principios básicos de la elocución. El aprendizaje y sus características, métodos y técnicas de estudio, la administración del tiempo y los exámenes, la investigación y el registro de información en fichas.

## **SEGUNDO SEMESTRE**

### **5. CÁLCULO II**

*Naturaleza:* Asignatura teórica-práctica perteneciente al área de estudios específicos.

*Propósito:* Proporcionar al estudiante los conocimientos básicos del cálculo integral y de las series. Lograr que el estudiante sea capaz de calcular integrales y aplicarlas en problemas físicos, así como calcular series.

*Contenido:* La integral indefinida. Métodos de integración. Integración de funciones racionales. Integración de funciones irracionales. Integración de funciones trascendentes. Integral definida. Integral definida con límite superior variable. Cambio de variable e integración por partes. Integral impropia. Aplicaciones físicas y geométricas de la integral. Integrales múltiples.

### **6. FÍSICA I**

*Naturaleza:* Asignatura teórica-práctica-experimental de carácter obligatorio perteneciente al área de estudios específicos.

*Propósito:* Desarrollar los contenidos temáticos que contribuyen a la formación del perfil profesional del físico mediante el logro de competencias, habilidades, destrezas y actitudes que le permitan interpretar y usar en su especialidad los conceptos, las leyes y las aplicaciones fundamentales de la mecánica de Newton de partículas, sistemas de partículas y cuerpos rígidos.

*Contenido:* Magnitudes físicas y vectores. Movimiento de una partícula. Dinámica de una partícula. Trabajo y Energía. Sistemas de partículas y generalización de los principios de conservación. Movimiento del cuerpo rígido. Equilibrio estático de un cuerpo rígido. Gravitación.

### **7. LENGUAJE DE PROGRAMACIÓN CIENTÍFICA**

*Naturaleza:* Asignatura teórica-práctica perteneciente al área de estudios específicos.

*Propósito:* Conocer los fundamentos de la computación y la programación que le permitirán implementar técnicas numéricas para la solución de problemas empleando el lenguaje Fortran. Reconocer la importancia de utilizar la programación como una herramienta de apoyo para la solución de problemas de física.

Conocer los elementos básicos de una computadora y del ambiente Linux, que le permitan desarrollar las actividades planeadas en el curso. Conocer los elementos básicos de la programación, así como los diferentes elementos de un programa Fortran. Aplicar los conceptos de programación para la solución de problemas sencillos, generando programas confiables, estructurados, claros y de fácil mantenimiento

*Contenido:* Sistema Operativo: WINDOW, LINUX Software, Hardware. Fundamentos de Programación, elementos de simulación computacional. Lenguajes de programación de alto

nivel y bajo nivel, intérpretes y compiladores (FORTRAN, MATLAB). Representación de números enteros, reales, número de máquina, precisión numérica y análisis de error. Técnicas de programación, planificación, diseño, compilación (pseudo-códigos y diagrama de flujo). Técnicas de programación estructurada, algoritmos, características. Estructura de control secuencial, estructuras selectivas simples, dobles y múltiples. Estructuras repetitivas y anidadas. Procedimientos mediante funciones, subrutinas y módulos. Formatos de entrada y salida numérica y cadena de caracteres. Arreglos unidimensionales, bidimensionales y multidimensionales. Lectura y/o salida de datos por fichero para datos tipo (.txt, .dat, .bin, NedCDF, etc.). Salida de gráficos mediante MATLAB, GNU PLOT, etc. Aplicaciones al trabajo científico y tecnológico.

## **8. ECOSISTEMAS Y RECURSOS NATURALES**

*Naturaleza:* Asignatura teórica-práctica perteneciente al área de estudios generales.

*Propósito:* Identificar y valorar los ecosistemas y recursos naturales del Perú, conocer la interrelación entre ellos, en cuanto al impacto en el ecosistema asociado al recurso natural que el hombre usufructuará.

*Contenido:* Fundamentos de ecología en relación con los ecosistemas. Identificación e importancia de los ecosistemas del Perú. Identificación de los recursos naturales del Perú. Fundamentos del desarrollo sostenible y su ámbito de aplicación, así como la legislación nacional e internacional pertinente.

## **TERCER SEMESTRE**

## **9. INTRODUCCIÓN A LAS ECUACIONES DIFERENCIALES**

*Naturaleza:* Asignatura teórica-práctica perteneciente al área de estudios específicos.

*Propósito:* Conocer la variedad de fenómenos que se modelan con ecuaciones diferenciales ordinarias y parciales. Deducir las ecuaciones diferenciales fundamentales a partir de principios físicos. Proporcionar al estudiante las técnicas de soluciones explícitas de las ecuaciones diferenciales. Comprender el comportamiento de las soluciones obtenidas de las diferentes ecuaciones diferenciales que describen fenómenos físicos, enfatizando en la información física que revelan.

*Contenido:* Curso teórico práctico y de carácter obligatorio, comprende el estudio de clasificación de las ecuaciones diferenciales. Ecuaciones diferenciales lineales. Ecuaciones diferenciales especiales. Métodos para obtener soluciones. Sucesiones y serie. Métodos de series de potencias. Transformada de Laplace y aplicaciones. Series de Fourier. Introducción a las ecuaciones diferenciales parciales. Método de separación de variables.

## **10. FÍSICA II**

*Naturaleza:* Asignatura teórica-práctica-experimental de carácter obligatorio perteneciente al área de estudios específicos.

*Propósito:* Desarrollar los contenidos temáticos que contribuyen a la formación del perfil profesional del físico mediante el logro de competencias, habilidades, destrezas y actitudes que le permitan comprender, analizar y usar en su especialidad los conceptos, las leyes y las aplicaciones fundamentales de la mecánica de los cuerpos deformables, las oscilaciones, el calor y la termodinámica.

*Contenido:* Elasticidad. Estática y Dinámica de fluidos. Tensión superficial. Movimiento oscilatorio. Ondas mecánicas y sonido. Temperatura. Dilatación. Teoría cinética de los gases. Leyes de la termodinámica.



## **11. ANÁLISIS VECTORIAL Y TENSORIAL APLICADO A LA FÍSICA**

*Naturaleza:* Asignatura teórica-práctica perteneciente al área de estudios específicos.

*Propósito:* Proporcionar al estudiante una herramienta matemática adecuada para el tratamiento de las diferentes magnitudes físicas a nivel superior. Introducir los conceptos y principios del análisis vectorial y tensorial con sus aplicaciones en los problemas físicos.

*Contenido:* El álgebra de vectores. Cálculo diferencial de vectores. Geometría diferencial. Integración. Aplicaciones del álgebra vectorial. Análisis tensorial y la geometría de Riemann. Componentes físicas de tensores. Símbolos de Christoffel en coordenadas ortogonales. Aplicaciones del análisis tensorial. Álgebra tensorial en mecánica de fluidos. Elementos de mecánica de fluidos. Ecuaciones del flujo de fluidos en el espacio euclidiano.

## **12. ESTADÍSTICA Y PROBABILIDADES**

*Naturaleza:* Asignatura teórica-práctica perteneciente al área de estudios generales.

*Propósito:* Proporcionar al estudiante las técnicas de la Estadística Descriptiva y del Cálculo de Probabilidades como herramienta básica en su formación profesional. Lograr que el estudiante comprenda las técnicas y métodos de recopilación, clasificación, presentación y descripción de los datos y sus aplicaciones

*Contenido:* Estadística Descriptiva: Presentación de gráficos; estadígrafos de posición y de dispersión, medidas de asimetría y curtosis, momentos muestrales; distribuciones bidimensionales, distribuciones marginales. Cálculo de Probabilidades: Experimentos aleatorios aplicados a la Física. Álgebra de eventos; función de probabilidad, función de densidad y de cuantía. Funciones de Distribución de variables aleatorias Discretas y continuas. Distribuciones muestrales. Prueba de hipótesis. Aplicaciones en Física usando el programa SPSS.

## **CUARTO SEMESTRE**

### **13. MÉTODOS NUMÉRICOS DE LA FÍSICA**

*Naturaleza:* Asignatura teórica-práctica perteneciente al área de estudios específicos.

*Propósito:* Proporcionar al estudiante, las técnicas numéricas de computación, considerando como herramienta el lenguaje de programación científica Fortran 95. Capacitar al estudiante para explorar regiones de comportamiento físico solo accesibles con el cálculo numérico.

*Contenido:* Raíces de ecuaciones no lineales, raíz de intervalos cerrados, método de bisección, falsa posición, método abierto, iteración de punto fijo, método de Newton Raphson, secante. Análisis de error en los métodos iterativos, aceleración de convergencia, raíces de polinomios y el método de Muller. Técnicas iterativas en algebra de matrices. Normas y vectores de matrices, autovalores y autovectores, técnicas iterativas para resolver sistemas lineales, estimación de error y refinamiento iterativo. Métodos exactos, método de Gauss, Gauss-Jordán, inversa, Cholesky. Métodos iterativos, Jacobi, Gauss-Seidel. Algebra lineal y autovalores, métodos de potencia, método de Householder, algoritmo QR. Método para sistemas de ecuaciones no lineales. Puntos fijos para funciones de varias variables, método de newton, método cuasi-newton, técnicas de descenso rápido. Interpolación y aproximación polinomial, polinomio de Lagrange, interpolación de Neville, diferencias divididas, “splines” cúbicos y de Hermite. Aplicaciones al trabajo científico y tecnológico.

### **14. FÍSICA III**

*Naturaleza:* Asignatura teórica-práctica-experimental de carácter obligatorio perteneciente al área de estudios específicos.

*Propósito:* Desarrollar los contenidos temáticos que contribuyen a la formación del perfil profesional del físico mediante el logro de competencias, habilidades, destrezas y actitudes que le permitan interpretar y usar en su especialidad los conceptos, las leyes y las aplicaciones fundamentales de la electricidad y el magnetismo.

*Contenido:* Carga eléctrica: distribuciones discretas y continuas. Campo y Potencial eléctrico. Capacidad, Dieléctricos y Energía Electroestática. Corriente eléctrica y Circuitos de corriente continua. Campo magnético. Fuentes del campo magnético. Inducción magnética. Magnetismo en la materia. Circuitos de corriente alterna. Ecuaciones de Maxwell en forma diferencial. Propagación de las ondas electromagnéticas.

## **15. MÉTODOS MATEMÁTICOS DE LA FÍSICA I**

*Naturaleza:* Asignatura teórica-práctica perteneciente al área de estudios de especialidad.

*Propósito:* Capacitar al estudiante en la solución de problemas de Física que involucren el método de las funciones de variables complejas. Conocer y analizar las soluciones de las ecuaciones diferenciales de segundo orden. Aplicar las series de Fourier y la transformada de Laplace en el análisis y solución de problemas físicos.

*Contenido:* Funciones de una variable compleja. Límites. Continuidad. Derivadas. Ecuaciones de Cauchy-Riemann. Funciones analítica y armónica. Integración compleja. Teoremas de Cauchy, de Cauchy-Goursat y de Morera. Series de potencias. Series de Taylor y de Laurent. Singularidades. Teorema del residuo. Aplicación Conformal. Función Gamma y Beta. Ecuaciones diferenciales de segundo orden: Método de Frobenius. Método matricial. Series de Fourier. Transformadas de Fourier. Transformada de Laplace. Aplicaciones de las transformadas de Fourier y de Laplace.

## **16. TERMODINÁMICA**

*Naturaleza:* Asignatura teórica-práctica perteneciente al área de estudios de especialidad

*Propósito:* Describir los aspectos principales de la Termodinámica sobre la base de sus postulados, leyes y principios fundamentales, considerando los resultados experimentales. Comprender el significado del enfoque termodinámico relacionado con el estudio de los problemas físicos y sus aplicaciones en las diversas áreas interdisciplinarias. Estudiar las leyes básicas de la termodinámica de equilibrio, así como algunas de sus aplicaciones a los sistemas Físicos más importantes en la formación de un Físico, como son la radiación del cuerpo negro, las transiciones de fase y las reacciones químicas.

*Contenido:* Conceptos fundamentales y principios básicos de la termodinámica. Leyes fundamentales y ecuaciones de la termodinámica. Ecuaciones de estado para un gas no ideal. La ley cero y la temperatura. Sistemas termodinámicos. La Primera Ley de la termodinámica. Formulación general para volúmenes de control. Intercambiadores de calor. La Segunda Ley de la termodinámica. La segunda ley aplicada a un volumen de control. Formulación Gibbsiana de la termodinámica. Condiciones de equilibrio y de estabilidad de los sistemas termodinámicos. La Tercera ley de la termodinámica. Transiciones de fase de primer orden y fenómenos críticos.

## **17. CULTURA DE PAZ Y SEGURIDAD NACIONAL**

*Naturaleza:* Asignatura de carácter teórico-práctico que corresponde a estudios generales.

*Propósito:* Lograr en los participantes a desarrollar y consolidar competencias ciudadanas, valorar y acrecentar el sentimiento como nación, comprometido con su país para contribuir y propiciar una cultura de paz y participación en la seguridad y defensa nacional. Acrecentar su identidad nacional, al conocer la realidad del país, la visión geopolítica del Perú en el continente americano y en el mundo, sus fortalezas y debilidades, participando en el desarrollo



nacional, la defensa nacional, la consolidación de la nación y el fortalecimiento del Estado y el estudio de la Constitución Política. Además, propiciar la valoración crítica del Perú en sus aspectos de infraestructura, producción, grupos sociales, salud, educación, cultura y política, explicando los diversos fenómenos sociales y culturales que han determinado la configuración histórica del país, valorando el planeamiento estratégico, las amenazas geopolíticas, al medio ambiente y la seguridad mundial, en el proceso de globalización.

*Contenido:* Corrientes filosóficas. La cultura andina y el Perú contemporáneo. Formación ciudadana, cultura de paz, seguridad y defensa nacional; desarrollo y crecimiento económico. Conflicto entre naciones. El fenómeno social y leyes sociales. El Estado y la Constitución Política. Base económica y superestructura. El desarrollo social, el poder político, las medidas gubernamentales, los conflictos sociales y la sociedad peruana. Realidad e identidad nacional. El proyecto nacional: Bases teóricas y metodológicas del planeamiento estratégico y programas; misión, visión; valores y sinergia institucional; análisis-síntesis, matriz, estructura, desarrollo, aplicación y evaluación del planeamiento estratégico. Nueva visión geopolítica del Perú y del mundo contemporáneo. Modelos económicos, geodemografía, globalización del Perú contemporáneo.

## **QUINTO SEMESTRE**

### **18. MÉTODOS COMPUTACIONALES DE LA FÍSICA**

*Naturaleza:* Asignatura de carácter teórico-práctico que corresponde a estudios de especialidad.

*Propósito:* La asignatura de métodos Computacionales de la Física, es de naturaleza teórico práctico y es de carácter obligatorio, cuyo propósito es iniciar a los estudiantes en el uso del manejo del lenguaje Científico Fortran, a la solución de problemas físicos y que les permita aplicar estos conocimientos en sus labores educativas y de investigación.

*Contenido:* Integración numérica y compuesta, método del trapecio, Simpson, Romberg, cuadratura gaussiana, integrales dobles y triples, integración impropias. Problemas de valor inicial para EDO. Teoría elemental de los problemas de valores iniciales. Método de Euler, Runge-Kutta orden 2 y 4, Métodos para EDO de orden superior y para sistema de EDO, control de error y el método de Runge-Kutta-Fehlberg, Métodos multipaso y con paso variable, métodos de extrapolación, técnicas para sistemas de EDO, estabilidad, ecuaciones diferenciales rígidas. Problemas de valores en la frontera para EDO. Método de disparo lineal, método de disparo para problemas no lineales, métodos de diferencias finitas para problemas no lineales, método de Rayleigh-Ritz. Aplicaciones a sistemas continuos no lineales y casos específicos de fenómenos físicos.

### **19. FÍSICA MODERNA**

*Naturaleza:* Asignatura teórica-práctica perteneciente al área de estudios de especialidad.

*Propósito:* Proporcionar al estudiante los conceptos básicos de la teoría de la física cuántica, así como formular y describir el comportamiento atómico de la materia, y aplicar los conocimientos básicos de la física nuclear.

*Contenido:* Difracción. Propiedades corpusculares de la radiación. Radiación de cuerpo negro. Propiedades ondulatorias de la partícula. Modelo de Bohr para átomos hidrogenoides. Ecuación de onda de Schrödinger y soluciones particulares. Momento magnético y spin. Espectro continuo y característico de rayos X. Átomos con muchos electrones. Sólidos. Modelo del núcleo y propiedades. Partículas elementales.

## **20. MATEMÁTICA PARA MECÁNICA CUÁNTICA**

*Naturaleza:* Asignatura de carácter teórico-práctico que corresponde a estudios de especialidad.

*Propósito:* Desarrollar los conceptos básicos necesarios del álgebra lineal orientados al estudio de la Mecánica Cuántica. Extender los conceptos aprendidos del álgebra lineal al entendimiento del espacio de Hilbert donde se desarrolla la Mecánica Cuántica.

*Contenido:* Espacios Vectoriales. Transformaciones lineales. Operadores autoadjuntos. Operadores Ortogonales. Problema de autovalores. Formas Cuadráticas. El polinomio Característico. Espacios Vectoriales Complejos. La forma Canónica de Jordán. Espacios Normados. Formas Bilineales. Espacios de dimensión infinita. Funciones de onda y espacios de Hilbert. Postulados de la mecánica cuántica. Oscilador armónico, representación matricial de operadores lineales, métodos de solución algebraica, generalización de base ortogonales, aplicación de valores propios. Ecuación de Schrödinger, aplicaciones elementales de la ecuación de Schrödinger y series de Fourier.

## **21. MECÁNICA CLÁSICA**

*Naturaleza:* Asignatura teórica-práctica perteneciente al área de estudios de especialidad.

*Propósito:* Proporcionar al estudiante los fundamentos de la mecánica que le permitan entender fenómenos de naturaleza clásica, aplicando los formalismos Lagrangiano y Hamiltoniano, así como los conceptos de simetrías y cantidades conservadas en sistemas físicos.

*Contenido:* Mecánica de una partícula y de un sistema de partículas. Principios variacionales y ecuaciones de Lagrange. Teoremas de conservación y propiedades de simetría. Problema de los dos cuerpos. Movimiento en un campo de fuerzas centrales. Cinemática y ecuaciones de movimiento del cuerpo rígido. Oscilaciones pequeñas. Ecuaciones de movimiento de Hamilton. Transformaciones Canónicas. Teorema de Hamilton-Jacobi. Teoría canónica de la perturbación. Introducción a las formulaciones de Lagrange y Hamilton para sistemas continuos y campos.

## **22. METODOLOGÍA DE LA ENSEÑANZA UNIVERSITARIA**

*Naturaleza:* La asignatura es de formación general e integral, teórico-práctico, perteneciente al área de estudios generales.

*Propósito:* Desarrollar en el futuro profesional de física, habilidades docentes en la programación y gestión de programas educativos, consolidando aprendizajes significativos; valorando los paradigmas actuales del conocimiento, la educología, la didaxología; internalizando enfoques antropogógicos y las teorías sobre el proceso de enseñanza-aprendizaje, que condicionan el desempeño docente para transferir información, persuadir y guiar, comunicando sus ideas en situaciones educativas.

*Contenido:* Aspectos teóricos y filosóficos de la educación; la humanística, la ciencia educológica, la técnica didaxológica e investigación educacional. La función docente, el sistema educativo y la normatividad: Ley Universitaria y el Estatuto de la UNAC. Política y modelo educacional. Diseño de la acción docente. Planificación curricular y el sílabo. Planificación de asignatura; sesión de aprendizaje. Clase modelo. Práctica.

## **SEXTO SEMESTRE**

### **23. ELECTROMAGNETISMO I**

*Naturaleza:* Asignatura teórica-práctica perteneciente al área de estudios de especialidad.



*Propósito:* Entender la teoría electromagnética como una teoría consistente, con énfasis en la unidad de los fenómenos eléctricos y magnéticos, tanto en la descripción física como matemática de los mismos.

Comprender la descripción de los fenómenos electromagnéticos en función de los campos eléctricos y magnéticos.

*Contenido:* Electroestática en el vacío y medios materiales. Problemas de Frontera en Electroestática. Materiales conductores y Dieléctricos. Multipolos y Momentos Multipolares del Sistema Físico. Ecuaciones de Laplace y Poisson. Energía Electroestática. Magnetostática. Multipolos Magnéticos. Problemas de Frontera en Magnetostática. Materiales Magnéticos. Inducción Electromagnética. Ecuaciones de Maxwell para campos variables en el Tiempo.

## **24. MECÁNICA CUÁNTICA I**

*Naturaleza:* Asignatura teórica-práctica perteneciente al área de estudios de especialidad.

*Propósito:* Brindar al estudiante una presentación clara y lógica de los conceptos de la Física Cuántica, así como interpretar las leyes básicas para la comprensión de las propiedades de las partículas microscópicas.

Desarrollar la capacidad del estudiante para resolver de manera lógica los problemas donde se requieran conocimientos de la Mecánica Cuántica.

*Contenido:* Se estudian las Ideas fundamentales de la Mecánica Cuántica. La ecuación de onda de Schrödinger. La Partícula Libre. Barreras y Pozos de Potenciales. Operadores y Variables Dinámicas. Propiedades Dinámicas de los Sistemas Cuánticos. Introducción de la Teoría de Representaciones. El Oscilador Armónico. La teoría de Momentos Angulares. El átomo de Hidrógeno.

## **25. MÉTODOS MATEMÁTICOS DE LA FÍSICA II**

*Naturaleza:* Asignatura teórica-práctica perteneciente al área de estudios de especialidad.

*Propósito:* Aplicar las funciones de Legendre y Bessel a problemas físicos concretos. Analizar y utilizar las funciones especiales como herramienta para problemas físicos. Conocer y analizar las soluciones de las ecuaciones diferenciales parciales. Soluciones de las Ecuaciones Diferenciales no homogéneas por el Método de las Funciones de Green.

*Contenido:* Funciones de Legendre, Funciones de Bessel, Funciones Especiales. Ecuaciones Diferenciales en derivadas Parciales: Ecuaciones de tipo hiperbólico, parabólico y elíptico. Funciones de Green. Integrales asintóticas.

## **26. FORMULACIÓN Y EVALUACIÓN DE PROYECTOS DE INVERSIÓN**

*Naturaleza:* Asignatura teórica-práctica perteneciente al área de estudios generales.

*Propósito:* Describir, analizar y explicar la formulación y evaluación de proyectos de inversión y tiene como objetivo, que el estudiante sea capaz de formular proyectos de inversión orientados a la actividad privada como social, con la finalidad de optimizar el uso de los recursos, disminuir la incertidumbre ligada a la inversión de recursos escasos, incrementando las posibilidades de éxito en el emprendimiento de los negocios. El curso comprende el estudio de mercado, estudio técnico, estudio económico y financiero, evaluación costo beneficio del proyecto. Proyectos sociales según el sistema nacional de inversión pública, evaluación de proyectos sociales a través del método costo beneficio y de costo efectividad, evaluación ambiental.

*Contenido:* Introducción. Marco normativo del SNIP. Formulación y evaluación de proyectos de inversión pública – SNIP. Enfoque del marco lógico. Aspectos generales. Identificación del proyecto. Formulación del proyecto. Evaluación del proyecto. La ejecución de proyectos. Análisis de casos.

## **SÉTIMO SEMESTRE**

### **27. ELECTROMAGNETISMO II**

*Naturaleza:* Asignatura teórica-práctica perteneciente al área de estudios de especialidad.

*Propósito:* Describir, formular y definir los campos electromagnéticos así como los potenciales retardados. Reformular en forma covariante la dinámica de las partículas y de la electrodinámica. Se estudia la radiación de sistemas localizados y de partículas no relativistas.

*Contenido:* Las Ecuaciones de Maxwell en el Vacío y en Materiales Dieléctricos. Leyes de Conservación. Teorema de Poynting. Ondas Electromagnéticas en Dieléctricos y Conductores. Propagación de ondas electromagnéticas. Reflexión y refracción de ondas electromagnéticas. Guías de Ondas. Relatividad especial. Forma Covariante de las Ecuaciones de Maxwell. Transformación del Campo Electromagnético. Formalismo Lagrangiano y Hamiltoniano para un sistema de partículas y campo electromagnético. Radiación de una carga acelerada.

### **28. MECÁNICA CUÁNTICA II**

*Naturaleza:* Asignatura teórica-práctica perteneciente al área de estudios de especialidad.

*Propósito:* Utilizar las propiedades generales del Momento Angular y tratar el átomo de Hidrógeno. Resolver problemas concernientes a la teoría cuántica de la dispersión por un potencial. Aplicar la teoría de perturbaciones a la estructura fina e hiperfina del átomo de Hidrógeno. Utilizar métodos de aproximación para problemas dependientes del tiempo y sistemas de partículas idénticas.

*Contenido:* Desarrollo de la Mecánica Cuántica en tres dimensiones. La teoría de perturbaciones y los Métodos de aproximación. Teoría Cuántica de dispersión por un Potencial Central. La Estructura Fina del Átomo de Hidrógeno. Sistemas de muchas partículas y las Ecuaciones de Onda Relativistas.

### **29. RELATIVIDAD ESPECIAL**

*Naturaleza:* Asignatura teórica-práctica perteneciente al área de estudios de especialidad.

*Propósito:* Proporcionar al estudiante los conocimientos fundamentales de la teoría de la relatividad especial, y su aplicación al estudio de fenómenos físicos relativistas vinculados a la mecánica y la electrodinámica.

*Contenido:* Postulados de Einstein de la relatividad especial. Transformaciones de Lorentz y sus consecuencias. Geometría del espacio-tiempo plano y el espacio de Minkowski. Vectores y tensores. Mecánica relativista. Principios de conservación. Formulación Lagrangiana y Hamiltoniana de la mecánica relativista. Electrodinámica y relatividad. Tensor de campo electromagnético. Formulación covariante de las ecuaciones de Maxwell. Movimiento relativista de partículas cargadas en campos eléctricos y magnéticos. Formulación Lagrangiana del campo electromagnético.

### **30. EPISTEMOLOGÍA Y ÉTICA PROFESIONAL**

*Naturaleza:* Asignatura teórico-práctico perteneciente al área de estudios generales.

*Propósito:* Analizar críticamente el proceso histórico dialéctico del pensamiento filosófico, reflexionando sobre la relación que existe entre la filosofía y la ciencia física formal. Conocer, reflexionar, valorar y aplicar filosóficamente sobre los fundamentos epistemológicos de las ciencias básicas y factuales en su formación científica, técnica y humanística, ejercitando el pensamiento físico-matemático para el aprendizaje y manejo de conceptos teóricos, abstractos, genéricos y formales en la ciencia física.



Formar y desarrollar competencias interpersonales en los estudiantes. Aprender a reflexionar, evaluar y generar nuevas formas proactivas y propositivas en el ámbito personal, social y laboral con fundamentos éticos, axiológicos y deontológicos.

*Contenido:* Génesis y aporte histórico de la filosofía; los principales problemas y representantes; el análisis crítico de las corrientes filosóficas contemporáneas sobre la naturaleza, la sociedad y el propio pensamiento, problemas paradigmáticos, ontológicos, gnoseológicos, epistémicos, antropológicos, éticos, axiológicos, estéticos y la justicia social. Reflexión filosófica de la ciencia y sus implicancias, particularmente de las ciencias básicas: física y matemática. Filosofía, ciencia y epistemología. Gnoseología o problema del conocimiento. Epistemología de la física y de la matemática. Ética: definición, tipos y práctica de la ética, de la axiología y de la deontología. Ética profesional e institucional.

## **OCTAVO SEMESTRE**

### **31. FÍSICA COMPUTACIONAL I**

*Naturaleza:* Asignatura teórico-práctico perteneciente al área de estudios de especialidad.

*Propósito:* Brindar al estudiante diferentes técnicas numéricas de programación de Ecuaciones diferenciales parciales y análisis espectral con aplicaciones al uso científico y tecnológico al finalizar el estudiante debe presentar un trabajo académico de investigación.

*Contenido:* Teoría de la aproximación. Aproximación discreta por mínimos cuadrados, polinomios ortogonales y aproximación por mínimos cuadrados, polinomios de chebyshev y reducción de series de potencia, aproximaciones de funciones racionales, aproximación polinomio trigonométrica, transformada de Fourier y algoritmo de Cooley-Tukey y FFT en una dimensión y bidimensional, aplicaciones a fenómenos físicos. Solución numérica a ecuaciones en derivadas parciales. Método de Thomas y Crout para matrices tridiagonales. Ecuaciones en derivadas parciales elípticas, parabólicas, hiperbólicas mediante métodos de diferencias finitas explícitos, implícito simple y CrankNicolson. Aplicaciones a fenómenos físicos. Introducción a elementos finitos, Métodos Variacionales. Métodos de Galerkin y Ritz Galerkin. Discretización. Consideraciones sobre la convergencia y la estimación del error. Elementos finitos conformes y no conformes. Aplicaciones a fenómenos físicos y casos específicos en la ingeniería. Manejo y uso del Numerical Recipes of FORTRAN.

### **32. FÍSICA ATÓMICA Y MOLECULAR**

*Naturaleza:* Asignatura teórica-práctica perteneciente al área de estudios de especialidad.

*Propósito:* Comprender y utilizar los métodos de la Mecánica Cuántica en la descripción de los sistemas de muchas partículas y la estructura atómica molecular de la materia. Proporcionar al estudiante los conocimientos básicos de la estructura de átomos y moléculas simples.

*Contenido:* Método Hartree-Fock. Correlación. Esquemas de clasificación de los niveles atómicos de energía. Moléculas poliatómicas. Emisión y absorción de radiación. Coeficientes de Einstein, coeficientes de absorción, fuerza de oscilador. Ancho y forma de líneas espectrales: Perfiles de líneas, ancho natural, ensanchamiento Doppler, ensanchamiento de Presión. Estadística Maxwell-Boltzmann. Población de niveles en equilibrio térmico. Mecanismos de inversión de población. Mecanismos de relajación. Máseres y láseres. Cavidades ópticas. Otras técnicas espectroscópicas: Microondas, resonancia magnética nuclear y Resonancia paramagnética electrónica (NMR y EPR), Raman. Espectroscopía de electrones: Emisión de electrones AUGER. Espectroscopía de masas.

### **33. ÓPTICA FÍSICA**

*Naturaleza:* Asignatura teórica-práctica perteneciente al área de estudios de especialidad.

*Propósito:* Identificar e interpretar las leyes que describen los fenómenos de la propagación de las ondas electromagnéticas en medios materiales. Comprobar experimentalmente algunas leyes de la óptica, así como calibrar y montar sistemas ópticos simples.

*Contenido:* Ecuaciones de onda en el vacío. Energía transportada por ondas EM. Vector de Poynting. Presión de radiación. Polarización de la onda EM. Interferencia y Difracción. Principios de óptica geométrica. Reflexión y refracción. Elementos de los sistemas ópticos. Lentes y espejos. Coherencia e Interferencia y difracción. Naturaleza cuántica de la luz. Espectros ópticos: atómicos y moleculares. Amplificación de la luz: láser.

### **34. METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN CIENTÍFICA**

*Naturaleza:* Asignatura teórica-práctica perteneciente al área de estudios generales.

*Propósito:* Describir, analizar y explicar los fundamentos epistémicos de la ciencia y de la tecnología; utilizar la metodología de la investigación científica y conocer la estructura de un proyecto de investigación en actividades relativas al conocimiento científico, a fin de elaborar su proyecto de tesis y de cualquier proyecto de investigación científica y/o tecnológica, propiciando habilidades y fluidez investigativa, la sensibilidad científica y el desarrollo del pensamiento crítico, creador y reflexivo, demostrando interés, responsabilidad y principios éticos.

*Contenido:* Fundamentos epistemológicos y axiológicos de la ciencia y tecnología, categorías científicas. Ciencia: Definición, clases o tipos. Teoría, métodos y técnicas científicas. Metodología de la investigación científica. Proyecto de investigación científica: planificación, estructura, marco teórico, hipótesis, variables y su operacionalización. El método científico en la investigación; universo, muestra; y diseño estadístico: Aplicación del programa SPSS a la física. Fuentes bibliográficas, referenciales, citas y estilos de redacción científica. Elaboración, presentación y exposición de su proyecto de tesis o de un protocolo o proyecto de investigación científica y/o tecnológica, elaborado de acuerdo con la normatividad de la universidad, como requisito indispensable para aprobar esta asignatura.

## **NOVENO SEMESTRE**

### **35. FÍSICA COMPUTACIONAL II**

*Naturaleza:* Asignatura teórica-práctica perteneciente al área de estudios de especialidad.

*Propósito:* Brindar al estudiante técnicas numéricas basadas en el conjunto de técnicas probabilísticas llamado método Montecarlo con aplicaciones al uso científico y tecnológico al finalizar el estudiante debe presentar un trabajo académico de investigación.

*Contenido:* Generadores de Variables Aleatorias. Distribuciones. Funciones de Distribución de Probabilidad (PDF). Cambios de Variable. Leyes de grandes números. Teorema del límite central. Aplicaciones. Integración MonteCarlo en una y multidimensionales. Muestreo significativo. Ecuación de difusión, caminos aleatorios. Derivación microscópica de la ecuación de difusión. Procesos y cadena de Markov. Teorema H. Algoritmo Metropolis. Propagación de errores. Simulación de la distribución de Boltzmann. Modelo Ising. Minimización estocástica. Inversión de Matrices. Dinámica Molecular y simulación Montecarlo. Ecuaciones diferenciales estocásticas, Movimiento Browniano, esquema de Euler Mayurama, Milstein. Introducción a los algoritmos genéticos. Aplicaciones a fenómenos físicos y casos específicos en la ingeniería.



### **36. INSTRUMENTACIÓN ELECTRÓNICA I**

*Naturaleza:* Asignatura teórica-práctica del área de estudios de especialidad.

*Propósito:* Aplicar correctamente los fundamentos teóricos y principios físicos a la electrónica.

*Contenido:* Sistemas numéricos y códigos. Compuertas lógicas y algebra booleana. Circuitos lógicos combinacionales. Flips-flops. Aritmética digital. Contadores y registros. Familia lógica de circuitos integrados. Circuitos lógicos MSI. Interfaz con el mundo analógico. Dispositivos de memoria. Aplicaciones de un dispositivo lógico programable. Introducción al microprocesador y a la microcomputadora.

### **37. MECÁNICA ESTADÍSTICA**

*Naturaleza:* Asignatura teórica-práctica perteneciente al área de estudios de especialidad.

*Propósito:* Describir los aspectos principales de la Mecánica Estadística sobre la base del método fundamental de la teoría estadística desarrollada por Gibbs. Comprender el profundo significado de un enfoque único en relación al estudio de problemas clásicos, cuánticos y cinéticos. Comprender la conexión conceptual entre la Mecánica Estadística y la Termodinámica, así como con las propiedades de los sistemas Físicos.

Solucionar problemas para sistemas Físicos relacionados con un gran número de partículas.

*Contenido:* Introducción. Nociones fundamentales de probabilidades en la física estadística. Descripción estadística de un sistema físico. Conjuntos estadísticos: Microcanónico, Canónico y Gran-canónico. Estadísticas cuánticas: Partículas idénticas y requerimientos de simetría. Estadística de Maxwell-Boltzmann. Distribuciones estadísticas cuánticas: Estadística de Bose-Einstein, Estadística de Fermi-Dirac. Radiación de cuerpo negro y conducción de electrones en metales. Teoría de fluctuaciones. Ecuaciones cinéticas. Modelo de Ising.

### **38. SEMINARIO DE TESIS I**

*Naturaleza:* Asignatura teórica-práctica del área de estudios de especialidad.

*Propósito:* Ejecutar el proyecto de tesis o de investigación científica y/o tecnológica, elaborado, presentado y expuesto en la asignatura de Metodología de la Investigación Científica.

Exponer los avances del desarrollo de su trabajo de tesis o de investigación, a fin de que los estudiantes estén preparados para la exposición de defensa o sustentación de la tesis ante el jurado correspondiente.

*Contenido:* La investigación científica y tecnológica. Programas, subprogramas y líneas de investigación. Código Unesco. Diseño y matrices de la investigación. Recolección de información documental, estadística o empírica. Procesamiento de la información. Manejo del programa SPSS y aplicaciones en Física. Análisis e interpretación de los datos. Presentación de los resultados parciales.

Exposiciones periódicas del avance del trabajo de tesis o de investigación científica y/o tecnológica durante el semestre académico, ante el profesor de la asignatura y su asesor. Defensa del avance de su tesis, que como mínimo debe ser del 80% para aprobar la asignatura.

## **DÉCIMO SEMESTRE**

### **39. FÍSICA DEL ESTADO SÓLIDO**

*Naturaleza:* Asignatura teórica-práctica perteneciente al área de estudios de especialidad.

*Propósito:* Describir las propiedades electrónicas y vibracionales de los sólidos y la interacción de la teoría con los experimentos y aplicaciones. Introducir los conceptos, leyes y principios más importantes de las propiedades de los sólidos.

*Contenido:* La estructura cristalina. Red recíproca. Enlaces Cristalinos. Dinámica de redes cristalinas. Propiedades térmicas de redes cristalinas. Teoría de metales de Drude y Sommerfeld. La estructura de bandas electrónicas de sólidos. El modelo del electrón libre. Nanotecnología. Semiconductores. Superconductores. Fenómenos magnéticos en materiales.

#### **40. INSTRUMENTACIÓN ELECTRÓNICA II**

*Naturaleza:* Asignatura teórica-práctica perteneciente al área de estudios de especialidad.

*Propósito:* Proporcionar al estudiante los fundamentos necesarios para el análisis de circuitos electrónicos, específicamente aquellos que son necesarios para el diseño y ensamblaje de sistemas digitales. Preparar al estudiante para el estudio de los sistemas digitales, los cuales entrarán a formar parte de su formación científica requisito necesario para su participación en la solución de problemas del desarrollo tecnológico del país

*Contenido:* Fundamentos de adquisición de datos. Transductores de señal análoga. Acondicionamiento de señal análoga. Conversiones analógica/digital. La computadora personal. Hardware de interfazamiento para el BUS de la PC. Software de interfazamiento para la PC. Interfaces de Hardware estándar. Almacenamiento y técnicas de compresión. Procesamiento de datos y análisis. Productos de adquisición de datos comerciales. Otros sistemas de cómputo personal y Hardware. Lenguajes de programación computacional. Aplicaciones de adquisición de datos basados en PC.

#### **41. FÍSICA NUCLEAR**

*Naturaleza:* Asignatura teórica-práctica perteneciente al área de estudios de especialidad.

*Propósito:* Adquirir un conocimiento introductorio sobre los modelos teóricos que describen las propiedades físicas de los nucleones. Estudiar las propiedades estáticas de los núcleos: masa nuclear, tamaño nuclear, momento angular intrínseco del núcleo, energía de ligadura nuclear. Estudiar las propiedades dinámicas de los nucleidos: la desintegración radioactiva y las reacciones nucleares. Estudiar la naturaleza de las fuerzas nucleares. Familiarizar al estudiante con aplicaciones de la mecánica cuántica en la Física Nuclear.

*Contenido:* Descubrimiento del núcleo: experimento de Rutherford. Propiedades de los núcleos estables: radio nuclear, su carga, masa y momento angular nuclear. Estabilidad nuclear, energía de ligadura. La interacción nucleón-nucleón. Núcleos complejos. Modelo de la gota líquida. Fórmula semiempírica de la masa. El núcleo como gas de Fermi. Modelo de capas de partícula independiente Potencial cuadrado infinito, cuadrado infinito y oscilador armónico. Modelo de capas con acoplamiento spin-orbita. Modelo colectivo. Estados intrínsecos de un campo esferoidal, estados rotacionales y estados vibracionales. Desintegraciones alfa, beta y gamma. Ley del decaimiento radiactivo. Reacciones nucleares, sección eficaz, núcleo compuesto, reacciones directas. Fisión nuclear.

#### **42. SEMINARIO DE TESIS II**

*Naturaleza:* Asignatura teórica-práctica perteneciente al área de estudios de especialidad.

*Propósito:* Continuar con la ejecución del proyecto de tesis o de investigación científica y/o tecnológica, iniciado en la asignatura de Seminario de Tesis I.

*Contenido:* Recolección de información documental, estadística o empírica. Procesamiento de la información. Manejo del programa SPSS y aplicaciones en Física. Análisis e interpretación de los datos. Presentación de los resultados y elaboración de la tesis o trabajo de investigación científica y/o tecnológica.

Exposiciones periódicas del avance del trabajo de tesis o de investigación científica y/o tecnológica durante el semestre académico, ante el profesor de la asignatura y su asesor. Defensa del avance final de su tesis, que debe ser del 100% para aprobar la asignatura.



Presentar en virtual y en físico, el avance de la tesis para ser publicada en la revista de la Facultad como trabajo de investigación o de divulgación científica.

## **ASIGNATURAS ELECTIVAS**

### **43. DINÁMICA NO LINEAL (E)**

*Naturaleza:* Asignatura teórica-práctica perteneciente al área de estudios electivos.

*Propósito:* Analizar, haciendo uso de técnicas de prueba, si un sistema tiene un comportamiento regular o caótico. Modelar sistemas dinámicos, con las técnicas numéricas de integración de las ecuaciones diferenciales, cuyo comportamiento puede ser regular o caótico. Aplicar la teoría de fractales y atractores en la modelación de sistemas físicos. Introducir al estudiante en la modelación de los sistemas dinámicos no lineales mediante el uso de sistemas de ecuaciones diferenciales no lineales.

*Contenido:* Movimiento regular y caótico: Los tres caminos de la Dinámica. Determinismo y predicibilidad. Teoría de la estabilidad. Sistemas integrales y no integrales. Fenomenología del movimiento caótico: El caos. Entropía de Kolmogorov. Fractales y Atractores extraños. Aplicación a problemas físicos no lineales.

### **44. TÓPICOS AVANZADOS DE LA FÍSICA COMPUTACIONAL (E)**

*Naturaleza:* Asignatura teórica-práctica perteneciente al área de estudios electivos.

*Propósito:* Lograr que el estudiante aplique métodos y técnicas computacionales, tanto determinísticas como estocásticas, en el análisis, adaptación y desarrollo de códigos para simulación y modelado de fenómenos físicos, que posibiliten dar solución a problemas de la región y del País.

*Contenido:* Métodos determinísticos y estocásticos para Dinámica Molecular: Ensamble Canónico y Microcanónico. Simulación de Sistemas Estocásticos: Transporte de Radiación, Caminos aleatorios. Análisis, puesta en marcha y aplicación de los códigos EGS4 y PENÉLOPE. Desarrollo de programas aplicativos para modelado y simulación de fenómenos físicos.

### **45. TÓPICOS DE DISEÑO Y ANÁLISIS EXPERIMENTAL (E)**

*Naturaleza:* Asignatura teórica-práctica perteneciente al área de estudios electivos.

*Propósito:* Lograr que el estudiante aplique métodos y técnicas computacionales, en el área de análisis experimental que permita evaluar los resultados de manera adecuada en forma precisa.

*Contenido:* Introducción. Experimentos comparativos simples. Experimentos con un solo factor. Bloques aleatorizados, cuadrados latinos y diseño relacionados. Diseños factoriales. Ajuste de modelos de regresión. Métodos de superficie de respuesta y otros enfoques para la optimización de procesos. Experimentos con factores aleatorios. Diseños anidados y en parcelas subdivididas.

### **46. PROCESAMIENTO DE IMÁGENES (E)**

*Naturaleza:* Asignatura teórica-práctica perteneciente al área de estudios electivos.

*Propósito:* Brindar al estudiante técnicas de procesamiento de imágenes con aplicaciones al uso científico y tecnológico al finalizar el estudiante debe presentar un trabajo académico de investigación.

*Contenido:* Fundamentos de representación digital de imágenes, formación de imágenes, operaciones básicas, procesamiento básico, interpolación lineal, cúbica, bicubica. Geometría de la imagen, imagen estereoscópica, transformación de la imagen, transformada de Fourier discreta bidimensional, algoritmo de FFT para imágenes. Imágenes satelitales, adquisición,

procesamiento de imágenes, correcciones radiométricas, modelos de corrección atmosféricas, topográficas con implementación de algoritmos. Aplicaciones a fenómenos físicos y casos específicos en la ingeniería.

#### **47. GEODESIA SATELITAL (E)**

*Naturaleza:* Asignatura teórica-práctica perteneciente al área de estudios electivos.

*Propósito:* Estudiar y conocer la dinámica del posicionamiento satelital, estudiar la mecánica de Newton, campos gravitatorios de la tierra como afectan en el posicionamiento de un punto material de la tierra.

*Contenido:* Conceptos básicos, sistemas y marcos de referencia, transformaciones, marcos de referencia en geodesia por satélite, sistemas inerciales y no inerciales, elipsoides de referencia y excentricidad. Tiempo sideral, universal, atómico, efemérides, los relojes y los patrones de frecuencia, propagación de la señal, velocidad de fase y de grupo, propagación de la señal a través de la ionosfera y la troposfera. Movimiento orbital, fundamentos de mecánica celeste, mecánica de Newton, geometría y movimiento orbital, perturbaciones en el movimiento del satélite, ecuaciones de perturbación de Lagrange, Gauss y anomalías debido al campo gravitatorio de la tierra, fricción atmosférica. Determinación de la órbita, métodos analíticos y numéricos, órbitas de satélite y constelaciones. Geodesia por satélite, determinación de diferencias en el rango (método Doppler, altimetría por satélite, mediciones interferométricas, carga útil de navegación y misiones espaciales. Métodos ópticos. Determinación fotográfica de direcciones, cámaras CCD y plataformas espaciales. Técnicas Doppler y el concepto de posicionamiento básico, sistema receptor, rotación de la tierra y los efectos relativistas, una estación, multi-estación de posicionamiento, aplicaciones. El sistema de posicionamiento global (GPS), fundamentos, estructura de los datos de navegación del GPS, receptores y procedimiento de datos, manejo de datos RINEX, las órbitas y relojes, propagación de la señal, efectos de la ionosfera y troposfera en las señales GPS, efectos de propagación, la difracción e interferencia GPS diferencial (DGPS tendencias y desarrollo futuro, GNSS, GLONASS, GALILEO. Láseres aerotransportados, altimetría satelital, misiones espaciales para estudiar el campo gravitatorio terrestre. Otras técnicas espaciales. Aplicaciones al posicionamiento, interpretación geofísica y geodesia (modelos de la tierra), navegación y geodinámico. Introducción a la geodesia relativista. Correcciones relativistas a las señales satelitales, sistemas de posicionamiento relativista, definición del geode relativista, el tiempo y los relojes atómicos, transferencia de tiempo, perspectivas para el futuro.

#### **48. OCEANOGRAFÍA FÍSICA (E)**

*Naturaleza:* Asignatura teórica-práctica perteneciente al área de estudios electivos.

*Propósito:* Estudiar y conocer la dinámica del océano, propiedades físicas, a partir de los principios fundamentales de la dinámica de fluidos y la termodinámica así como los procesos de interacción océano-atmósfera que modulan y manejan la dinámica del océano. Asimismo, el curso muestra la utilización de diferentes bases de datos (datos in-situ, datos satelitales, en otros) y herramientas numéricas para estudiar y entender el océano.

*Contenido:* Interacciones océano-costa. Balance de calor oceánico. Ecuaciones de movimiento. Circulación Oceánica y costera. Afloramiento Costero. Procesos de inestabilidad y mezcla. Procesos termohalinos y masas de agua. Procesos ecuatoriales. Dinámica de los Sistemas de Bordes Orientales. Procesos costeros y mareas. Introducción al modelo numérico del océano.

#### **49. INTRODUCCIÓN A LA METROLOGÍA (E)**

*Naturaleza:* Asignatura teórica-práctica perteneciente al área de estudios electivos.



*Propósito:* A través de la historia se comprueba que el progreso de los pueblos siempre estuvo relacionado con su progreso en las mediciones. La Metrología es la ciencia de las mediciones y estas son una parte permanente e integrada de nuestra vida cotidiana. El conocimiento y la comprensión de los fenómenos naturales y de sus mediciones correctas tienen una importancia fundamental para los gobiernos, para las empresas y para la población en general, ayudando a ordenar y facilitar desde los estudios de dichos fenómenos naturales hasta las transacciones comerciales.

*Contenido:* Principios de Metrología. Historia de la Metrología. Elementos de Metrología. Sistema Metrológico. Vocabulario Metrológico. Mensurando. Medición. Medida. Exactitud. Incertidumbre. Confiabilidad. Patrones. Conceptos y dispositivos. Patrones primarios y secundarios. Dispositivos y su evolución. Sistemas de Unidades. Internacional. Ingles. c.g.s. otros sistemas. Análisis Dimensional. Análisis Gráfico. Relación lineal. De potencia exponencial trascendentales, etc. Cifras significativas. Energía mecánica y su metrología. Mecánica de Fluidos y su metrología. Hidrostática. Hidrodinámica. Fenómenos Electromagnéticos y su metrología. Electroestática. Electrodinámica. Electromagnetismo.

## **50. INCERTIDUMBRE DE LA MEDICIÓN (E)**

*Naturaleza:* Asignatura teórica-práctica perteneciente al área de estudios electivos.

*Propósito:* Conocer la utilidad de la metrología y su impacto en las diversas actividades tanto a nivel nacional como internacional. Conocer los conceptos básicos necesarios de la metrología para entender los procesos de medición. Conocer la estructura de los sistemas metrológicos nacionales e internacionales. Conocer el Sistema Internacional de unidades (SI). Conocer e interpretar los resultados de los certificados de calibración de los instrumentos y saber cómo usar estos resultados en diversas actividades.

Conocer los conceptos básicos de errores e incertidumbre en mediciones. Conocer el concepto de incertidumbre requerida. Conocer y aplicar la metodología básica para estimar la incertidumbre de la medición tomando como base guías disponibles de calibración. Desarrollar ejercicios genéricos de estimación de la incertidumbre de la medición.

*Contenido:* Importancia de las mediciones. Términos básicos de metrología. Sistema Internacional de unidades (SI). Características de los instrumentos de medición. Trazabilidad, patrones de medición y su documentación. Estructura metrológica nacional e internacional. Introducción a la estimación de la incertidumbre del resultado de la medición. Estimación de la incertidumbre del resultado de la medición. Ejemplos genéricos de estimación de la incertidumbre de la medición.

## **51. NORMAS DE CALIDAD PARA LA METROLOGÍA (E)**

*Naturaleza:* Asignatura teórica-práctica perteneciente al área de estudios electivos.

*Propósito:* Conocer tanto aspectos de gestión como técnicos que un laboratorio de calibración y/o ensayo debe integrar para cumplir con la norma ISO/IEC 17025. Conocer las líneas de acción necesarias para cumplir con los aspectos de gestión y técnicos que le permitan a un laboratorio de calibración y/o ensayo demostrar su competencia técnica según ISO/IEC 17025. Conocer tanto aspectos de gestión como técnicos que un organismo de inspección debe integrar para cumplir con la norma ISO/IEC 17020. Conocer las líneas de acción necesarias para cumplir con los aspectos de gestión y técnicos que le permitan a un organismo de inspección demostrar su competencia técnica según ISO/IEC 17020.

*Contenido:* Entorno de la acreditación de laboratorios de ensayo y calibración. Alcance y estructura de la norma ISO/IEC 17025. Requisitos relativos a la gestión de la norma ISO/IEC 17025. Requisitos técnicos de la norma ISO/IEC 17025. Entorno de la acreditación de organismos de inspección. Alcance y estructura de la norma ISO/IEC 17020. Requisitos

relativos a la gestión de la norma ISO/IEC 17020. Requisitos técnicos de la norma ISO/IEC 17020.

## **52. FÍSICA DE LAS RADIACIONES (E)**

*Naturaleza:* Asignatura teórica-práctica perteneciente al área de estudios electivos.

*Propósito:* Permite estudiar los conceptos usados en los cursos de física moderna, física atómica y física nuclear que permite comprender la interacción de la radiación con la materia. El cual permitirá al estudiante comprender la naturaleza de la radiación al viajar a través de la materia. Este curso es básico para todo físico médico que va a iniciar su formación profesional.

*Contenido:* Fuente o generadores de radiación, ley de decaimiento radiactivo, producción del campo de radiación, interacción de la radiación con la materia, absorción, dispersión y atenuación de la radiación, ley de atenuación de la radiación, principios físicos del funcionamiento de los diferentes equipos usados en la práctica médica.

## **53. DOSIMETRÍA FÍSICA (E)**

*Naturaleza:* Asignatura teórica-práctica perteneciente al área de estudios electivos.

*Propósito:* Permite estudiar las magnitudes básicas del campo de radiación, así como las magnitudes del coeficiente de interacción y las magnitudes dosimétricas. A partir de esto podemos construir la teoría que se requiere para realizar calibración de unidades de radiación tales como unidades de cobalto, equipos de rayos x, baja energía, aceleradores lineales en modo fotones y electrones.

*Contenido:* Magnitudes y unidades. Magnitudes radiométricas. Magnitudes de coeficiente de interacción. Magnitudes dosimétricas. Teoría de la cavidad. Teoría de la cavidad de Bragg-Gray, dosimetría de fotones de baja energía de rayos x, dosimetría de fotones de alta energía, dosimetría de electrones de alta energía.

## **54. PROTECCIÓN RADIOLÓGICA (E)**

*Naturaleza:* Asignatura teórica-práctica perteneciente al área de estudios electivos.

*Propósito:* Permite estudiar las medidas de seguridad tanto del paciente, personal y público en general, así como construir blindajes que permita protegerse de la radiación durante las prácticas médicas.

*Contenido:* Magnitudes unidades usadas en protección radiológica. Principio ALARA, Ley de atenuación. Cálculo de blindajes de una sala de radiodiagnóstico. Cálculo de blindajes para fuentes radiactivas. Cálculo de blindajes de un búnquer para aceleradores lineales. Efectos biológicos de la radiación. Efectos estocásticos. Efectos no-estocásticos.

## **55. QUÍMICA II (E)**

*Naturaleza:* Asignatura teórica-práctica perteneciente al área de estudios electivos.

*Propósito:* Profundizar en el razonamiento científico aplicando los principios fundamentales de la termodinámica química desde una perspectiva multidisciplinaria y aplicada a las experiencias de la vida diaria. Manejar los principios básicos de las sustancias sólidas cristalinas iónicas y metálicas. Interpretando y manejando los diagramas de equilibrio de aleaciones metálicas binarias. Proporcionar una base para la profundización de los métodos analíticos del estado sólido.

*Contenido:* Principios fundamentales de las reacciones químicas desde la termodinámica química y equilibrio químico, aplicando los fundamentos de la electroquímica y los procesos de corrosión. Conceptos fundamentales de la estructura de los sólidos, teorías del enlace metálico, aleaciones metálicas y sus diagramas de equilibrio para aleaciones metálicas binarias. Introducción a la espectroscopia UV-visible, IR y RMN y al análisis mediante



cristalografía de rayos X. Se efectuarán prácticas de laboratorio complementarias a los conceptos expuestos.

### **56. CRISTALOGRAFÍA (E)**

*Naturaleza:* Asignatura teórica-práctica perteneciente al área de estudios electivos.

*Propósito:* Introducir los conceptos relacionados a la formación, crecimiento, clases de simetría, análisis y propiedades de los cristales. Mostrar algunos métodos para la obtención de cristales y análisis cristalográficos por rayos X.

*Contenido:* Formación y crecimiento de los cristales. Medición de los cristales y la ley de la constancia de los ángulos: Proyecciones del cristal. Simetría de los cristales. Clases de simetrías cristalinas. Ley de los índices racionales. Sistemas cristalinos. Notación de las clases de simetrías. Orientación de los cristales. Ley de las zonas. Relaciones entre los símbolos de las caras y las aristas. Análisis cristalográfico. Formas de crecimiento de los cristales. Formas simples por clases. Estructuras cristalinas. Análisis de rayos X de estructuras cristalinas. Propiedades ópticas de los cristales.

### **57. DIFRACCIÓN DE RAYOS X (E)**

*Naturaleza:* Asignatura teórica-práctica perteneciente al área de estudios electivos.

*Propósito:* Introducir los conceptos relacionados a las propiedades de los rayos X, la geometría de los cristales, los agregados policristalinos y su determinación. Comprender los fundamentos de la difracción de los rayos X y sus métodos experimentales. Mostrar algunos métodos para la producción y detección de los rayos X, la orientación de los cristales y diversas técnicas difractométricas para la determinación de estructuras cristalinas.

*Contenido:* Propiedades de los rayos X. Geometría de los cristales. Dirección e intensidad de los haces difractados. Fotografías de Laue y de polvo. Medidas Difractométricas. Orientación de monocristales. Estructura de agregados policristalinos. Determinación de estructuras cristalinas. Medida precisa de parámetros de red. Análisis químico por difracción de rayos X.

### **58. INTRODUCCIÓN A LA ASTRONOMÍA (E)**

*Naturaleza:* Asignatura teórica-práctica perteneciente al área de estudios electivos.

*Propósito:* Proporcionar al estudiante los conocimientos básicos de astrometría y astrofísica. Lograr que el estudiante sea capaz de interpretar con los conocimientos físicos actuales, los principales problemas astrofísicos. Dar una visión general de la Astronomía, introduciendo esta ciencia a los estudiantes que desean especializarse en esta área del conocimiento. Los tópicos son presentados enfatizando los principios físicos que les sirven de base, incluyendo los últimos descubrimientos y los temas de frontera.

*Contenido:* La esfera celeste. Ascensión Recta. Tiempo Medio. Variación de Coordenadas. Estrellas. Diagramas Color-Magnitud. Luminosidades y Radios Angulares. Temperatura Efectiva, Masa y Radio. Clasificación Espectral. Tipos de Estrellas. Nuestro Sol. La Tierra. Eclipses. Mareas. Sistema solar. Dinámica del sistema solar. Absorción Interestelar. Galaxias y Origen del Universo.

### **59. ÓPTICA E INSTRUMENTACIÓN ASTRONÓMICA(E)**

*Naturaleza:* Asignatura teórica-práctica perteneciente al área de estudios electivos.

*Propósito:* Proporcionar al estudiante un coherente estado en cuenta de los instrumentos y técnicas usadas hoy en astronomía y astrofísica; a través de conocimientos generales de técnicas de observación astronómica, nociones básicas sobre instrumentación y adquisición, análisis y reducción de datos. Propiciando el uso de la instrumentación disponible en los observatorios locales.

*Contenido:* Detectores. Detección Óptica. Detección en Radio y Microondas. Detección en Rayos X y Gamma. Detectores de Rayos Cósmicos. Detectores de Neutrinos. Radiación Gravitacional. Detección de Materia y Energía Oscura. Imágenes. El Problema Inverso. Fotografía. Imagen Electrónica. Barredura. Interferometría. Interferometría Speckle. Ocultaciones. Radar. Imágenes electrónicas. Fotometría. Fotómetros. Espectroscopía. Espectroscopios. Otras Técnicas. Astrometría. Polarimetría. Estudios Solares. Magnetometría. Computadores e Internet. Interferencia de la atmosfera terrestre, extinción y “seeing” y el medio interestelar en las observaciones. Conceptos de óptica activa y adaptativa. Técnicas básicas de reducción de imágenes. Adquisición y manipulación de datos, tratamiento de errores. Softwares MIDAS, IRAF.

## **60. ATMÓSFERAS ESTELARES (E)**

*Naturaleza:* Asignatura teórica-práctica perteneciente al área de estudios electivos.

*Propósito:* Hacer un estudio muy sofisticado de la luz de la estrella para poder obtener toda la información posible. Comprender los principios básicos, una vez que la física básica es comprendida, mayores complicaciones pueden ser añadidas. Estudiar la física atómica y la formación de líneas espectrales para entender las líneas de absorción que muestra el espectro estelar.

*Contenido:* Magnitudes Estelares y Colores Estelares. Espectro Estelar. Estimado de Temperatura para las Estrellas. Transferencia Radiativa Básica. Transferencia Radiativa en Atmósferas Estelares. La Dependencia de la Profundidad de la Función Fuente. Coeficiente de Absorción del Continuo. Influencia del Coeficiente de Absorción No Gris. Estratificación de Presión. Teoría de la Formación de la Línea. Líneas de Hidrógeno. Análisis del Espectro. Equilibrio Termodinámico No Local Básico. La Zona de Convección de Hidrógeno. Cromosferas Estelares, Capas de Transición y Corona. Vientos Estelares.

## **61. INTRODUCCIÓN A LA NANOFÍSICA (E)**

*Naturaleza:* Asignatura teórica-práctica perteneciente al área de estudios electivos.

*Propósito:* Proporcionar al estudiante los conceptos fundamentales de la nanofísica y nanotecnología. Está orientado al estudio de conceptos, técnicas y procesos matemáticos que el discente tiene que aplicar para el estudio de las propiedades eléctricas, magnéticas, ópticas, mecánicas, etc. a escalas nanométricas.

*Contenido:* Introducción. Naturaleza cuántica del nanomundo. Efectos de interferencias cuánticas en propiedades de transporte. Tecnologías cuánticas basadas sobre magnetismo, spin electrónico y nuclear, y superconductividad.

## **62. RELATIVIDAD GENERAL (E)**

*Naturaleza:* Asignatura teórica-práctica perteneciente al área de estudios electivos.

*Propósito:* Proporcionar al estudiante los conocimientos fundamentales de la teoría de la relatividad general y su aplicación a la teoría del campo gravitacional.

*Contenido:* Los principios fundamentales de la teoría de la relatividad general de Einstein. Cálculo tensorial y geometría de Riemann. Símbolos de Christoffel y tensor métrico. Geodésicas y curvatura del espacio-tiempo. Tensor de Riemann, Ricci y Weyl. Ecuación del campo gravitacional de Einstein. Límite newtoniano. Energía y momentum en gravitación. Soluciones exactas a las ecuaciones de campo gravitacional de Einstein. Pruebas clásicas de la teoría de Einstein. Métrica de Schwarzschild y colapso gravitacional.

## **63. INTRODUCCIÓN A LA MECÁNICA CUÁNTICA RELATIVISTA (E)**

*Naturaleza:* Asignatura teórica-práctica perteneciente al área de estudios electivos.



*Propósito:* Proporcionar al estudiante los conocimientos fundamentales de la teoría cuántica consistentes con la relatividad especial, incluyendo los efectos del spin de las partículas.

*Contenido:* Ecuaciones relativistas para partículas de spin cero. Ecuación de Klein-Gordon y sus aplicaciones. Ecuación de onda para partículas de spin  $\frac{1}{2}$ . La ecuación de Dirac y su covarianza de Lorentz. Covariantes bilineales de los spinores de Dirac. Construcción de soluciones de la ecuación de Dirac mediante transformaciones de Lorentz. Operadores de proyección para energía y spin. Partículas de Dirac en campos externos. Teoría de huecos. Ecuaciones de onda para partículas con spin arbitrario. Invarianza de Lorentz y principios de simetría relativistas.

#### **64. CAMPOS CLÁSICOS (E)**

*Naturaleza:* Asignatura teórica-práctica perteneciente al área de estudios electivos.

*Propósito:* Proporcionar a los estudiantes de física, los conocimientos fundamentales de la Teoría clásica de campos.

*Contenido:* Definición teoría de grupos. Grupos finitos: cíclicos y permutación. Grupos continuos. Grupos de Lie. Generadores. Grupos de Lorentz. Grupos de Poincaré. Repaso formalismo Lagrangiano y Hamiltoniano en Mecánica Clásica. Transición a sistemas continuos. Formalismo Lagrangiano de los campos clásicos. Teorema de Noether. Tensor energía-momento. Momento angular. Campos escalares reales. Campos escalares complejos. Campos de gauge.

#### **65. TEÓRICA CUÁNTICA DE CAMPOS I (E)**

*Naturaleza:* Asignatura teórica-práctica perteneciente al área de estudios electivos.

*Propósito:* Proporcionar a los estudiantes de física, los conocimientos fundamentales de la Teoría Cuántica de Campos, de forma sistemática y concreta, necesarios para tratar los problemas de la Electrodinámica Cuántica.

*Contenido:* Cuantización de campos libres. Interacciones de campos. Diagramas de Feynman. Procesos elementales en Electrodinámica Cuántica. Correcciones radiativas.

#### **66. TEÓRICA CUÁNTICA DE CAMPOS II (E)**

*Naturaleza:* Asignatura teórica-práctica perteneciente al área de estudios electivos.

*Propósito:* La presente asignatura es una continuación de la correspondiente a la Teoría Cuántica de Campos I. Permitirá a los estudiantes profundizar en los conocimientos adquiridos en la referida asignatura.

*Contenido:* Integrales de camino. Renormalización. Simetría y renormalización. El grupo de renormalización. Cuantización de teorías no-abelianas.

### **XIII. MODELO DE SÍLABO**

#### **ESQUEMA DEL SÍLABO PARA LAS ASIGNATURAS**

##### **I. DATOS GENERALES**

- 1.1 Asignatura
- 1.2 Código
- 1.3 Condición
- 1.4 Requisito
- 1.5 N° Horas de Clase
- 1.6 N° de Créditos
- 1.7 Ciclo
- 1.8 Semestre Académico

1.9 Duración  
1.10 Docente

## II. SUMILLA

Debe contener

Naturaleza:

Propósito:

Contenido:

## III. COMPETENCIAS DE LA ASIGNATURA

**Competencias generales:** Se extraen de las competencias genéricas definidas por la Facultad.

**Competencias de la asignatura:** Se transcribe la competencia del perfil de egresado, a la cual pertenece la asignatura.

**Competencias específicas, capacidades y actitudes**

## IV. MATERIALES EDUCATIVOS Y OTROS RECURSOS DIDÁCTICOS:

Señalar todos aquellos materiales y recursos didácticos que se utilizarán para el desarrollo de la asignatura.

## V. EVALUACIÓN

## VI. BIBLIOGRAFÍA

Precisar las Fuentes de Información: bibliográficas, hemerográficas y cibernéticas.

## XIV. RÉGIMEN DE ESTUDIOS

Las clases en el programa de Física son presencial.

## XV. SISTEMAS DE EVALUACIÓN

### OBJETIVOS DE LA EVALUACIÓN

El objetivo principal de la escuela Profesional de Física es la formación académica y profesional de Físicos, el sistema de evaluación es una parte importante del proceso educativo y tiene como objetivo generar un proceso que permita obtener evidencias necesarias para juzgar, retroalimentar y calificar el aprendizaje de cada estudiante. Dicho proceso contempla proponer criterios que permitan evaluar el desempeño de los estudiantes con la intención no de emitir un juicio sobre las decisiones que los estudiantes han asumido y plasmado en sus respuestas a las preguntas planteadas en cada caso, sino el conformar una variable que permita ponderar el grado de habilidad del estudiante para identificar y aplicar en sus decisiones los principios y leyes físicas, así como responsabilidades profesionales que se han tratado de desarrollar durante su formación académica.

Las evaluaciones son de carácter permanente y tienen como propósito verificar el rendimiento académico del estudiante dentro del ciclo académico y determinar las competencias u objetivos alcanzados.



## **INSTRUMENTOS DE EVALUACIÓN**

Los mecanismos de evaluación de las asignaturas consideradas en el currículo de estudios se sujetan a formas que dinamizan el desarrollo académico para de esta manera constatar el avance del programa analítico. Para tal efecto, tenemos en cuenta:

- Distribución de pre-actas.
- Seguimiento del rendimiento académico en forma personal.
- Evaluación continua del profesor mediante una encuesta que comprende: asistencia a clases, entrega de notas, labor de asesoría a estudiantes, publicaciones de notas, elaboración y supervisión de prácticas, entrega de material del curso en forma física o magnética.

## **CRITERIOS DE EVALUACIÓN**

No todos los procesos de evaluación de los aprendizajes son semejantes, varían teniendo en cuenta su finalidad, el tipo de aprendizaje que se quiere evaluar, aquello que se evalúa para verificar los aprendizajes y cómo se presenta la información producto de la evaluación.

El docente al evaluar el contenido de la asignatura debe considerar los siguientes aspectos: Fundamento de carácter conceptual, teórico y/o experimental de los principios y leyes de la Física.

La evaluación final de cada asignatura y dependiendo de su naturaleza, se llevará a cabo mediante la calificación cuantitativa de Prácticas Calificadas, Exámenes Parciales, Prácticas de Laboratorio y Exposiciones.

Se ha considerado para el presente currículo, los siguientes tipos de evaluación:

### **Primer Tipo de Evaluación:**

Para obtener la nota final (NF) de la asignatura se considera las siguientes evaluaciones: Un (01) examen parcial, un (01) examen final y un (01) examen sustitutorio que reemplaza a uno de los 02 exámenes.

La fórmula para obtener la nota final es la siguiente:

$$NF = \frac{EP + EF}{2}$$

donde:

EP : Examen parcial

EF : Examen final

### **Segundo Tipo de Evaluación:**

Para obtener la nota final (NF) de la asignatura se considera las siguientes evaluaciones: cuatro (04) prácticas calificadas, un (01) examen parcial, un (01) examen final y un (01) examen sustitutorio que reemplaza a uno de los 02 exámenes.

La fórmula para obtener la nota final es la siguiente:

$$NF = \frac{EP + EF + PPC}{3}$$

donde:

EP : Examen parcial

EF : Examen final

PPC : Promedio de prácticas calificadas

### **Tercer Tipo de Evaluación:**

Para obtener la nota final (NF) de la asignatura se considera las siguientes evaluaciones: promedio de prácticas de laboratorio, un (01) examen parcial, un (01) examen final y un (01) examen sustitutorio que reemplaza a uno de los 02 exámenes.

La fórmula para obtener la nota final es la siguiente:

$$NF = \frac{EP + EF + PPL}{3}$$

donde:

- EP : Examen Parcial
- EF : Examen Final
- PPL : Promedio de Prácticas de Laboratorio

Para obtener el promedio de prácticas de laboratorio (PPL) se tiene en cuenta,

$$PPL = \frac{PI + EPL + EFL}{3}$$

donde:

- PI : Promedio de Informes
- EPL : Examen Parcial de Laboratorio
- EFL : Examen Final de Laboratorio

### **Cuarto Tipo de Evaluación:**

Para obtener la nota final (NF) de la asignatura se considerará las siguientes evaluaciones: cuatro (04) prácticas calificadas, promedio de prácticas de laboratorio, un (01) examen parcial, un (01) examen final y un (01) examen sustitutorio que reemplaza a uno de los 02 exámenes.

La fórmula para obtener la nota final es la siguiente:

$$NF = \frac{EP + EF + PPC + PPL}{4}$$

donde:

- EP : Examen Parcial
- EF : Examen Final
- PPC : Promedio de Prácticas calificadas
- PPL : Promedio de Prácticas de Laboratorio

Para obtener el promedio de prácticas de laboratorio (PPL) se tiene en cuenta,

$$PPL = \frac{PI + EPL + EFL}{3}$$

donde:

- PI : Promedio de Informes
- EPL : Examen Parcial de Laboratorio
- EFL : Examen Final de Laboratorio

### **Quinto Tipo de Evaluación:**

Para obtener la nota final (NF) de la asignatura se considerará las siguientes evaluaciones: cuatro (04) prácticas calificadas, una nota promedio de monografías, un (01) examen



parcial, un (01) proyecto final, un (01) examen final y un (01) examen sustitutorio que reemplaza a uno de los 02 exámenes.

La fórmula para obtener la nota final es la siguiente:

$$NF = \frac{EP + EF + PPC + PM + PF}{5}$$

donde:

- EP : Examen Parcial
- EF : Examen Final
- PPC : Promedio de Prácticas calificadas
- PM : Promedio de Monografías
- PF : Proyecto Final

### **Sexto Tipo de Evaluación:**

Para obtener la nota final (NF) de la asignatura se considerará las siguientes evaluaciones: cuatro (04) prácticas calificadas, una nota promedio de prácticas de laboratorio, una nota promedio de monografías, un (01) proyecto final, un (01) examen parcial, un (01) examen final y un (01) examen sustitutorio que reemplaza a uno de los 02 exámenes.

La fórmula para obtener la nota final es la siguiente:

$$NF = \frac{EP + EF + PPC + PM + PPL + PF}{6}$$

donde:

- EP : Examen Parcial
- EF : Examen Final
- PPC : Promedio de Prácticas calificadas
- NL : Nota de Laboratorio

Para obtener el promedio de prácticas de laboratorio (PPL) o comunitarias se tiene en cuenta,

$$PPL = \frac{PI + EPL + EFL}{3}$$

donde:

- PI : Promedio de Informes
- EPL : Examen Parcial de Laboratorio
- EFL : Examen Final de Laboratorio

### **Séptimo Tipo de Evaluación:**

Para obtener la nota final (NF) de la asignatura se considerará las siguientes evaluaciones una nota promedio de exposiciones, un (01) examen parcial, un (01) examen final y un (01) examen sustitutorio que reemplaza a uno de los 02 exámenes.

La fórmula para obtener la nota final es la siguiente:

$$NF = \frac{EP + EF + PE}{3}$$

donde:

- EP : Examen Parcial
- EF : Examen Final
- PE : Promedio de Exposiciones

- **INFRAESTRUCTURA Y EQUIPAMIENTO**

La infraestructura académica necesaria para el desarrollo del Plan curricular de estudios con que cuenta la Escuela Profesional de Física es la siguiente:

- Laboratorio de Física y Química
- Laboratorios de Física I
- Laboratorio de Física II
- Laboratorio de Física III
- Laboratorio de Física Moderna
- Laboratorio de Química General
- Laboratorio de Óptica
- Laboratorio de Física Electrónica
- Laboratorio de Física Avanzada
- Biblioteca Especializada
- Centro de Informática de Física, con servicio de Internet
- Ocho (08) aulas con capacidad para 40 estudiantes
- Auditorio para conferencias
- La infraestructura administrativa cuenta con:
  - Una oficina para la Dirección de Escuela Profesional de Física
  - Una oficina para el Departamento Académico de Física
  - Muebles: escritorios, módulo para computadora, armarios, mesas

- **EQUIPOS Y RECURSOS DIDÁCTICOS**

- Se cuenta con los siguientes equipos y materiales:
  - Pizarras convencionales.
  - Pizarras acrílicas
  - Proyector multimedia
  - Computadoras
  - Libros, etc.

## **XVI. LÍNEAS DE INVESTIGACIÓN**

Las líneas de investigación de la carrera profesional de Física, son:

1. Física computacional
2. Geofísica
3. Metrología
4. Física médica
5. Física de la materia condensada
6. Astrofísica
7. Física Teórica
8. Física nuclear y partículas elementales

## **XVII. PRÁCTICAS PRE-PROFESIONALES**

Las Prácticas Pre-Profesionales es un requisito fundamental que sirve para la obtención del grado de bachiller y está regida por el Reglamento de Estudios y el Reglamento de Prácticas Pre-profesionales de la FCNM,



## **XVIII. SERVICIO DE EXTENSIÓN Y RESPONSABILIDAD SOCIAL**

La extensión social es la función donde la universidad extiende su acción educativa a través de un conjunto de actividades de difusión y promoción del conocimiento científico y tecnológico a los miembros de la comunidad en general y en particular a la del Callao. Las actividades de extensión social que realiza la Escuela Profesional de Física, son:

- Organización de eventos científicos en las diversas líneas de investigación señaladas anteriormente, tales como: metrología, física médica, física teórica, etc.
- Organización de actividades deportivas, culturales y artísticas.
- La publicación y difusión de monografías, revistas, textos y libros, en formato físico y virtual.
- La organización de foros, simposios, encuentros científicos sobre tema de interés local, regional, nacional e internacional.

La responsabilidad social universitaria es la gestión de la universidad, congruente con su visión, misión y funciones, propiciando la participación de la comunidad. La responsabilidad social incluye las actividades siguientes:

- Incentivar en los miembros de la comunidad universitaria la investigación, innovación y tecnología para el desarrollo social, tecnológico y político.
- Contribuir al desarrollo sostenible y al bienestar de la sociedad.
- Realizar prácticas de campo, visitas técnicas y de estudio.
- Capacitar a los miembros de la comunidad universitaria y regional.
- Elaborar proyectos y estudios multidisciplinarios de responsabilidad social.

## **XIX. GRADUACIÓN Y TITULACIÓN**

### **CONDICIÓN DE EGRESADO**

Para obtener la condición de egresado el estudiante deberá: Aprobar un mínimo de 219 créditos según el Plan de Estudios vigente, distribuidos en:

- Estudios Generales : 35 créditos
- Estudios Específicos : 60 créditos
- Estudios de Especialidad : 109 créditos
- Cursos Electivos : 15 créditos.

Haber realizado sus prácticas pre profesionales supervisadas, según lo indicado en el reglamento de estudios.

Para poder egresar el estudiante debe acreditar el conocimiento de un idioma extranjero de preferencia inglés o lengua nativa.

### **GRADO ACADÉMICO QUE OTORGA: BACHILLER EN FÍSICA**

Requisitos:

- a) Constancia de egresado.
- b) La aprobación de un trabajo de investigación.

### **TÍTULO PROFESIONAL QUE OTORGA: LICENCIADO EN FÍSICA**

Requisitos:

- a) Grado académico de Bachiller en Física otorgado en esta casa de estudios.
- b) Aprobación de una Tesis o trabajo de suficiencia profesional.
- c) Cumplir con los requisitos establecidos en el reglamento de grados y títulos.

**ANEXOS**  
**ANEXO 1: CUADRO DE CONVALIDACIONES**

CURRÍCULO ANTERIOR					CURRÍCULO NUEVO					
ASIGNATURA POR CONVALIDAR					ASIGNATURA CONVALIDADA					
Nº	COD.	ASIGNATURA	C.	CI.	Nº	COD.	ASIGNATURA	C D.	CI.	C C.
01	MA-101	COMPLEMENTOS DE MATEMÁTICA	6	I	01	EE-101	COMPLEMENTO DE MATEMÁTICA	6	I	6
02	MA-103	CÁLCULO DIFERENCIAL E INTEGRAL	6	I	02	EE-102	CÁLCULO I	6	I	6
03	QU-105	QUÍMICA GENERAL	6	I	03	EE-103	QUÍMICA I	6	I	6
04	CG-107	LENGUAJE	3	I	04	EG-104	TÉCNICAS DE REDACCIÓN Y ELOCUCIÓN	4	I	4
05	MA-102	CÁLCULO VECTORIAL	6	II	05	EE-201	CÁLCULO II	6	II	6
06	QU-104	QUÍMICA INORGÁNICA Y ANÁLISIS QUÍMICO	6	II	55	EL-610	QUÍMICA II	3	VI	3
31	QU-409	ANÁLISIS POR INSTRUMENTACIÓN (E)	3	VII						
07	FI-106	FÍSICA I	6	II	06	EE-202	FÍSICA I	6	II	6
08	CG-108	REALIDAD NACIONAL	3	II	17	EG-405	CULTURA DE PAZ Y SEGURIDAD NACIONAL	3	IV	3
30	CG-407	CONSTITUCIÓN, DESARROLLO Y DEFENSA NACIONAL	3	VII						
09	MA-102	INTRODUCCIÓN A LAS ECUACIONES DIFERENCIALES	6	III	09	EE-301	INTRODUCCIÓN A LAS ECUACIONES DIFERENCIALES	6	III	6
10	FI-203	FÍSICA II	6	III	10	EE-302	FÍSICA II	6	III	6
11	MA-205	ESTADÍSTICA Y CÁLCULO DE PROBABILIDADES	5	III	12	EE-303	ESTADÍSTICA Y PROBABILIDADES	4	III	6
12	CG-207	ECONOMÍA GENERAL	4	III						
13	FI-202	MATEMÁTICA PARA LA MECÁNICA CUÁNTICA	5	IV	20	FI-503	MATEMÁTICA PARA LA MECÁNICA CUÁNTICA	6	V	6
14	FI-204	MÉTODOS NUMÉRICOS DE LA FÍSICA	6	IV	13	EE-401	MÉTODOS NUMÉRICOS DE LA FÍSICA	6	IV	6
15	FI-206	FÍSICA III	6	IV	14	EE-402	FÍSICA III	6	IV	6
17	FI-301	MÉTODOS COMPUTACIONALES DE LA FÍSICA	6	V	18	FI-501	MÉTODOS COMPUTACIONALES DE LA FÍSICA	5	V	6
18	FI-303	MÉTODOS MATEMÁTICOS DE LA FÍSICA I	5	V	19	FI-403	MÉTODOS MATEMÁTICOS DE LA FÍSICA I	5	IV	5
19	FI-305	MECÁNICA CLÁSICA	6	V	21	FI-504	MECÁNICA CLÁSICA	5	V	6
20	FI-307	FÍSICA MODERNA	5	V	19	FI-502	FÍSICA MODERNA	5	V	5
21	FI-302	MÉTODOS MATEMÁTICOS DE LA FÍSICA II	5	VI	25	FI-603	MÉTODOS MATEMÁTICOS DE LA FÍSICA II	5	VI	5
22	FI-304	ELECTROMAGNETISMO I	5	VI	23	FI-601	ELECTROMAGNETISMO I	5	VI	5
23	FI-306	MECÁNICA CUÁNTICA I	5	VI	24	FI-602	MECÁNICA CUÁNTICA I	5	VI	5
24	FI-308	RELATIVIDAD	4	VI	29	FI-703	RELATIVIDAD ESPECIAL	5	VI I	5

CURRÍCULO ANTERIOR					CURRÍCULO NUEVO					
ASIGNATURA POR CONVALIDAR					ASIGNATURA CONVALIDADA					
Nº	COD.	ASIGNATURA	C.	CI.	Nº	COD.	ASIGNATURA	C D.	CI.	C C.
32	FI-411	TEORÍA CLÁSICA DE CAMPOS (E)	3	VII	64	EL-613	CAMPOS CLÁSICOS (E)	3	VI	3
25	QU-310	INTRODUCCIÓN A LA CRISTALOGRAFÍA (E)	3	VI	56	EL-710	CRISTALOGRAFÍA (E)	3	VI I	3



26	FI-312	DINÁMICA NO LINEAL (E)	3	VI	43	EL-606	DINÁMICA NO LINEAL (E)	3	VI	3
27	FI-401	ELECTROMAGNETISMO II	5	VII	27	FI-701	ELECTROMAGNETISMO II	5	VI I	5
28	FI-403	MECÁNICA CUÁNTICA II	5	VII	28	FI-702	MECÁNICA CUÁNTICA II	5	VI I	5
29	FI-405	FÍSICA TÉRMICA	5	VII	16	FI-404	TERMODINÁMICA	3	IV	5
33	FI-402	INTRODUCCIÓN A LA FÍSICA DEL ESTADO SÓLIDO	5	VIII	39	FI-1001	FÍSICA DEL ESTADO SÓLIDO	5	X	5
34	FI-404	ÓPTICA FÍSICA	5	VIII	33	FI-803	ÓPTICA FÍSICA	5	VI II	5
35	FI-406	FÍSICA ATÓMICA Y MOLECULAR	4	VIII	32	FI-802	FÍSICA ATÓMICA Y MOLECULAR	5	VI II	5
36	FI-408	FÍSICA TEÓRICA COMPUTACIONAL I	3	VIII	31	FI-801	FÍSICA COMPUTACIONAL I	5	VI II	3
38	FI-412	INTRODUCCIÓN A LA MECÁNICA CUÁNTICA RELATIVISTA (E)	3	VIII	63	EL-812	INTRODUCCIÓN A LA TEORÍA CUÁNTICA DE CAMPOS (E)	3	VI II	3
39	FI-501	MECÁNICA ESTADÍSTICA	5	IX	37	FI-903	MECÁNICA ESTADÍSTICA	5	IX	5
40	FI-503	FÍSICA NUCLEAR	4	IX	41	FI-1003	FÍSICA NUCLEAR	5	X	4
41	FI-505	INSTRUMENTACIÓN ELECTRÓNICA I	4	IX	36	FI-902	INSTRUMENTACIÓN ELECTRÓNICA I	5	IX	4
42	CG-507	METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN CIENTÍFICA	5	IX	34	EG-804	METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN CIENTÍFICA	4	VI II	5
47	CG-506	EPISTEMOLOGÍA	3	X	30	EG-704	EPISTEMOLOGÍA Y ÉTICA PROFESIONAL	4	VI I	3
43	FI-509	DIFRACCIÓN DE RAYOS X I (E)	3	IX	57	FI-509	DIFRACCIÓN DE RAYOS X (E)	4	VI II	3
44	FI-511	FÍSICA TEÓRICA COMPUTACIONAL II (E)	3	IX	35	FI-901	FÍSICA COMPUTACIONAL II	5	IX	5
45	FI-502	SEMINARIO Y PROYECTO DE TESIS	6	X	38	FI-904	SEMINARIO DE TESIS I	4	IX	6
46	FI-504	INSTRUMENTACIÓN ELECTRÓNICA II	4	X	40	FI-1002	INSTRUMENTACIÓN ELECTRÓNICA II	5	X	5
48	CG-508	METODOLOGÍA DE LA ENSEÑANZA	3	X	22	EG-505	METODOLOGÍA DE LA ENSEÑANZA UNIVERSITARIA	3	V	3
50	FI-512	TÓPICOS AVANZADOS DE FÍSICA COMPUTACIONAL (E)	3	X	44	EL-706	TÓPICOS AVANZADOS DE LA FÍSICA COMPUTACIONAL (E)	3	VI I	3

COD. : Código  
 CD. : Crédito  
 CI. : Ciclo  
 CC. : Crédito Convalidado

## ANEXO N° 02

### CUADRO DE COMPENSACIONES

CURRÍCULO ANTERIOR					CURRÍCULO NUEVO			
ASIGNATURA POR CONVALIDAR					ASIGNATURA CONVALIDADA			
N°	COD.	ASIGNATURA	CD.	CI.	ASIGNATURA	CD.	CI.	CC.
06	QU-104	QUÍMICA INORGÁNICA Y ANÁLISIS QUÍMICO	6	II	ELECTIVO	3	VI-X	3
08	CG-108	REALIDAD NACIONAL	3	II	ELECTIVO	3	VI-X	3
12	CG-207	ECONOMÍA GENERAL	4	III	ELECTIVO	3	VI-X	3
16	CG-208	GEOGRAFÍA ECONÓMICA Y RECURSOS NATURALES	3	IV	ELECTIVO	3	VI-X	3
30	CG-407	CONSTITUCIÓN, DESARROLLO Y DEFENSA NACIONAL	3	VII	ELECTIVO	3	VI-X	3
31	QU-409	ANÁLISIS POR INSTRUMENTACIÓN (E)	3	VII	ELECTIVO	3	VI-X	3
37	FI-410	METALURGIA FÍSICA (E)	3	VIII	ELECTIVO	3	VI-X	3
49	FI-510	DIFRACCIÓN DE RAYOS X II (E)	3	X	ELECTIVO	3	VI-X	3

Las asignaturas electivas de este Currículo 2016 que sean llevadas y aprobadas por los estudiantes que egresarán con el Currículo 1997, son compensadas con los electivos de este currículo anterior.



## MODELO EDUCATIVO UNAC EN LA FCNM

### CONCEPCIÓN EDUCATIVA

Es necesario profundizar en las concepciones teóricas del diseño curricular por competencias profesionales y así determinar los fundamentos curriculares para elaborar dicho diseño. Sobre el tema hay investigaciones que han aportado resultados teóricos y prácticos como las de Leonard y Utz, 1979; Mertens, 1996; Lessard y colaboradores, 1998; Daigle, 1998; Idifoin y Vargas, 2002; Hernández Y., 2004, así como otros en el ámbito internacional. Del trabajo de Leonard y Utz (1979) es destacable su propuesta de un currículo basado en el desarrollo de competencias y su aportación sobre la necesidad de una educación diferenciada y flexible.

De Daigle (1998) es destacable la forma de enunciar y describir las competencias profesionales. Lessard y colaboradores (1998) hicieron un trabajo sobre la formación por competencias del técnico superior universitario en la Universidad de Aguascalientes, en México, siendo su novedad la forma de enunciar la competencia laboral y competencia profesional.

El concepto de competencias es algo antiguo. Surge en los años 70, a partir de los trabajos de McClelland en la Universidad de Harvard. Como consecuencias de los trabajos de Bloom surge, en la misma década, un movimiento andragógico llamado enseñanza basada en competencias.

Las competencias parecen constituir, en la actualidad, una conceptualización y un modo de operar en la gestión de recursos humanos que permite una mejor articulación entre gestión, trabajo y educación. La competencia tiene que ver con una combinación integrada de conocimientos, habilidades y actitudes éticas.

El término competencia, entonces, puede ser definido de manera general, como un saber hacer, sobre algo, con determinadas actitudes. Desde esta simple definición podemos entresacar el carácter eminentemente práctico de toda competencia. Para saber si alguien es competente es indispensable observarlo actuando; es decir, no se es competente cuando solo se base cómo se debe hacer, sino cuándo se hace y de una manera adecuada y efectiva. En segundo lugar, la definición hace referencia a algo sobre el que se sabe hacer, que es el contenido de la competencia. En último lugar, para poder afirmar de alguien que es competente no basta saber qué hace ese algo, sino que importa mucho, la manera o la actitud con la que actúa.

El análisis de las competencias nos da las pistas de elaboración del proyecto curricular: Eminentemente práctico (contenidos procedimientos), con un alto nivel de concreción (contenidos teóricos), marcando el estilo de actuación (contenidos actitudinales). Frohlich considera la competencia como una capacidad para afrontar problemas: "competencia: capacidad objetiva de un individuo para resolver problemas, cumplir actos definidos y circunscriptos. El hecho de disponer de conocimientos y aptitudes o de emplearlas con un propósito para expresar una capacidad que manifiesta un dominio exitoso sobre determinadas tareas o situaciones problemáticas" (Frohlich, en Cocca, 2003). Para Lafourcade "las competencias aluden a las capacidades adquiridas (conocimientos, actitudes, perspectivas, habilidades) mediante procesos sistemáticos de aprendizaje que posibilitan, en el marco del

campo elegido adecuados abordajes de sus problemáticas específicas, y el manejo idóneo de procedimientos y métodos para operar eficazmente ante los requerimientos que se planteen”(Lafourcade, en Cocca, 2003).

Un concepto más completo de competencia sería la que da Tremblay: “una competencia, es un sistema de conocimientos conceptuales y de procedimientos, organizados en esquemas operacionales y que permiten, dentro de un grupo de situaciones, la identificación de tareas – problemas y su resolución por una acción eficaz”.

Estas definiciones han evolucionado y nos dan los componentes de un proyecto curricular por competencias:

1. Saber hacer algo concreto con actitud ética.
2. Saber afrontar una situación problema (Frohlich).
3. El manejo idóneo de procedimientos y métodos para operar eficazmente (Lafourcade).
4. Sistema de conocimientos, conceptuales y de procedimientos éticos.

Las competencias pueden ser:

- I. COMPETENCIAS BÁSICAS
- II. COMPETENCIAS PROFESIONALES
- III. COMPETENCIAS LABORALES
- IV. COMPETENCIAS PERSONALES
- V. COMPONENTE MOTIVACIONAL

## **COMPONENTE COGNITIVO**

Desde el componente cognitivo el hombre puede conocer el mundo que le rodea y orientarse, así como transformar la realidad y transformarse así mismo, como decía Pérez Martín. Luego el componente cognitivo de un currículo está constituido por el sistema de conocimientos y habilidades a desarrollar en los estudiantes.

## **COMPONENTE META COGNITIVO**

El componente meta cognitivo: saber qué hace y porqué lo hace, unido a la capacidad de valorar objetiva y críticamente su propio proceso desde una autoevaluación. La meta cognición es el conocimiento del conocimiento. Su ausencia provoca pérdidas de tiempo en el estudio con pobres resultados. Su presencia se correlaciona con una alta capacidad intelectual. La capacidad de ser consciente de cómo se constituye el propio aprendizaje es fundamental en toda actividad académica y profesional. La meta cognición organiza y planifica la actividad cognoscitiva.

## **CORRIENTES EDUCO LÓGICAS**

El presente plan de estudios se basa en el modelo educativo de la Universidad Nacional del Callao del 2016, presenta diversas corrientes pedagógicas, las cuales, son:

### **a. TEORÍA EDUCATIVA CONSTRUCTIVISTA**

A partir de la segunda mitad del siglo XX destaca el crecimiento geométrico de la tecnología de punta, la bioenergía, la informática y la robótica, principalmente, y esto genera una elevada demanda de trabajadores cada vez más especializados para incorporarse al mercado productivo.



Las empresas se tornan altamente competitivas, requiriendo personas que puedan manejarse en situaciones nuevas y complejas, donde el cambio constante es lo habitual. La convivencia laboral encierra nuevas zonas de riesgo e incertidumbre y el trabajo bajo presión, es un componente nuevo.

La capacidad de proyectarse creativamente y el trabajo en equipo son condiciones de nuevos perfiles de selección y capacitación de personal. Desde este perfil la psicología cognoscitiva se abre paso proponiendo el desarrollo o potenciación de las capacidades y habilidades del sujeto al que se le denominara discente. Esta nueva corriente pone énfasis en la teoría del desarrollo de Piaget y en los sustentos teóricos de la teoría del conocimiento y el aprendizaje, así se trata de plantear un hecho educativo desde la perspectiva del desarrollo tecnológico de las fuerzas productivas.

La teoría educativa constructivista surge para sostener los nuevos rumbos del mercado imperialista en reestructuración, siendo sus objetivos una educación que desarrolle el campo productivo contextualizado al sistema ecológico de cada país. Asume al sujeto individualmente, aplicando el conocimiento como una construcción de conceptos subjetivos, donde la característica esencial es el desarrollo de capacidades, habilidades y destrezas para desarrollar la individualización del futuro ciudadano.

La teoría educativa constructivista, entonces, se nutre de cuatro enfoques fundamentales, guía la filosofía de Kant, la psicología genética de Piaget, la psicología del procedimiento de la información, y la pedagogía de la escuela nueva (Montessori, Decclory, Dewey, Ausubel, Brunner, etc). Aquí el estudiante tiene que insertarse en el proceso del aprendizaje, y pasa a la posición de actor principal. Utiliza el trabajo en equipo como herramienta de aprendizaje, aplicada a la investigación para adquirir el conocimiento y expone sus descubrimientos y conclusiones.

## **b. TEORÍA EDUCATIVA CONECTIVISTAS**

Conceptualiza el conocimiento y el aprendizaje como procesos basados en conexiones. Presenta un modelo de aprendizaje que refleja a la sociedad actual en la que el aprendizaje ya no es una digital, entorno de permanente cambio, se debe reconocer el hecho de que los modos de aprender y su función se alteran cuando se utilizan nuevas herramientas y tecnologías de información y comunicación.

El colectivismo es una combinación entre el constructivismo y el cognitivismo enfocado al nuevo aprendizaje en la era digital. Para que los estudiantes prosperen en la era digital, entorno de permanente cambio, se debe reconocer el hecho de que los modos de aprender y su función se alteran cuando se utilizan nuevas herramientas y tecnologías de información y comunicación. Características fundamentales:

- El aprendizaje es un proceso de creación de redes.
- El aprendizaje es el proceso de conectar nodos o fuentes de información.
- El conocimiento puede resistir fuera del ser humano.
- El aprendizaje gira en torno al propio aprendiz y el rol del profesor cambia significativamente (se convierte en tutor, curador y administrador de redes de aprendizaje);
- Los contenidos de las áreas del saber se alojan en gestores de aprendizaje, ajustados a un periodo temporal.

- La presentación de la información en red tiene estructura reticular, lo que nos lleva a enunciar algunos principios útiles para llevar a cabo una formación conectivistas.

### **c. LA TEORÍA COGNITIVA DE PIAGET**

Esta teoría cognitiva muestra una nueva visión del ser humano, al considerarlo como un organismo que realiza una actividad basada fundamentalmente en el procesamiento de la información muy diferente a la visión reactiva y simplista que hasta entonces había defendido y divulgado el conductismo.

Reconoce la importancia de cómo las personas organizan, filtran, codifican, categorizan, y evalúan la información y la forma en que estas herramientas, estructuras o esquemas mentales son empleados para acceder e interpretar la realidad. Considera que cada individuo tendrá diferentes representaciones del mundo, las que dependerán de sus propios esquemas y desinteracción con la realidad, e irán cambiando y serán cada vez más sofisticadas.

Concepto de los estudiantes

El estudiante es un sujeto activo procesador de información, que posee competencia cognitiva para emprender y solucionar problemas; dicha competencia, a su vez, deber ser considerada y desarrollada usando nuevos aprendizajes y habilidades estratégicas.

El modelo de enseñanza

Está centrada en procesos y por ello estará subordinada al aprendizaje de los aprendices. Es una enseñanza significativa para facilitar el almacenamiento de lo aprendido en la memoria a largo plazo. Es un modelo de aprendizaje enseñanza donde la pregunta central es ¿Cómo aprende el que aprende? Y posteriormente ¿Cómo profesor que hago? La función educativa, de enseñanza e instruccional se subordina al aprendizaje. Los protagonistas de su aprendizaje son los sujetos que aprenden y el profesor se limita a ser un mediador en el aprendizaje, actuando solo cuando es necesario.

### **d. MÉTODO DE DEWEY**

Se basa en el pragmatismo denominado instrumentalismo: considera al pensamiento como el instrumento principal que el hombre posee para solucionar sus problemas. Responde a la búsqueda del conocimiento y la solución de problemas. Sirvió como base del método de proyectos de KILPATRICK.

### **e. PRAGMATISMO Y PEDAGOGÍA**

Esta teoría del conocimiento destaca la "necesidad de comprobar el pensamiento por medio de la acción si se quiere que este se convierta en conocimiento". Sus trabajos sobre la educación tenían por finalidad sobre todo estudiar las consecuencias que tendría su instrumentalismo para la pedagogía y comprobar su validez mediante la experimentación.

Fases del método

Fase 1. Se plantea una situación confusa o problemática. Aquí se sugiere caminos alternativos.

Fase 2. El educando selecciona uno o varios en forma racional. es la fase de intelectualización del problema.

Fase 3. Consiste en la observación y el experimento. Aquí se ensayan diferentes hipótesis.

Fase 4. Es la reelaboración intelectual de las hipótesis originales.

Fase 5. Es la aplicación práctica: se generan nuevas hipótesis.

Etapas del conocimiento humano.

- La experiencia: o sea el involucrarse en una situación empírica o real mediante la acción por el método de ensayo y error. Se trata de ejercitar el pensamiento mediante la acción de un ejercicio no meramente verbal.



- La información: es la fase creadora, la etapa de lo posible, un salto hacia el porvenir, unas hipótesis, ensayos, inferencias y suposiciones, una incursión en lo nuevo, un ejercicio aterrizado de la imaginación. Las soluciones no son provistas por el maestro sino descubiertas por el estudiante; solo quien descubre piensa, lo demás es repetir o almacenar.
- La aplicación y comprobación: solo la aplicación comprueba la verdad y solo la comprobación confiere al conocimiento pleno significado y realidad.

#### **f. TEORÍA DEL APRENDIZAJE SIGNIFICATIVO – DAVID AUSUBEL**

El origen de esta teoría se debe al interés de Ausubel por conocer y explicar las condiciones y propiedades del aprendizaje. Para Ausubel una teoría del aprendizaje escolar que es realista y científicamente viable, debe ocuparse del carácter complejo y significativo que tiene el aprendizaje verbal y simbólico. Para Ausubel, es el proceso según el cual se relaciona un nuevo conocimiento o información con la estructura cognitiva del que aprende de forma no arbitraria y sustantiva o no literal. Pero aprendizaje significativo no es solo este proceso, sino que también es un producto. En este proceso los nuevos contenidos adquieren significado para el sujeto produciéndose una transformación de los subsumidores de su estructura cognitiva, que resultan así progresivamente más diferenciados, elaborados y estables.

Tipos de aprendizaje significativo de acuerdo al objetivo aprendido.

Aprendizaje de proporciones

Atendido a la organización jerárquica de la estructura cognitiva.

- Es subordinado cuando el concepto nuevo se subordina a conceptos más inclusores que el estudiante ya conocía.
- Es superordenado cuando el concepto nuevo es de mayor grado de inclusión que los conceptos que el estudiante ya conocía.
- Es combinatorio cuando el concepto nuevo tiene la misma jerarquía que los conocidos.
- El aprendizaje significativo.

Se logra por intermedio de la verbalización y del lenguaje y requiere, por tanto, comunicación entre distintos individuos y con uno mismo. Para el aprendizaje significativo han de tomarse en cuenta 4 procesos:

- Diferencias progresiva: a medida que nuevas ideas son incorporadas por un cierto elemento inclusor, estas adquieren significado y el elemento inclusor se va modificando por la incorporación de significados adicionales. Este proceso determina una diferenciación progresiva del elemento inclusor.
- Reconciliación integrada: en el aprendizaje supraordenado o en el combinatorio, mientras que una nueva información es adquirida, los elementos constituyentes de la estructura cognitiva se pueden reorganizar y adquirir nuevos significados, produciéndose una reconciliación integradora que implica también una diferenciación progresiva.
- Organización secuencial
- Consolidación.

## ANEXO 04

### BREVE HISTORIA DE LA FÍSICA

#### SIGLO XX: SEGUNDA REVOLUCIÓN DE LA FÍSICA

El siglo XX estuvo marcado por el desarrollo de la física como ciencia capaz de promover el desarrollo tecnológico. A principios de este siglo los físicos consideraban tener una visión casi completa de la naturaleza. Sin embargo pronto se produjeron dos revoluciones conceptuales de gran calado: El desarrollo de la teoría de la relatividad y el comienzo de la mecánica cuántica.

En 1905 Albert Einstein, formuló la teoría de la relatividad especial, en la cual el espacio y el tiempo se unifican en una sola entidad, el espacio-tiempo. La relatividad formula ecuaciones diferentes para la transformación de movimientos cuando se observan desde distintos sistemas de referencia inerciales a aquellas dadas por la mecánica clásica. Ambas teorías coinciden a velocidades pequeñas en relación a la velocidad de la luz. En 1915 extendió la teoría especial de la relatividad para explicar la gravedad, formulando la teoría, la cual sustituye a la ley de la gravitación de Newton.

En 1911 Rutherford dedujo la existencia de un núcleo atómico cargado positivamente a partir de experiencias de dispersión de partículas. A los componentes de carga positiva de este núcleo se les llamó protones. Los neutrones, que también forman parte del núcleo pero no poseen carga eléctrica, los descubrió Chadwick en 1932.

En los primeros años del Siglo XX Planck, Einstein, Bohr y otros desarrollaron la teoría cuántica a fin de explicar resultados experimentales anómalos sobre la radiación de los cuerpos. En esta teoría, los niveles posibles de energía pasan a ser discretos. En 1925 Heisenberg y en 1926 Schrödinger y Dirac formularon la mecánica cuántica, en la cual explican las teorías cuánticas precedentes. En la mecánica cuántica, los resultados de las medidas físicas son probabilísticos; la teoría cuántica describe el cálculo de estas probabilidades.

La mecánica cuántica suministró las herramientas teóricas para la física de la materia condensada, la cual estudia el comportamiento de los sólidos y los líquidos, incluyendo fenómenos tales como estructura cristalina, semiconductividad y superconductividad. Entre los pioneros de la física de la materia condensada se incluye Bloch, el cual desarrolló una descripción mecano-cuántica del comportamiento de los electrones en las estructuras cristalinas (1928).

La teoría cuántica de campos se formuló para extender la mecánica cuántica de manera consistente con la teoría especial de la relatividad. Alcanzó su forma moderna a finales de los 1940s gracias al trabajo de Feynman, Schwinger, Tomonaga y Dyson. Ellos formularon la teoría de la electrodinámica cuántica, en la cual se describe la interacción electromagnética.

La teoría cuántica de campos suministró las bases para el desarrollo de la física de partículas, la cual estudia las fuerzas fundamentales y las partículas elementales. En 1954 Yang y Mills desarrollaron las bases del modelo estándar.

#### SIGLO XXI: EL SIGLO DE LA RELATIVIDAD

La física sigue enfrentándose a grandes retos, tanto de carácter práctico como teórico, a comienzos del siglo XXI. El estudio de los sistemas complejos dominados por sistemas de ecuaciones no lineales, tal y como la meteorología o las propiedades cuánticas de los



materiales que han posibilitado el desarrollo de nuevos materiales con propiedades sorprendentes. A nivel teórico la astrofísica ofrece una visión del mundo con numerosas preguntas abiertas en todos sus frentes, desde la cosmología hasta la formación planetaria.

La física teórica continúa sus intentos de encontrar una teoría física capaz de unificar todas las fuerzas en un único formulismo en lo que sería una teoría del todo. Entre las teorías candidatas debemos cifrar a la teoría de supercuerdas.

La física se enfrenta a nuevos retos. Estos son algunos de ellos:

### **Computación cuántica**

La teoría cuántica nos guarda dos sorpresas que colisionan con nuestro sentido común. La primera es que el acto de observación define el mundo: no existe ninguna realidad profunda, vivimos en un mundo fantasma donde nada existe hasta que se mide. La segunda es que en el mundo subatómico la noción de causalidad desaparece, quedando únicamente la probabilidad de que algo suceda. Sin embargo, ambas nos van a permitir revolucionar el mundo de la información. "Hay un montón de espacio libre ahí dentro". Así comenzó una conferencia el genial físico Richard Feynman. Era una llamada de atención sobre la ingente cantidad de espacio descubierto en el mundo microscópico interior de la materia. La física actual se pregunta por qué no explotarlo y usarlo, por ejemplo, para transportar, almacenar y procesar información. Ese es precisamente el objetivo de la teoría cuántica de la información. ¿Quién podría imaginarse la Biblioteca del Congreso de EE UU encerrada en la cabeza de un alfiler? Y no solo eso, también nos va a permitir codificar esa información de manera inviolable -la criptografía cuántica- y construir supercomputadoras capaces de realizar en solo una fracción de segundo las mismas operaciones que un ordenador convencional tardaría varios millones de años en completar.

### **A la caza de la partícula divina**

¿De qué está hecha la materia? A este interrogante los físicos responden que los átomos están hechos de electrones, protones y neutrones. A su vez, protones y neutrones están hechos de unas partículas más pequeñas llamadas quarks. La teoría predice que debe haber seis de ellos, de nombres tan floridos como arriba, abajo, encanto, extraño, valle y cima. En los aceleradores se han descubierto todos ellos. Pero existe una partícula predicha teóricamente que todavía no se ha encontrado con un nombre también peculiar: el bosón vectorial de Higgs. Postulada hace más de 30 años, responde a una pregunta fundamental: ¿por qué las partículas tienen masa? La culpa es de Higgs, pues es él el que da las masas a las partículas elementales. Pero hay que descubrirla. El nuevo acelerador del CERN, el LHC, tiene entre sus misiones darle caza. Si es que existe.

### **La nueva nanociencia**

Estamos ante el umbral de una revolución tecnológica, similar a la invención de la máquina de vapor. Es la nanociencia, esto es, la ciencia de lo muy pequeño. "Nano" es un prefijo que se añade a una magnitud para obtener un valor mil millones de veces más pequeño. Así, hablar de nanosistemas implica objetos más pequeños que las bacterias. Físicos de todo el mundo trabajan en proyectos cuya finalidad última es controlar a escala atómica nuevos materiales artificiales de diseño. Ya se han conseguido dispositivos tan variopintos como uniones túnel magnéticas, cajas y sistemas de bombeo cuánticos, transistores en los que se puede controlar el paso de electrones uno a uno... Son los pasos previos a los nanorrobots que inundan la ciencia-ficción moderna. Lo "nano" está de moda.

### **Fotónica y optoelectrónica**

Si las predicciones de los expertos se cumplen, en unos diez años veremos en el mercado un nuevo tipo de circuitos en nuestros ordenadores, televisores y reproductores de DVD: electrónica hecha con luz. En 25 años, llegarán los ordenadores ópticos, que serán mucho más rápidos que los actuales. Y es que a medida que vayamos miniaturizando más y más, los trozos de metal que se usan para conectar los componentes de un chip provocarán, entre otros problemas, una pérdida de velocidad. El uso de conexiones ópticas sería una alternativa, porque no tienen estos problemas, pero hay que encontrar materiales capaces de controlar y guiar la propagación de la luz a escala microscópica. Ahora bien, alcanzar una electrónica exclusivamente con fotones puede que esté lejos, e incluso que jamás se consiga. Por ello se investiga en optoelectrónica, esto es, el diseño de circuitos que usen tanto electrones como fotones. Con ella se tenderá el puente que unirá la electrónica con la fotónica y las comunicaciones ópticas.

### **Superconductores a temperatura ambiente**

La superconductividad es la evidencia macroscópica tangible de la existencia de un mundo cuántico. Los superconductores permiten conducir corriente eléctrica sin pérdidas y, por tanto, pueden transportar densidades de corriente por encima de 2.000 veces de lo que hace un cable de cobre. Se usan en multitud de dispositivos, desde los equipos de resonancia magnética de los hospitales -los campos magnéticos se producen mediante bobinas superconductoras- hasta en la detección de campos magnéticos una milmillonésima más pequeños que el de la Tierra. El inconveniente es que un material se vuelve superconductor enfriándolo mucho. Los llamados superconductores de alta temperatura son materiales que adquieren esta propiedad cuando se baja a  $-138\text{ }^{\circ}\text{C}$ . Lo que ya no está tan claro es por qué son superconductores. La teoría clásica, llamada BCS y enunciada en 1957, falla. Hoy, la superconductividad es un campo de intensa investigación. Descubrir un superconductor a temperatura ambiente es uno de los nuevos retos.

### **La constante cosmológica y el universo acelerado**

Para muchos este es el enigma más fascinante de la física. Ninguna de las ideas propuestas hasta ahora ha funcionado. La constante cosmológica es algo que se sale de todo. Su historia comenzó con Einstein. Un universo en expansión era consecuencia de la teoría general de la relatividad y él no pudo creérsela. Para evitarlo, modificó las ecuaciones introduciendo un término ajeno a la teoría que detenía la expansión: la constante cosmológica. Después de cierto tiempo el astrónomo Edwin Hubble descubrió la expansión del universo, Einstein declaró que la introducción de la constante cosmológica había sido el mayor error de su vida. Casi 70 años después los astrónomos han descubierto que la expansión del universo está acelerando; algo inconcebible. Ante semejante desastre los cosmólogos retomaron la constante repudiada por Einstein. Esta repulsión puede deberse a una enigmática energía oscura (véase MUY 278). ¿Pero de qué se trata? Nadie lo sabe con exactitud. Quizá quien ha expresado mejor esa perplejidad ha sido el Nobel Steven Weinberg: "Para los físicos es difícil atacar este problema sin saber qué es lo que hay que explicar". Eso sí, si la energía oscura está en forma de constante cosmológica, nos encontraríamos ante la peor estimación teórica de la historia de la ciencia.



## ANEXO 05

### CÓDIGO UNESCO

#### **21 Astronomía y Astrofísica**

##### **2101 Cosmología y Cosmogonía**

- 2101.01 Estrellas Dobles
- 2101.02 Enjambres O Cúmulos
- 2101.03 Rayos Cósmicos (Ver 2501.15)
- 2101.04 Galaxias
- 2101.05 Gravitación (Ver 2212.05)
- 2101.06 Nebulosas
- 2101.07 Novas
- 2101.08 Pulsares
- 2101.09 Quasares
- 2101.10 Estrellas
- 2101.11 Evolución Estelar y Diagrama Hr
- 2101.12 Composición Estelar
- 2101.13 Super-Novas
- 2101.14 Estrellas Variables
- 2101.15 Fuentes de Rayos X (Ver 2202.12)
- 2101.99 Otras (Especificar)

##### **2102 Medio Interplanetario (Ver 2512 y 3324)**

- 2102.01 Campos Interplanetarios
- 2102.02 Materia Interplanetaria
- 2102.03 Partículas Interplanetarias
- 2102.99 Otras (Especificar)

##### **2103 Astronomía Óptica (Ver 2209 y 3311.11)**

- 2103.01 Astronomía de Posición (Ver 2504.01)
- 2103.02 Telescopios (Ver 3311.11)
- 2103.03 Espectroscopia
- 2103.99 Otras (Especificar)

##### **2104 Planetología (Ver 2512 y 3324)**

- 2104.01 Cometas
- 2104.02 Meteoritos
- 2104.03 Atmósfera Planetaria
- 2104.04 Geología Planetaria
- 2104.05 Física Planetaria
- 2104.06 Campos Magnéticos Planetarios
- 2104.07 Planetas
- 2104.08 Satélites
- 2104.09 Tectitas
- 2104.10 la Luna
- 2104.99 Otras (Especificar)

##### **2105 Radioastronomía (Ver 2202.09)**

- 2105.01 Antenas (Ver 3307.01)
- 2105.02 Radiotelescopios
- 2105.99 Otras (Especificar)

##### **2106 Sistema Solar**

- 2106.01 Energía Solar (Ver 3322.05)
- 2106.02 Física Solar

- 2106.03 Viento Solar (Ver 2501.24)
- 2106.04 El Sol
- 2106.99 Otras (Especificar)
- 2199 Otras Especialidades Astronómicas (Especificar)

## **22 Física**

### **2201 Acústica (Ver 3307.02)**

- 2201.01 Propiedades Acústicas de Los Sólidos
- 2201.02 Acústica Arquitectónica
- 2201.03 Física de la Audición (Ver 2411.13)
- 2201.04 Física de la Música (Ver 6203.06)
- 2201.05 Ruido (Ver 2501.04)
- 2201.06 Ondas de Choque
- 2201.07 Sonar (Ver 3307.15)
- 2201.08 Física de la Dicción (Ver 5701.10 y 5705.06)
- 2201.09 Ultrasonidos (Ver 3307.22)
- 2201.10 Sonidos Subacuáticos (Ver 2510.11)
- 2201.11 Vibraciones (Ver 3301.11)
- 2201.99 Otras (Especificar)

### **2202 Electromagnetismo (Ver 3307)**

- 2202.01 Conductividad
- 2202.02 Magnitudes Eléctricas y Su Medida
- 2202.03 Electricidad
- 2202.04 Ondas Electromagnéticas (Ver 2212.13)
- 2202.05 Rayos Gamma
- 2202.06 Radiación Infrarroja, Visible y Ultravioleta (Ver 2209.09, 2209.22 y 2209.23)
- 2202.07 Interacción de Ondas Electromagnéticas Con la Materia
- 2202.08 Magnetismo
- 2202.09 Propagación de Ondas Electromagnéticas (Ver 2105)
- 2202.10 Radioondas y Microondas (Ver 3307.08,3307.11 y 12)
- 2202.11 Superconductividad (Ver 2211.27)
- 2202.12 Rayos X (Ver 2101.15 y 3307.23)
- 2202.99 Otras (Especificar)

### **2203 Electrónica Ver (3307)**

- 2203.01 Circuitos (Ver 3307.03)
- 2203.02 Elementos de Circuitos (Ver 3307.03)
- 2203.03 Válvulas Electrónicas (Ver 3307.05)
- 2203.04 Microscopia Electrónica
- 2203.05 Estados Electrónicos (Ver 2211.10)
- 2203.06 Transporte de Electrones (Ver 2211.11)
- 2203.07 Circuitos Integrados (Ver 3307.03)
- 2203.08 Foelectricidad (Ver 3307.09)
- 2203.09 Piezoelectricidad
- 2203.99 Otras (Especificar)

### **2204 Física de Fluidos**

- 2204.01 Coloides (Ver 2210.04)
- 2204.02 Dispersiones
- 2204.03 Flujo de Fluidos
- 2204.04 Mecánica de Fluidos (Ver 2205.04)
- 2204.05 Gases
- 2204.06 Fenómenos de Alta Presión (Ver 2210.15 y 2213.03)



2204.07 Ionización  
2204.08 Líquidos (Ver 2210.18)  
2204.09 Dinámica de Fluidos Magnéticos (Magnetofluidodinámica)  
2204.10 Física de Plasmas (Ver 2208.09)  
2204.11 Fluidos Cuánticos  
2204.99 Otras (Especificar)

### **2205 Mecánica**

2205.01 Mecánica Analítica  
2205.02 Mecánica de Medios Continuos  
2205.03 Elasticidad  
2205.04 Mecánica de Fluidos (Ver 2204.04)  
2205.05 Fricción (Ver 2211.30)  
2205.06 Teoría de N Cuerpos  
2205.07 Medidas de Propiedades Mecánicas  
2205.08 Elasticidad  
2205.09 Mecánica de Sólidos  
2205.10 Mecánica Estadística (Ver 1209)  
2205.99 Otras (Especificar)

### **2206 Física Molecular**

2206.01 Radicales Libres (Ver 2306.09)  
2206.02 Moléculas Inorgánicas  
2206.03 Macromoléculas  
2206.04 Moléculas Mesónicas y Muónicas  
2206.05 Haces Moleculares  
2206.06 Iones Moleculares  
2206.07 Espectroscopia Molecular (Ver 2210.20)  
2206.07-1 Espectroscopia láser  
2206.08 Estructura Molecular  
2206.09 Moléculas Orgánicas  
2206.10 Polímeros  
2206.99 Otras (Especificar)

### **2207 Física Atómica y Nuclear (Ver 3320)**

2207.01 Haces Atómicos  
2207.02 Iones Atómicos  
2207.03 Física Atómica  
2207.04 Átomos Con Z Mayor Que 2  
2207.05 Procesos de Colisión  
2207.06 Haces de Electrones  
2207.07 Resonancia Paramagnética Electrónica  
2207.08 Resonancia de Spin Electrónica  
2207.09 Conversión de Energía  
2207.10 Fisión (Nuclear) (Ver 3320.04)  
2207.11 Átomo de Helio  
2207.12 Átomo de Hidrogeno  
2207.13 Isótopos (Ver 2305.06 y 07 y 3320.01 y 02)  
2207.14 desintegración Nuclear  
2207.15 Energía Nuclear  
2207.16 Resonancia Magnética Nuclear  
2207.17 Reacción Nuclear y Dispersión  
2207.18 Reactores Nucleares (Ver 3320.04 y 05)

- 2207.19 Estructura Nuclear
- 2207.20 Radioisótopos (Ver 3320.01 y 02)
- 2207.21 Fusión Termonuclear (Ver 2208.03 y 3320.05)
- 2207.90 Física Nuclear Experimental Bajas Energías
- 2207.99 Otras (Especificar)
- 2208 Nucleónica**
- 2208.01 Manipulación de Haces
- 2208.02 Fuentes de Haces
- 2208.03 Reactores de Fusión (Ver 2207.21 y 3320.05)
- 2208.04 Núcleos
- 2208.05 Aceleradores de Partículas
- 2208.06 detectores de Partículas
- 2208.07 Física de Partículas (Ver 2212.02)
- 2208.08 Fuentes de Partículas
- 2208.09 Confinamiento de Plasma (Ver 2204.10)
- 2208.09 Confinamiento de Plasma (Ver 2204.10)
- 2208.99 Otras (Especificar)
- 2209 Óptica (Ver 2103 y 3311.11)**
- 2209.01 Espectroscopia de Absorción (Ver 2301.01)
- 2209.02 Cinematografía (Ver 3325.03 y 6203.01)
- 2209.03 Colorimetría
- 2209.04 Espectroscopia de Emisión (Ver 2301.05)
- 2209.05 Fibras Ópticas
- 2209.06 Óptica Geométrica
- 2209.07 Holografía
- 2209.08 Iluminación (Ver 3306.04)
- 2209.09 Radiación Infrarroja (Ver 2202.06)
- 2209.10 láseres (Ver 3307.07)
- 2209.11 Luz (Ver 2209.23 y 24)
- 2209.12 Microscopios (Ver 2301.12)
- 2209.13 Óptica no Lineal
- 2209.14 Propiedades Ópticas de Los Sólidos (Ver 2211.24)
- 2209.15 Optometría
- 2209.16 Instrumentos Fotográficos (Ver 3311.12)
- 2209.17 Fotografía (Ver 6203.08)
- 2209.18 Fotometría
- 2209.19 Óptica Física
- 2209.20 Radiometría
- 2209.21 Espectroscopia (Ver 2301)
- 2209.22 Radiación Ultravioleta (Ver 2202.06)
- 2209.23 Radiación Visible (Ver 2202.06, 2209.11 y 2212.11)
- 2209.24 Física de la Visión (Ver 2209.11 y 2411.15)
- 2209.90 Tratamiento Digital. Imágenes
- 2209.99 Otras (Especificar)
- 2210 Química Física**
- 2210.01 Catálisis
- 2210.01-1 Estructura y Reactividad de Catalizadores Sólidos
- 2210.02 Equilibrio Químico y de Fase
- 2210.03 Cinética Química
- 2210.04 Química de Coloides (Ver 2204.01)



2210.05 Electroquímica (Ver 3303.09,3315.03 y 3316.04)  
2210.06 Electrolitos  
2210.07 Espectroscopia Electrónica (Ver 2203)  
2210.08 Emulsiones  
2210.09 Transferencia de Energía  
2210.10 Reacciones Rápidas y Explosivos  
2210.11 Llamas (Ver 3303.06)  
2210.12 Teoría de las Células de Combustible  
2210.13 Sales Fundidas  
2210.14 Física de la Fase Gaseosa  
2210.15 Química de las Altas Temperaturas (Ver 2204.06 y 2213.04)  
2210.16 Química de Interfases  
2210.17 Intercambio Iónico  
2210.18 Física del Estado Líquido(Ver 2204.08)  
2210.19 Fenómenos de Membrana  
2210.20 Espectroscopia Molecular(Ver 2206.07)  
2210.21 Equilibrio de Fases  
2210.22 Fotoquímica  
2210.23 Teoría Cuántica (Ver 2212.12)  
2210.24 Radioquímica  
2210.25 Procesos de Relajación  
2210.26 Fenómenos de Dispersión  
2210.27 Estados de la Materia  
2210.28 Química del Estado Sólido  
2210.28-1 Preparación y Caracterización de Materiales Inorgánicos  
2210.28-2 Estructura Electrónica y Enlaces Químicos de Sólidos  
2210.29 Física del Estado Sólido(Ver 2211)  
2210.30 Soluciones  
2210.31 Termoquímica  
2210.32 Termodinámica (Ver 2213)  
2210.33 Fenómenos de Transporte  
2210.34 Teoría de la Valencia  
2210.90 Química-Física de Polímeros  
2210.91 Química-Física: Química de la Fase Gaseosa  
2210.93 Cristales Líquidos  
2210.99 Otras (Especificar)  
**2211 Física del Estado Sólido (Ver 2210.29)**  
2211.01 Aleaciones  
2211.02 Materiales Compuestos  
2211.03 Crecimiento de Cristales  
2211.04 Cristalografía  
2211.05 Estructura Cristalina  
2211.06 dendritas  
2211.07 Dieléctricos  
2211.08 Difusión en Sólidos  
2211.09 Propiedades de Portadores Electrónicos  
2211.10 Estados Electrónicos (Ver 2203.05)  
2211.11 Propiedades de Transporte de Electrones (Ver 2203.06)  
2211.12 Imperfecciones  
2211.13 Interacción de la Radiación Con Los Sólidos

- 2211.14 Interfases
- 2211.15 Mecánica de Redes
- 2211.16 Luminiscencia
- 2211.17 Propiedades Magnéticas
- 2211.18 Resonancia Magnética
- 2211.18-1 Espectroscopia
- 2211.19 Propiedades Mecánicas
- 2211.20 Conductores Metálicos
- 2211.21 Metalurgia
- 2211.22 Mecanografía
- 2211.23 Estados no Cristalinos
- 2211.24 Propiedades Ópticas (Ver 2209.14)
- 2211.25 Semiconductores(Ver 3307.14)
- 2211.26 Dispositivos de Estado Sólido(Ver 3307.19)
- 2211.27 Superconductores(Ver 2202.11)
- 2211.28 Superficies
- 2211.29 Propiedades Térmicas de Los Sólidos
- 2211.30 Tribología (Ver 2205.05 y 3310.04)
- 2211.90 lamina delgada
- 2211.91 Espectroscopia de Sólidos
- 2211.93 Transiciones de Fase en Cristales Líquidos
- 2211.94 Materiales piezoeléctricos
- 2211.99 Otras (Especificar)
- 2212 Física Teórica**
- 2212.01 Campos Electromagnéticos
- 2212.02 Partículas Elementales(Ver 2208.07)
- 2212.03 Energía (Física)(Ver 3322)
- 2212.04 Campos
- 2212.05 Gravitación (Ver 2101.05 y 2507.02)
- 2212.06 Campos Gravitacionales
- 2212.07 Gravitones
- 2212.08 Hadrones
- 2212.09 Leptones
- 2212.10 Masa
- 2212.11 Fotones (Ver 2209.23)
- 2212.12 Teoría Cuántica de Campos (Ver 2210.23)
- 2212.13 Radiación (Electromagnética) (Ver 2202.04)
- 2212.14 Teoría de la Relatividad
- 2212.99 Otras (Especificar)
- 2213 Termodinámica**
- 2213.01 Cambios de Estado
- 2213.02 Física de la Transmisión del Calor
- 2213.03 Altas Presiones (Ver 2204.06 y 2210.15)
- 2213.04 Altas Temperaturas (Ver 2210.159)
- 2213.05 Teoría Cinética
- 2213.06 Bajas Temperaturas (Ver 3328.26)
- 2213.07 Cambio de Fase
- 2213.08 Técnicas de Medida del Calor (Ver 3311.16)
- 2213.09 Equilibrios Termodinámico
- 2213.10 Relaciones Termodinámicas



2213.11 Fenómenos de Transporte  
2213.99 Otras (Especificar)  
**2214 Unidades y Constantes**  
2214.01 Constantes Físicas  
2214.02 Metrología  
2214.03 Patronos  
2214.04 Calibración de Unidades  
2214.05 Conversión de Unidades  
2214.99 Otras (Especificar)  
**2290 Física Altas Energías**  
2290.01 Física Teórica Altas Energías  
2299 Otras Especialidades Físicas (Especificar)  
**25 Ciencias de la Tierra y del Espacio**  
**2501 Ciencias de la Atmósfera (Ver 2502 Y 2509)**  
2501.01 Aeronomía  
2501.02 Resplandor Celeste  
2501.03 Interacción Mar-Aire (Ver 2510.08)  
2501.04 Acústica Atmosférica (Ver 2201)  
2501.05 Química Atmosférica  
2501.06 Dinámica Atmosférica  
2501.07 Electricidad Atmosférica  
2501.08 Óptica Atmosférica (Ver 2209)  
2501.09 Radiactividad Atmosférica (Ver 2208.06 y 2212.13)  
2501.10 Estructura Atmosférica  
2501.11 Termodinámica Atmosférica  
2501.12 Turbulencia Atmosférica  
2501.13 Auroras  
2501.14 Física de las Nubes  
2501.15 Rayos Cósmicos (Ver 2101.03)  
2501.16 Difusión (Atmosférica)  
2501.17 Pulsaciones Geomagnéticas  
2501.18 Ionosfera  
2501.19 Partículas Magneto esféricas  
2501.20 Ondas Magneto esféricas  
2501.21 Simulación Numérica  
2501.22 Física de las Precipitaciones  
2501.23 Transferencia Radiactiva  
2501.24 Viento Solar  
2501.99 Otras (Especificar)  
**2502 Climatología (Ver 2501 y 2509)**  
2502.01 Climatología Analítica  
2502.02 Climatología Aplicada  
2502.03 Bioclimatología  
2502.04 Microclimatología  
2502.05 Paleoclimatología  
2502.06 Climatología Física  
2502.07 Climatología Regional  
2502.07-1 Climatología Regional. Montaña  
2502.99 Otras (Especificar)

**2504 Geodesia**

2504.01 Astronomía Geodésica (Ver 2103.01)

2504.02 Cartografía Geodésica

2504.03 Navegación Geodésica

2504.04 Fotogrametría Geodésica

2504.05 Levantamiento Geodésico

2504.06 Geodesia Física

2504.07 Geodesia por satélites (Ver 3324.01)

2504.08 Geodesia Teórica

2504.90 Redes Geodésicas y deformaciones

2504.99 Otras (Especificar)

**2507 Geofísica**

2507.01 Geomagnetismo y Prospección Magnética

2507.02 Gravedad (Terrestre) y Prospección Gravimétrica (Ver 2212.05)

2507.03 Flujos de Calor (Terrestre)

2507.04 Paleomagnetismo

2507.05 Sismología y Prospección Sísmica

2507.06 Geofísica de la Masa Sólida Terrestre

2507.07 Tectónica

2507.99 Otras (Especificar)

**2510.07 Oceanografía Física (Ver 5603.04)****2511.12 Física de Suelos****2512 Ciencias del Espacio (Ver 2102,2104 y 3324)**

2512.01 Exobiología

2512.02 Medicina Espacial

2512.03 Fisiología Espacial (Ver 2411)

2512.99 Otras(Especificar)

2599 Otras Especialidades de la Tierra, Espacio O Entorno

**3320 Tecnología Nuclear (Ver 2207 y 3313.19)**

3320.01 Aplicaciones de Isótopos (Ver 2207.13 y 20 y 3328.12)

3320.02 Separación de Isótopos (Ver 2207.20)

3320.03 Explosiones Nucleares

3320.04 Reactores de Fisión Nuclear (Ver 2207.18)

3320.05 Reactores de Fusión Nuclear (Ver 2207.18 y 2208.03)

3320.06 Pruebas Nucleares

3320.99 Otras (Especificar)

**3322 Tecnología Energética (Ver 2212.03 y 5312.05)**

3322.01 Distribución de la Energía

3322.02 Generación de Energía

3322.03 Generadores de Energía

3322.04 Transmisión de Energía (Ver 3313.23)

3322.05 Fuentes no Convencionales de Energía (Ver 2106.01 y 2506.08)

3322.99 Otras (Especificar)

**3324 Tecnología del Espacio (Ver 2512 y 5603.03)**

3324.01 Satélites Artificiales (Ver 2504.07, 2509.16 y 3325.06)

3324.02 lanzamiento y Recuperación de Misiles

3324.03 Instalaciones de Misiles

3324.04 Motores de Cohete

3324.05 Naves Espaciales

3324.06 Seguimiento Espacial



3324.07 Control de Vehículos

3324.99 Otras (Especificar)

**3325 Tecnología de las Telecomunicaciones (Ver 2202, 2203, 3307, y 5312.12)**

3325.01 Radiodifusión, Sonido y Televisión (Ver 3307.02)

3325.02 Televisión Por Cable

3325.03 Cinematografía (Ver 2209.02, 3311.12 y 6203.01) y 6203.01)

3325.04 Enlaces de Microondas (Ver 3307.08)

3325.05 Radiocomunicaciones (Ver 3307.11 y 12)

3325.06 Comunicaciones Por Satélite (3324.01)

3325.07 Telégrafo

3325.08 Teléfono

3325.09 Televisión (Ver 3307.20 y 21)

**7205.04 Filosofía de la Física**

**7206 Filosofía de la Naturaleza**

7206.01 Filosofía de la Vida

7206.02 Filosofía de la Materia

7206.03 Filosofía del Espacio y Tiempo

7206.99 Otras (Especificar)