

ASOCIACIÓN COLOMBIANA DE FACULTADES DE CIENCIAS - ACOFACIEN

CONTRATO 059

**MARCO GENERAL DE FUNDAMENTACION CONCEPTUAL Y ESPECIFICACIONES DE LA PRUEBA ECAES PARA LA CARRERA DE FÍSICA**

Juan Carlos Sanabria, Ph.D.  
Coordinador Nacional  
Examen ECAES de Física

**INTRODUCCIÓN**

Los Exámenes de Estado de Calidad de la Educación Superior, ECAES, se crearon mediante el decreto 1781 de Junio de 2003 emanado de la Presidencia de la República. Según este decreto, estos exámenes *son pruebas académicas de carácter oficial y obligatorio y forman parte, con otros procesos y acciones, de un conjunto de instrumentos que el Gobierno Nacional dispone para evaluar la calidad del servicio público educativo.*

*Los Exámenes de Calidad de la Educación Superior, ECAES, tienen como objetivos fundamentales:*

- a) Comprobar el grado de desarrollo de las competencias de los estudiantes que cursan el último año de los programas académicos de pregrado que ofrecen las instituciones de educación superior;*
- b) Servir de fuente de información para la construcción de indicadores de evaluación del servicio público educativo, que fomenten la cualificación de los procesos institucionales, la formulación de políticas, y faciliten el proceso de toma de decisiones en todos los ordenes y componentes del sistema educativo.*

El mismo decreto define la estructura y organización de los ECAES en los siguientes términos:

*Los Exámenes de Calidad de la Educación Superior, ECAES, deberán comprender aquellas áreas y componentes fundamentales del saber que identifican la formación de cada profesión, disciplina u ocupación, de conformidad con las normas que regulan los estándares de calidad señalados en el ordenamiento jurídico vigente.*

*El ICFES, o el organismo competente con fundamento en las políticas definidas por el Ministerio de Educación Nacional, dirigirá y coordinará el diseño, la aplicación, la obtención y el análisis de los resultados de los Exámenes de Calidad de la Educación Superior ECAES, para lo cual podrá apoyarse en las comunidades académicas, científicas y profesionales del orden nacional o internacional.*

*La periodicidad y fechas de la realización de los Exámenes de Calidad de la Educación Superior, ECAES, serán definidas por el ICFES, o el organismo competente.*

*Los Exámenes de Calidad de la Educación Superior, ECAES, deberán ser presentados por todos los estudiantes que cursan el último año de los programas académicos de pregrado, para lo cual las instituciones de educación superior adoptarán las medidas internas que permitan la participación de la totalidad de sus estudiantes.*

*Por tratarse de un instrumento con el cual el Gobierno Nacional dispone para evaluar la calidad del servicio público educativo, las instituciones de educación superior que no inscriban la totalidad de sus estudiantes de último año o impidan la presentación de los ECAES, serán objeto de acciones administrativas por incumplimiento de las normas vigentes.*

*La convocatoria a los estudiantes la realizará el ICFES, por conducto de las instituciones de educación superior a las cuales se encuentren vinculadas.*

*Los resultados obtenidos en los exámenes, se informarán a los estudiantes a través de las instituciones de educación superior.*

El ICFES, como organismo competente designado por el Ministerio de Educación esta a cargo de dirigir y coordinar el diseño de los ECAES. Mediante la convocatoria 023 de 2004 el ICFES contrató con la Asociación Colombiana de Facultades de Ciencias ACOFACIEN, el *desarrollo de la fundamentación conceptual, elaboración de la guía de orientación, elaboración de las pruebas y la socialización del proyecto a la comunidad educativa colombiana, para evaluar a quienes cursan último año de educación superior en los programas de pregrado en: Biología, Física, Geología, Química y Matemáticas.*

El ICFES ha establecido unos estándares para el desarrollo de los marcos de fundamentación conceptual y especificaciones de las pruebas<sup>1</sup>, con el fin de *ofrecer lineamientos y directrices para el desarrollo de la evaluación, de tal manera que se garantice que las pruebas elaboradas correspondan con los propósitos de los ECAES, estén bien documentadas y fundamentadas conceptualmente, reflejen los énfasis curriculares recientes y los objetivos de aprendizaje del programa de pregrado a evaluar, se orienten a evaluar competencias y contengan en general, lo que la comunidad académica considere pertinente para la evaluación.*

Según las directrices del ICFES, el examen ECAES en su forma más fundamental, consta de dos conjuntos de parámetros a evaluar, un conjunto de *competencias* y un conjunto de *componentes*. Las competencias se pueden entender como una forma "horizontal" de evaluación que puede ser la misma para diversas disciplinas, en particular para las diversas disciplinas científicas, mientras que las componentes representan una forma "vertical" de evaluación, y son específicas a cada disciplina.

La necesidad de evaluar *competencias* como objetivo fundamental de los ECAES proviene del decreto mismo de la creación de estos exámenes, emanado de la Presidencia de la República. De conformidad con el decreto, las directrices del ICFES están orientadas a la evaluación de un conjunto básico de competencias que sirvan como indicadores de la calidad de la educación superior en Colombia, y que permitan hacer estudios comparativos entre diversas disciplinas y profesiones. Esta forma de evaluar es consistente con la tendencia de la enseñanza a nivel mundial de formar profesionales por competencias, como una forma más flexible de educación que sea una respuesta a las necesidades cambiantes de la sociedad. Una forma simplificada de definir las competencias que se desean evaluar en los ECAES podría ser: "saber-hacer y poder-hacer en el contexto de la disciplina en cuestión". Para poderle dar un significado concreto a esta frase es necesario definir para cada disciplina los "haceres" que se desea que cada profesional sepa y pueda. Estos "haceres" están íntimamente relacionados con los objetivos de los programas académicos a evaluar, con sus currículos y con los perfiles predefinidos para sus egresados<sup>2</sup>.

Los "haceres" de una disciplina están relacionados con el segundo conjunto de parámetros que conforman el examen ECAES, las *componentes* del examen. Es importante resaltar que un examen como el ECAES representa un proceso de medición, y que como tal al final arrojará un conjunto de resultados cuantitativos, a partir de los cuales se espera poder construir indicadores de evaluación de la educación superior a nivel general e institucional y la formulación de políticas que faciliten la toma de decisiones en el sistema educativo. En esto radica la importancia de una cuidadosa escogencia de las componentes a evaluar para una disciplina particular, ya que en su forma más elemental el ICFES define la componente como "la unidad básica de la disciplina sobre la que se publicaran resultados". Es decir, la información que recibirán los estudiantes, profesores, universidades y el gobierno nacional, estará dada en términos de las componentes del examen. Al menos en principio, el ECAES no entregará información sobre la evaluación de las competencias, aún cuando si el examen esta bien diseñado ellas quedaran evaluadas en forma implícita.

---

<sup>1</sup> Instituto Colombiano Para el Fomento de la Educación Superior - ICFES. *Estándares para el desarrollo de marcos de fundamentación conceptual y especificaciones de pruebas.*

<sup>2</sup> Corredor Carlos, *Marco General de fundamentación conceptual y especificaciones de la prueba para las carreras de Ciencias.*

En la escogencia de las componentes del examen ECAES de Física es muy importante encontrar puntos comunes entre los objetivos, currículos, y perfiles de egresados de los diferentes programas a evaluar, de lo contrario el examen no será justo para con los estudiantes que han de presentarlo. Por esta razón es fundamental la participación de todos los departamentos de Física del país y sus profesores en el desarrollo de la fundamentación conceptual y la elaboración de la prueba.

En Noviembre de 2005 los estudiantes que hayan de terminar sus estudios de pregrado en Física al finalizar el segundo semestre de 2005 o al finalizar el primer semestre de 2006, deberán presentar el ECAES de Física. Las instituciones que ofrecen carrera de pregrado en Física son:

Institución	No. Esperado de estudiantes
Universidad de los Andes	45
Universidad de Antioquia	15
Universidad del Atlántico	0
Universidad de Córdoba	20
Universidad Industrial de Santander	28
Universidad Nacional, Bogotá	40
Universidad de Nariño	5
Universidad de Pamplona	3
Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia	12
Universidad del Valle	50

El número esperado de estudiantes que tomaran el ECAES de Física en Noviembre de 2005 es de 218, pertenecientes a 10 instituciones. Este numero reducido de estudiantes y también de instituciones hace que las pruebas estadísticas que se puedan aplicar a los resultados finales tengan niveles de confiabilidad inferiores a los obtenidos en otras profesiones, pero permite explorar el diseño y elaboración de un examen mas novedoso por medio del cual se pueda lograr una mejor evaluación de las competencias que deben poseer los egresados. La posibilidad de incluir preguntas abiertas representa, en la opinión de los profesores de Física que asistieron a los talleres organizados por ACOFACIEN en 2004, una forma superior de evaluar competencias, a diferencia de una prueba compuesta en forma exclusiva por preguntas cerradas. La presencia de preguntas abiertas y la necesidad de realizar cálculos a la hora de contestar algunas preguntas cerradas hace que el número de estas que pueda contestar un estudiante de Física durante un periodo de ocho horas sea inferior al de otras disciplinas. Un número excesivo de preguntas entorpecería el proceso de evaluación de competencias y haría que la prueba se orientara más y más hacia la evaluación de conocimientos, algo que va en contra de la concepción de los ECAES.

En lo que sigue de este documento presentaremos una descripción de las características, énfasis y tendencias que ha tenido la formación en Física a nivel de pregrado en otros países y la compararemos con la formación que se ha impartido en las universidades colombianas. Discutiremos los currículos y perfiles de egresado de nuestros programas e identificaremos puntos comunes que nos permitan realizar un examen acorde con las nuevas tendencias mundiales en física y en educación, pero también acordes con la realidad nacional. Para este fin estudiaremos experiencias similares en otros países. Toda esta información, además del consenso obtenido durante los dos talleres de física organizados por ACOFACIEN en 2004, nos permitirá definir y caracterizar las competencias y componentes que serán evaluadas en el ECAES de Física, además de especificar las características y el formato de la prueba.

## **FORMACIÓN EN EL PROGRAMA ACADÉMICO DE PREGRADO EN FÍSICA A NIVEL INTERNACIONAL**

En esta sección estudiaremos las características, énfasis y tendencias que ha tenido la formación en Física a nivel de pregrado en otros países, para tratar de establecer posteriormente una comparación con la formación que se imparte en Colombia.

Las principales diferencias entre los programas de pregrado en Física a nivel mundial son más de forma que de fondo. Esto se debe a que éste nivel de formación es un nivel básico, y los que hoy en día se consideran conocimientos básicos en física están muy bien identificados. Las diferencias provienen más de la estructura del sistema educativo de cada país; por ejemplo, del nivel que alcanzan los estudiantes en la educación secundaria, de la filosofía de la enseñanza a nivel universitario, de la duración de los programas académicos, etc. Pero los objetivos, currículos y perfiles de egresados son muy similares.

Un currículo típico de un programa de pregrado en Física se puede dividir en tres niveles. En el primer nivel los estudiantes adquieren conocimientos muy básicos de física, matemáticas, otras ciencias como química y biología, además de una formación integral en las otras áreas del conocimiento. En el segundo nivel los estudiantes profundizan en las áreas que hoy se consideran fundamentales: mecánica clásica, electromagnetismo, mecánica cuántica y mecánica estadística. En el tercer nivel se adquieren conocimientos más específicos en campos que están muy relacionados con la investigación: física del estado sólido y de la materia condensada, física atómica, física nuclear, física de partículas, óptica, etc. Dependiendo de la duración y del alcance del programa, algunos de estos cursos o todos, son de carácter electivo. Es a este nivel donde se encuentran las mayores diferencias entre los programas de pregrado en diversos países. Como ejemplo de esto vamos a estudiar los casos de Norteamérica, Europa y Latinoamérica.

### **Formación de pregrado en física en las universidades norteamericanas**

Las universidades norteamericanas se pueden dividir en dos grupos: las universidades estatales y las universidades privadas. Además, a nivel de pregrado se pueden agregar aquellos centros de educación superior que no poseen escuelas graduadas, a los que simplemente se les denomina "colleges". En todos los casos el programa de pregrado tiene una duración de cuatro años.

Como ejemplo de un currículo típico de un pregrado en física en los Estados Unidos tomemos el caso de la Universidad de Washington en Seattle<sup>3</sup>, que es una de las universidades públicas más prestigiosas del país:

Primer año: cursos obligatorios e introductorios en cálculo infinitesimal, mecánica, electromagnetismo y ondas.

Segundo año: algunos cursos obligatorios y otros recomendados en cálculo avanzado, álgebra lineal, ecuaciones diferenciales, física experimental, física matemática, física moderna, computacional y electrónica.

Tercer año: electromagnetismo, mecánica cuántica, relatividad, física computacional, mecánica estadística.

Cuarto año: cursos electivos en física moderna aplicada, física atómica y molecular, partículas elementales, estado sólido, óptica, problemas especiales, problemas actuales de la física, investigación independiente.

Este programa de estudios es muy similar en las demás universidades norteamericanas. Las diferencias están en el tiempo que se dedica a cursos básicos y a cursos avanzados, y esto a su vez están relacionadas con el nivel de los estudiantes recibidos por la institución. Igualmente, hay diferencias significativas en la oferta de cursos avanzados electivos, que depende del tamaño del departamento y de sus actividades de investigación.

---

<sup>3</sup> [www.phys.washington.edu/bs.html](http://www.phys.washington.edu/bs.html) 2005.

El objetivo de estos programas es el de proveer a los estudiantes con una visión muy amplia de las propiedades e interacciones fundamentales de los fenómenos físicos, con el objetivo de prepararlos para ingresar a un programa de maestría o doctorado en física o en cualquier otra área, o para trabajar en un rango muy amplio de actividades. Se hace mucho énfasis en "aprender a pensar como un físico"; es decir, adquirir una intuición práctica, seguir el método científico, saber hacer aproximaciones correctas y adquirir habilidades para resolver diversos tipos de problemas.

Como nos podemos dar cuenta, el énfasis de la formación está dirigido hacia la obtención de una serie de competencias genéricas, más que hacia la obtención de competencias específicas al área. El programa está concebido como un paso intermedio hacia estudios graduados o hacia la vinculación en el sector productivo en una actividad que en la gran mayoría de los casos no es la física. La persona que obtiene este nivel de pregrado en física no se convierte en un profesional de la física.

### **Formación de pregrado en física en las universidades europeas.**

La educación superior europea a diferencia de la norteamericana está caracterizada por su gran diversidad, producto de las diferentes nacionalidades. Sin embargo debido al establecimiento de la Unión Europea, ha surgido una tendencia hacia la unificación del mercado laboral en el continente, trayendo como resultado la necesidad de unificar criterios a nivel de educación superior con el objetivo de facilitar la movilidad internacional de los poseedores de títulos universitarios. Para este fin se creó el proyecto *Tuning Educational Structures in Europe*, financiado por la Comisión Europea en el marco del programa *Socrates*<sup>4</sup>.

Los objetivos del proyecto *Tuning* son los de impulsar a escala europea la convergencia de la educación superior, desarrollar perfiles profesionales, incentivar la comunicación de experiencias que impulsen la innovación, crear redes europeas para este efecto, crear una estructura curricular modelo, elaborar metodologías para alcanzar consensos y coordinar la puesta a punto de las estructuras educativas.

El proyecto *Tuning* no pretende desarrollar currículos europeos únicos ni crear conjuntos de especificaciones de asignaturas que limiten o dirijan el contenido educativo. Es por esto que el énfasis está en la identificación de las competencias que cada profesional debe poseer sin importar su procedencia ni el sistema educativo en el cual se formó. Este conjunto de competencias debería ser común a través de toda Europa.

En la definición de las competencias que debería poseer el profesional europeo se han identificado dos grupos: competencias genéricas y competencias específicas al área. Las competencias genéricas se han dividido en instrumentales, interpersonales y sistémicas. Éstas identifican los elementos compartidos que pueden ser comunes a cualquier disciplina, como la capacidad de aprender, de tomar decisiones, de diseñar proyectos, las destrezas administrativas, etc. Las competencias específicas al área incluyen los conocimientos y destrezas que definen al profesional de esa área.

Al interior del proyecto *Tuning* existe un *Grupo del Área Temática de Física*. Los objetivos de este grupo son la identificación de las competencias específicas para los títulos de físico a nivel de pregrado y de maestría, y la definición operativa de los contenidos troncales esenciales para el título de físico.

Con respecto a los contenidos troncales a nivel de pregrado, el grupo *Tuning de Física* identificó los siguientes cursos:

- Matemáticas básicas
- Métodos matemáticos de la física
- Informática
- Física clásica
- Física cuántica

---

<sup>4</sup> Editado por Julia González y Robert Wagenaar, *Tuning Educational Structures in Europe. Informe final fase I, 2003*

- Laboratorio
- Electromagnetismo clásico
- Física estadística
- Física moderna
- Electrónica

Esta lista corresponde a cursos con un contenido significativo de créditos y comunes a las universidades de København, Granada, Nijmegen, Paris VI, Trieste, Dublín y Patras.

Como nos podemos dar cuenta, estos contenidos troncales para las instituciones de la Unión Europea coinciden con el núcleo de los currículos de pregrado en física de las universidades norteamericanas.

En lo referente al perfil del egresado de un pregrado en física se identificaron las siguientes competencias como muy importantes:

- Resolución de problemas
- Comprensión teórica
- Habilidades matemáticas
- Conocimientos profundos
- Habilidad experimental
- Creación de modelos
- Habilidades de cómputo

Las siguientes competencias son consideradas como menos importantes para un egresado de pregrado:

- Cultura física
- Investigación básica y aplicada
- Búsqueda de bibliografía
- Habilidad de aprendizaje
- Habilidades humanas y profesionales
- Normas absolutas
- Conciencia ética
- Idioma extranjero
- Habilidades computacionales específicas

Las siguientes competencias son consideradas poco importantes para un egresado de pregrado:

- Docencia
- Investigación de punta
- Habilidad de actualización
- Habilidad de gestión
- Habilidades interdisciplinarias
- Trabajos aplicados
- Trabajos generales

Al analizar la lista de competencias identificadas por el proyecto *Tuning* para los físicos, vemos que el énfasis del sistema europeo es hacia la formación de profesionales con competencias específicas, a diferencia del sistema norteamericano que está orientado más hacia la formación de individuos con competencias genéricas. Sin embargo, a nivel curricular, los contenidos troncales de ambos sistemas educativos son muy similares.

### **Formación de pregrado en física en las universidades latinoamericanas**

La formación a nivel de pregrado en Física en Latinoamérica también posee cierto grado de diversidad. Esta diversidad proviene de la influencia que han tenido el sistema educativo norteamericano y el de algunos países europeos sobre la educación superior en diferentes países latinoamericanos.

Un espíritu similar al del proyecto *Tuning Educational Structures in Europe* llevó al Consejo Presidencial Andino y a los países miembros del Convenio Andrés Bello, a partir de 1997 a adoptar medidas necesarias para el reconocimiento de títulos de educación superior de nivel andino, tendientes a facilitar la prestación de servicios profesionales en la región. Para este propósito se realizaron talleres que sobre el establecimiento de equivalencias para las carreras de pregrado en ingenierías y en ciencias, se realizaron en la Universidad del Valle en Cali, en la Universidad de los Andes en Mérida, en la Escuela Superior Politécnica del Litoral en Guayaquil, y en la Universidad de la Habana. Como resultado de este trabajo se elaboró el documento *Troncales Curriculares para las Carreras de Pregrado en Biología, Física, Matemática, Química, Ingeniería Mecánica, Ingeniería Eléctrica, Ingeniería Química, Ingeniería Industrial*. Este documento define una serie de parámetros a seguir en los programas de pregrado en las disciplinas mencionadas. En el caso de Física, se estudiaron los programas de pregrado de la Universidad Mayor de San Simón en Bolivia, la Universidad del Valle en Colombia, la Universidad de Concepción en Chile, la Universidad de La Habana en Cuba, la Universidad del País Vasco en España, la Universidad de Panamá en Panamá, la Universidad Nacional de Trujillo en Perú y la Universidad de los Andes en Venezuela. Este amplio conjunto de universidades iberoamericanas aporta una perspectiva muy valiosa sobre la formación de pregrado en Física en la región. A continuación presentamos algunas de las recomendaciones que son pertinentes para el examen ECAES de Física.

Duración de la carrera: 4 a 5 años

Perfil profesional: El graduado en Física estará capacitado para: Interpretar y explicar fenómenos físicos y otros relacionados, mediante la elaboración y utilización de modelos que se sustentan en los conceptos y leyes de la física. Utilizar y transmitir conocimientos teóricos y prácticos así como aplicar sus conocimientos específicos a cualquier campo que lo requiera. Iniciarse en la investigación a través de estudios de especialización, maestría o doctorado, así como integrarse con carácter general, en los sectores productivos y en particular, en las unidades de calidad, investigación y desarrollo de las empresas.

Contenidos mínimos de la carrera:

- Matemáticas para Física
- Química General
- Mecánica y Ondas
- Termodinámica
- Electromagnetismo
- Óptica
- Física Cuántica
- Física Atómica y Nuclear
- Física del Estado Sólido
- Física Estadística
- Mecánica Cuántica
- Electrodinámica Clásica
- Electrónica
- Métodos Experimentales

En resumen, la definición del perfil del egresado está orientada a la formación de profesionales, similar al caso del sistema educativo europeo. En cuanto a los contenidos mínimos de la carrera, nuevamente encontramos una gran similitud con los currículos de las universidades europeas y norteamericanas. Esta similitud curricular a nivel mundial se debe al alto grado de esquematización al que han llegado los conocimientos fundamentales de física en la segunda mitad del siglo XX y el comienzo del siglo XXI. Dado que los programas de pregrado se concentran más en impartir conocimientos básicos y fundamentales y menos en impartir conocimientos especializados, es fácil encontrar unos contenidos comunes a los diversos programas.

## **FORMACIÓN EN EL PROGRAMA ACADÉMICO DE PREGRADO EN FÍSICA EN COLOMBIA**

Los programas de pregrado en Física son de reciente creación en Colombia. El Profesor Virgilio Niño<sup>5</sup> del Departamento de Física de la Universidad Nacional ha publicado una excelente reseña histórica del desarrollo de esta disciplina en el país. En esta sección comenzaremos resumiendo algunos de los aspectos sobresalientes de este proceso.

Hasta 1950 el estudio y enseñanza de la física estaba asociada a la ingeniería. En 1955 se creó la Sociedad Colombiana de Física a partir de la necesidad de mejorar la enseñanza de esta disciplina en los colegios. Esta sociedad impulsó la creación del Departamento de Física de la Universidad Nacional de Colombia en 1959 y para 1961 se creaba la Carrera de Física. En 1966 se graduó la primera promoción de físicos en Colombia. En 1962 se creó la Carrera de Física en la Universidad del Valle, y en 1968 en la Universidad de Antioquia. En 1978 surgió la primera carrera de Física en una universidad privada, la Universidad de los Andes. Posteriormente se fueron creando carreras similares en la Universidad Industrial de Santander en 1984, y en los años noventa en la Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia, la Universidad de Córdoba, la Universidad de Nariño, la Universidad de Pamplona, y en el año 2000 en la Universidad del Atlántico. Otros programas de pregrado en Ingeniería Física han sido creados recientemente en la Universidad del Cauca y la Universidad Nacional de Colombia en sus sedes de Manizales y Medellín. En total, existen 10 programas de Física y tres programas de Ingeniería Física a nivel de pregrado. Estos programas están orientados a formar físicos, que estén en capacidad de vincularse a estudios de postgrado en ésta o alguna otra disciplina relacionada, o vincularse al sector productivo en actividades de investigación y desarrollo. Además, existen varios programas de Licenciatura en Física, orientados a formar profesores de física para los colegios. El examen ECAES programado para Noviembre de 2005 tiene como objetivo evaluar los programas de Física, no los programas de Ingeniería Física ni las Licenciaturas en Física.

Vale la pena resaltar que de los diez programas, nueve son de diez semestres de duración, mientras que uno, el de la Universidad de los Andes, es de ocho semestres.

A continuación vamos a describir brevemente las principales características de los diez programas que serán evaluados.

### **Universidad Nacional de Colombia, Bogotá<sup>6</sup>**

#### Objetivos

Preparar y formar profesionales en el área de la física que puedan contribuir al avance de la investigación científica y tecnológica en nuestro país, al desarrollo de la industria y a la formación de otros profesionales que requieren la física como disciplina básica o complementaria. Propiciar en el estudiante la asimilación de conocimientos, adquisición de habilidades analíticas y el aprendizaje de la utilización adecuada de métodos fundamentales y teóricos para el desarrollo de una actividad científica crítica.

#### Perfil profesional

Las leyes de la Física se encuentran en la base de todas las ciencias naturales (química, biología molecular, biofísica, física médica, astronomía, geofísica, etc.) al igual que en las bases de la ingeniería. Por esta razón, en los países desarrollados el físico participa en proyectos de investigación básica, en la generación de nuevas técnicas y tecnologías, en trabajos interdisciplinarios, en la solución de problemas físico-técnicos. Los sólidos conocimientos en física permiten al físico, según su grado de formación (Pregrado, Maestría, Doctorado, Postdoctorado), colaborar con otros profesionales y trabajar con bastante flexibilidad en muy diferentes tareas

<sup>5</sup> <http://www.icfes.gov.co/revistas/momento/21/virgilio.html> Enero 2005.

<sup>6</sup> <http://www.unal.edu.co/webprogramas/> Marzo 2005

Plan de Estudios

Semestre I			Semestre II		
Curso	Creditos	Hora/semana	Curso	Creditos	Hora/semana
Álgebra Lineal			Cálculo Integral		
Cálculo Diferencial			Sucesiones y Series		
Fundamentos de Física			Mecánica Newtoniana		
Física Experimental I			Física Experimental II		
Humanidades I					

Semestre III			Semestre IV		
Curso	Creditos	Hora/semana	Curso	Creditos	Hora/semana
Ecuaciones Diferenciales Ordinarias			Ecuaciones Diferenciales Parciales		
Topología y Variedades			Variable Compleja		
Electricidad y Magnetismo			Oscilaciones y Ondas		
Física Experimental III			Relatividad		
			Electrónica		

Semestre V			Semestre VI		
Curso	Creditos	Hora/semana	Curso	Creditos	Hora/semana
Análisis Funcional			Mecánica Cuántica I		
Mecánica Analítica			Electrodinámica		
Física Experimental V			Física Experimental V		
Termodinámica			Humanidades II (B)		
Taller de Evaluación I					
Programación					
Examen de Comprensión de Textos Científicos en Inglés					

Semestre VII			Semestre VIII		
Curso	Creditos	Hora/semana	Curso	Creditos	Hora/semana
Mecánica Cuántica II			Física Experimental VI		
Mecánica Estadística			Práctica Teórica		
Estados de la Materia			Electiva I (L.P)		
Práctica Experimental			Taller de Evaluación II		
			Electiva Teórica I (A)		

Semestre IX			Semestre X		
Curso	Creditos	Hora/semana	Curso	Creditos	Hora/semana
Electiva Teórica II			Trabajo de Grado		
Electiva II					
Electiva III					
Humanidades III (B)					

## Universidad del Valle <sup>7</sup>

### Objetivos

Generales:

Participar en la formación del recurso humano para el desarrollo de la física en nuestro país. Contribuir al fortalecimiento de la capacidad investigativa nacional, tanto básica como aplicada. Aportar al fortalecimiento de la Ciencia, la Tecnología y al desarrollo del sector productivo. Formar personas con capacidad de identificar y solucionar problemas de carácter tecnológico-científico, para apoyar el desarrollo nacional y regional.

Objetivos específicos :

Conocimiento y manejo de los conceptos y técnicas matemáticas básicas necesarias para formular las teorías físicas. La formación científica requerida para identificar problemas en los diferentes campos de la física y participar en sus soluciones. Conocimiento y manejo de las técnicas experimentales básicas de la física. Conocimiento y manejo de la metodología de la investigación científica para el desarrollo de las teorías y fenómenos de la física. Capacidad de trabajo interdisciplinario en ciencias básicas como aplicada. Habilidades de comunicación y divulgación de los desarrollos e innovaciones en la física en todos los niveles de la sociedad. Competencias instrumentales básicas, programación y manejo de paquetes informáticos. El compromiso personal con el desarrollo del saber, su difusión y actitudes éticas en su vida profesional, especialmente como investigador en la física.

### Perfil Profesional

El graduado en Física estará capacitado para:

Interpretar y explicar los fenómenos físicos y otros relacionados, mediante la elaboración y utilización de modelos que se sustentan en los conceptos y leyes de la física. Utilizar y transmitir conocimientos teóricos y prácticos en física así como aplicar sus desarrollos específicos a campos científicos relacionados con los fenómenos físicos. Participar en procesos, proyectos de investigación y de desarrollo tecnológico en el sector productivo y/o académico.

### Plan de Estudios

Semestre I			Semestre II		
Curso	Creditos	Hora/semana	Curso	Creditos	Hora/semana
Introducción a la Física	4	4	Física Fundamental I	4	4
Cálculo I	4	5	Laboratorio de Física Fundamental I	2	3
Geometría	4	5	Cálculo II	4	5
Química I	3	4	Álgebra Lineal	3	4
Electiva Ec.	3	3	Química II	3	4
Inglés I	2	5	Laboratorio de química general	1	3
			Inglés II	2	5

<sup>7</sup> Prof. Carlos Uribe. Comunicación privada. Marzo de 2005.

Semestre III			Semestre IV		
Curso	Creditos	Hora/semana	Curso	Creditos	Hora/semana
Física Fundamental II	4	4	Física Fundamental III	3	4
Laboratorio de Física Fundamental II	2	3	Laboratorio de Física Fundamental III	3	3
Cálculo III	4	5	Matemáticas Especiales	2	4
Ecuaciones diferenciales	3	4	Programación	3	4
Electiva Ec	3	3	Electiva Ec	2	3
Electiva Ec	3	3	Ingles III	3	4

Semestre V			Semestre VI		
Curso	Creditos	Hora/semana	Curso	Creditos	Hora/semana
Física Fundamental IV	4	4	Mecánica cuántica I	4	4
Laboratorio de Física Fundamental IV	2	3	Laboratorio de Física Moderna I	3	4
Mecánica Clásica	4	4	Teoría Electromagnética I	4	4
Métodos matemáticos de la Física	4	4	Mecánica Estadística I	4	4
Teoría de circuitos	3	5	Electrónica Analógica	3	5
Métodos Numéricos	3	4			

Semestre VII			Semestre VIII		
Curso	Creditos	Hora/semana	Curso	Creditos	Hora/semana
Mecánica cuántica II	4	4	Estado sólido	4	4
Laboratorio de Física Moderna II	3	4	Laboratorio de Física Moderna III	3	4
Teoría Electromagnética II	4	4	Seminario de Física	3	3
Mecánica Estadística II	4	4	Electiva de la Profesión II	3	3
Electiva de la Profesión I	3	3	Electiva de la Profesión III	3	3
			Ética profesional	3	3

Semestre IX			Semestre X		
Curso	Creditos	Hora/semana	Curso	Creditos	Hora/semana
Trabajo de Grado I	8		Trabajo de Grado II	8	
Electiva de la Profesión IV	3	3			

## Universidad de Antioquia <sup>8</sup>

### Objetivos

- Desarrollar una sólida formación científica teórico-práctica y ética en el estudiante de física.
- Preparar al estudiante en el manejo adecuado del método científico para el enfrentamiento exitoso en sus investigaciones.
- Crear en el estudiante la habilidad necesaria en el manejo de las diferentes teorías físicas, y de su herramienta matemática, para una adecuada aplicación en la solución de problemas específicos, experimentales o teóricos.

<sup>8</sup> Prof. Nelson Vanegas. Comunicación privada. Marzo 2005.

## Perfil profesional

Un egresado de la Carrera de Física se puede desempeñar en:

Enseñar física a nivel universitario. Colaborar en investigaciones de Física. Colaborar en trabajos de índole interdisciplinario. Trabajar en problemas de Física aplicada en laboratorios industriales y de otra índole. Continuar estudios de postgrado. Constructor de equipos para la investigación. Docente universitario y de secundaria. Asesor de industrias en asuntos relacionados con programación, investigación de alta tecnología e investigación pura.

## Plan de Estudios

Semestre I			Semestre II		
Curso	Creditos	Hora/semana	Curso	Creditos	Hora/semana
Introducción al Cálculo	4	4	Geometría Vectorial	4	4
Álgebra y Trigonometría	4	4	Cálculo I	4	4
Geometría Euclidiana	4	4	Física I	4	4
Introducción a la Física	4	4	Laboratorio de Física I	1	2
Lengua Materna I	4	4	Computadores en Física	4	4
			Electiva Humanidad	4	4

Semestre III			Semestre IV		
Curso	Creditos	Hora/semana	Curso	Creditos	Hora/semana
Cálculo II	4	4	Cálculo III	4	4
Álgebra lineal	4	4	Ecuaciones Diferenciales	4	4
Física II	4	4	Física III	4	4
Laboratorio de Física II	1	2	Laboratorio de Física III	1	2
Seminario I	3	3	Física Matemática I	4	4
Electiva Humanidad	4	4	Electrónica	4	4
Formación Ciudadana y Constitucional			Laboratorio de Electrónica	1	1

Semestre V			Semestre VI		
Curso	Creditos	Hora/semana	Curso	Creditos	Hora/semana
Física Moderna	4	4	Óptica	4	4
Laboratorio de Física Moderna	1	3	Laboratorio de Óptica	1	3
Mecánica Clásica	4	4	Mecánica Cuántica I	4	4
Termodinámica	4	4	Física Estadística	4	4
Física Matemática II	4	4	Física Matemática III	4	4
Electiva I de Física	4	4	Electromagnetismo I	4	4

Semestre VII			Semestre VIII		
Curso	Creditos	Hora/semana	Curso	Creditos	Hora/semana
Física Atómica y Molecular	4	4	Estado Sólido	4	4
Mecánica cuántica II	4	4	Seminario III	3	
Instrumentación	4	4	Experimentación Avanzada	3	6
Electromagnetismo II	4	4	Electiva II de Física	4	4
Seminario II	2	2	Electiva III de Física	4	4
Ética	2	2	Relatividad	4	4

Semestre IX			Semestre X		
Curso	Creditos	Hora/semana	Curso	Creditos	Hora/semana
Didáctica para Físicos	4	4	Trabajo de grado	5	
Teoría Cuántica de la Radiación	4	4			
Electiva IV de Física	4	4			
Análisis Numérico	4	4			
Lectura Dirigida	4				

## Universidad de los Andes <sup>9</sup>

### Objetivos

Preparación básica de los estudiantes en:

La comprensión, manejo y aplicación de los conceptos, principios y teorías fundamentales de la física, desarrollando en ellos una forma de pensar acorde con el método científico, con mentalidad crítica y analítica para enfrentar y plantear problemas y soluciones no solo de interés teórico físico sino también de interés en otros campos relacionados con las ciencias naturales. Habilitar a los estudiantes para que, con una preparación amplia en física teórica y experimental, puedan continuar estudios de postgrado, participar en proyectos de investigación y contribuir al desarrollo científico y tecnológico de Colombia.

### Plan de Estudios

Semestre I			Semestre II		
Curso	Creditos	Hora/semana	Curso	Creditos	Hora/semana
Cálculo diferencial	4	4	Cálculo integral	3	4
Introducción a la física	1	2	Introducción al álgebra lineal	3	4
Física 1	3	6	Física 2	3	6
Introducción a la programación	3	3	Física experimental 2	1	2
Física Experimental 1	1	2	Química general	3	4
Ciclo básico Uniandino	3	3	Laboratorio de química general	1	2
			Ciclo básico Uniandino	3	3

Semestre III			Semestre IV		
Curso	Creditos	Hora/semana	Curso	Creditos	Hora/semana
Cálculo vectorial	3	4	Ecuaciones diferenciales	3	4
Álgebra lineal 2	3	4	Mecánica	3	4
Física 3	3	6	Física 4	3	6
Física Experimental 3	1	2	Física experimental 4	1	2
Biología celular	3	3	Electiva de área menor	3	3
Laboratorio de biología celular	1	2	Ciclo básico Uniandino	3	3
Electiva de área menor	3	3			

<sup>9</sup> Prof. Bernardo Gomez. Comunicación privada. Marzo 2005.

Semestre V			Semestre VI		
Curso	Creditos	Hora/semana	Curso	Creditos	Hora/semana
Electrónica	3	4	Termodinámica	3	4
Métodos matemáticos	3	4	Electromagnetismo	3	4
Física computacional	3	4	Física atómica	3	4
Costitución y democracia	3	3	Electiva de área menor	3	3
Física Electiva (Ciclo intermedio)	3	4	Ciclo básico Uniandino	3	3
Ciclo básico Uniandino	3	3	Ciclo básico Uniandino	3	3

Semestre VII			Semestre VIII		
Curso	Creditos	Hora/semana	Curso	Creditos	Hora/semana
Mecánica cuántica I	3	4	Mecánica cuántica II	3	4
Física estadística	3	4	Física del estado sólido	3	4
Física subatómica	3	4	Física electiva 1	3	4
Laboratorio intermedio	3	4	Física electiva 2	3	4
Práctica docente	3	2	Proyecto de grado	3	
Electiva de área menor	3	3			

## Universidad Industrial de Santander <sup>10</sup>

### Objetivos

Dar una información profunda de la física tanto en la parte teórica como en la experimental. Elaborar y difundir la información científica técnica de la física. Integrar a los estudiantes e física con los de otras disciplinas de las ciencias naturales y la ingeniería, a través de la participación en el estudio y solución de problemas de interés nacional o regional como de los recursos naturales, energéticos, tecnológicos o de producción. Formar profesionales de la Física que satisfagan necesidades tecnológicas e investigativas del país, aprovechando los recursos disponibles de la UIS.

### Perfil profesional

Interés natural por la comprensión de los principios fundamentales de las leyes de la naturaleza. Capacidades y aptitudes hacia la matemática, ya que este es el lenguaje en el que se desarrolla la física. Habilidades y destrezas manuales que le faciliten el trabajo experimental como base indispensable en la labor del físico. Interés, imaginación y creatividad para relacionar sus conocimientos con innovaciones tecnológicas.

En el campo científico, en equipos de investigación, en áreas de la física y multidisciplinarios. En el campo de la industria, en áreas que incluyan el control y seguimiento de propiedades físicas. En el campo docente, en todas las áreas y niveles de formación donde la física haga parte del currículo.

### Plan de Estudios

Semestre I			Semestre II		
Curso	Creditos	Hora/semana	Curso	Creditos	Hora/semana
Introducción a la física			Física I		
Taller de matemática y física			Taller de matemática y física II		
Cálculo I			Cálculo II		
Álgebra lineal			Informática		

<sup>10</sup> Prof. José David Sanabria. Comunicación privada. Marzo 2005.

Cultura física			Química		
----------------	--	--	---------	--	--

Semestre III			Semestre IV		
Curso	Creditos	Hora/semana	Curso	Creditos	Hora/semana
Física II			Física III		
Cálculo III			Física matemática I		
Algebra lineal II			Ecuaciones diferenciales		
Programación de computadoras			Métodos numéricos y simbólicos		
Contexto			Contexto		

Semestre V			Semestre VI		
Curso	Creditos	Hora/semana	Curso	Creditos	Hora/semana
Física IV			Óptica física		
Física matemática II			Teoría electromagnética		
Estadística y probabilidad			Mecánica clásica		
Seminario de enseñanza			Ética		

Semestre VII			Semestre VIII		
Curso	Creditos	Hora/semana	Curso	Creditos	Hora/semana
Física moderna			Mecánica cuántica		
Electrónica básica			Termodinámica y física estadística		
Epistemología			Instrumentación industrial		
Seminario de escuela			Electiva I		
Historia de la física					

Semestre IX			Semestre X		
Curso	Creditos	Hora/semana	Curso	Creditos	Hora/semana
Estado sólido			Trabajo de grado II		
Física atómica y nuclear			Seminario avanzado II		
Trabajo de grado I			Seminario de investigación		
Seminario avanzado I			Electiva interdisciplinaria		
Electiva II					

## Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia <sup>11</sup>

### Objetivos

Con la creación del programa de Física en la UPTC nos proponemos alcanzar los siguientes objetivos:

- Formar profesionales en física, base para el desarrollo científico y tecnológico de la región y del país.
- Contribuir a la difusión y socialización de los adelantos científicos universales en física.
- Formar profesionales con las bases teóricas y experimentales que se necesiten para proponer, gestar y desarrollar programas de investigación científica y de aplicación tecnológica.
- Implementar el desarrollo científico que sustente la formación en ciencias naturales en los programas de la Facultad de Ciencias y de otras unidades académicas que forman profesionales a partir de la física como área fundamental.
- Preparar un profesional en física con posibilidades de profundizar en áreas que le aporten a la formación y

<sup>11</sup> Prof Eidelman Gonzalez. Comunicación privada. Marzo 2005.

le provean de una amplia visión laboral.

- Brindar a las empresas industriales, comerciales y a instituciones públicas y privadas la posibilidad de contar con un profesional que apoye el desarrollo científico y tecnológico y contribuya a implementar procesos de investigación científica.
- Contribuir a la promoción de investigadores, docentes y profesionales de excelencia en el campo de la física.
- Adelantar convenios de cooperación científica, académica y técnica que contribuyan a formar al profesional que responda a las necesidades del entorno social.

### Perfil profesional

El profesional en Física una vez terminada su formación, estará capacitado para:

- Diseñar y adaptar tecnologías a la solución de problemas regionales.
- Coordinar, asesorar y desarrollar procesos en la industria privada y oficial.
- Dirigir, supervisar y ejecutar el proceso educativo a nivel medio y profesional, en instituciones oficiales o privadas.
- Participar en grupos interdisciplinarios de investigación.

### Plan de Estudios

<b>Semestre I</b>			<b>Semestre II</b>		
<b>Curso</b>	<b>Créditos</b>	<b>Hora/semana</b>	<b>Curso</b>	<b>Créditos</b>	<b>Hora/semana</b>
Fundamentos de Física	4	5	Mecánica	4	5
Fundamentos de Matemáticas	4	5	Física experiemetal I	2	3
Fundamentos de Biología	4	5	Cálculo Diferencial	3	4
Fundamentos de Química	4	5	Geometría Analítica y vectores	3	4
Catedra UPTCista	1	2	Electiva artes lúdicas y deportivas	3	4
			Competencias comunicativas	3	4

<b>Semestre III</b>			<b>Semestre IV</b>		
<b>Curso</b>	<b>Créditos</b>	<b>Hora/semana</b>	<b>Curso</b>	<b>Créditos</b>	<b>Hora/semana</b>
Electricidad y Magnetismo	4	5	Oscilaciones y ondas	4	5
Física experimental II	2	3	Física experimental III	2	3
Cálculo Integral	3	4	Ec. Diferenciales parciales y ordinarias	3	4
Análisis vectorial y variable compleja	3	4	Análisis Funcional	3	4
Algebra Lineal	3	4	Electrónica I	3	4
Electiva I de Humanidades	3	4	Electiva II de Humanidades	3	4

<b>Semestre V</b>			<b>Semestre VI</b>		
<b>Curso</b>	<b>Créditos</b>	<b>Hora/semana</b>	<b>Curso</b>	<b>Créditos</b>	<b>Hora/semana</b>
Óptica	4	5	Física Moderna	4	5
Física experimental IV	2	3	Laboratorio Avanzado I	2	3
Mecánica analítica	4	5	Termodinámica	3	4
Física matemática I	3	4	Física matemática II	3	4
Electrónica II	3	4	Física Computacional II	2	3

Física Computacional I	2	3	Electiva Interdisciplinar I	2	3
------------------------	---	---	-----------------------------	---	---

Semestre VII			Semestre VIII		
Curso	Créditos	Hora/semana	Curso	Créditos	Hora/semana
Mecánica cuántica I	4	5	Mecánica cuántica II	4	5
Laboratorio avanzado II	2	3	Física nuclear	3	4
Físico Química	3	4	Profundización I	3	4
Biofísica	3	4	Mecánica estadística	3	4
Constitución y Legislación nacional	2	3	Física del medio ambiente	3	4
Electiva disciplinar	2	3			

Semestre IX			Semestre X		
Curso	Créditos	Hora/semana	Curso	Créditos	Hora/semana
Electrodinámica	4	5	Trabajo de grado	12	20
Física del estado sólido	4	5			
Profundización II	3	4			
Seminario de investigación I	1	2			
Ética profesional	2	3			

## Universidad de Córdoba <sup>12</sup>

### Objetivos

Formar profesionales con un alto nivel en el campo de la Física, mediante el estudio, entendimiento y apropiación del conocimiento de esta ciencia, que les permite la caracterización e investigación del comportamiento y estructura de los sistemas físicos.

### Perfil profesional

El físico egresado de este programa posee una formación sólida que le permite desempeñarse no solo en su área científica, sino también en aquellas que en alguna forma tengan relación con la ciencia y/o la tecnología como: investigación científica y/o tecnológica; industria, comercio y sector agropecuario; docencia; empresas e instituciones.

### Plan de Estudios

Semestre I			Semestre II		
Curso	Créditos	Hora/semana	Curso	Créditos	Hora/semana
Fundamentos de Física		10	Mecánica Newtoniana		10
Calculo Diferencial		7	Calculo Integral		7
Matemáticas Básicas		6	Álgebra Lineal		6
Inglés I		4	Inglés II		4

Semestre III			Semestre IV		
Curso	Créditos	Hora/semana	Curso	Créditos	Hora/semana
Electricidad y Magnetismo		10	Oscilaciones y Ondas		9
Mecánica de Fluidos		6	Relatividad Especial		6
Sucesiones y Series		6	Ecuaciones		6

<sup>12</sup> Prof. Rosbel Jiménez. Comunicación privada. Marzo 2005.

			Diferenciales Parciales		
Ecuaciones Diferenciales Ordinarias		6	Probabilidad y Estadística		6

Semestre V			Semestre VI		
Curso	Creditos	Hora/semana	Curso	Creditos	Hora/semana
Mecanica Analítica		7	Electrodinamica		7
Termodinamica		7	Mecânica Cuantica I		8
Seminário I		4	Física Moderna		6
Seminário de Investigación I		2	Analisis Funcional		6
Variable Compleja		6	Fundamentos de Química		4
Ética Profesional		3			

Semestre VII			Semestre VIII		
Curso	Creditos	Hora/semana	Curso	Creditos	Hora/semana
Optica		8	Mecanica Cuantica II		7
Mecanica Estadística		7	Estado Solido		6
Programación y Analisis Numerico		6	Seminário II		4
Electiva I		4	Electronica Análoga		7
Constitución Política		2	Electiva II		2
			Legislación Ambiental		

Semestre IX			Semestre X		
Curso	Creditos	Hora/semana	Curso	Creditos	Hora/semana
Diseño de Experimentos y Equipos		4	Trabajo de Grado	20	
Electronica Digital		7	Didactica de la Física	5	
Taller de Laboratorio		4			
Proyecto Trabajo de Grado		2			
Seminário de Investigación II		4			
Electiva III		4			

### Universidad de Nariño <sup>13</sup>

#### Objetivos

El Departamento de Física es una unidad, académica - administrativa, constituida por un grupo humano que considera a la Ciencia Física como uno de los pilares fundamentales del desarrollo científico y tecnológico con implicaciones contundentes en el medio ambiente y en el desarrollo social y cultural de la región y del país.

El Programa de Física, consecuente con la Misión de la Universidad y comprometido con la construcción de un proyecto cultural, participará en la formación de profesionales en Física con pertinencia científica y pertinencia social. Contribuirá al desarrollo regional a través de contactos nacionales e internacionales con los proyectos de investigación y de proyección a la comunidad.

<sup>13</sup> Prof. Álvaro Rugeles. Comunicación privada. Marzo 2005.

### Perfil profesional

El Físico es un profesional capacitado en la Física tanto Teórica como Experimental con conocimientos de Electrónica e Informática. Su formación le permite continuar el camino de la investigación o la docencia, igualmente desempeñarse en cualquier lugar donde se requieran las competencias y calidades de un Físico a nivel de grado.

### Plan de Estudios

<b>Semestre I</b>			<b>Semestre II</b>		
<b>Curso</b>	<b>Créditos</b>	<b>Hora/semana</b>	<b>Curso</b>	<b>Créditos</b>	<b>Hora/semana</b>
Matemáticas elementales	4	6	Calculo I	4	6
Física fundamental	5	4	Física I	4	5
Laboratorio de física fundamental	3	3	Física Experimental I	2	3
			Informática I	3	5
			Química general	4	6

<b>Semestre III</b>			<b>Semestre IV</b>		
<b>Curso</b>	<b>Créditos</b>	<b>Hora/semana</b>	<b>Curso</b>	<b>Créditos</b>	<b>Hora/semana</b>
Calculo II	4	6	Calculo III	4	5
Física II	4	5	Física III	4	5
Física Experimental II	2	3	Física Experimental III	2	3
Ecuaciones diferenciales	4	5	Algebra lineal	4	4
Informática II	4	5	Informática III	3	5
			Ciencia ambiental	2	3

<b>Semestre V</b>			<b>Semestre VI</b>		
<b>Curso</b>	<b>Créditos</b>	<b>Hora/semana</b>	<b>Curso</b>	<b>Créditos</b>	<b>Hora/semana</b>
Mecánica analítica	4	4	Física moderna	4	4
Termodinámica	4	5	Electrodinámica	4	6
Física Experimental IV	3	3	Electiva I	2	3
Física teórica	4	6	Electrónica I	3	4
Física matemática	4	4	Física Experimental V	3	4

<b>Semestre VII</b>			<b>Semestre VIII</b>		
<b>Curso</b>	<b>Créditos</b>	<b>Hora/semana</b>	<b>Curso</b>	<b>Créditos</b>	<b>Hora/semana</b>
Física estadística	4	4	Física Experimental VII	3	3
Electrónica II	3	6	Relatividad	4	6
Física Experimental VI	3	3	Estado sólido	4	4
Electiva II	2	3	Mecánica cuántica II	4	4
Mecánica cuántica I	4	4	Seminario	1	3

Semestre IX			Semestre X		
Curso	Créditos	Hora/semana	Curso	Créditos	Hora/semana
Epistemología de la Física	3	4	Ética profesional		2
Instrumentación	3	4	Creatividad empresarial		2
Electiva de área I	4	4	Trabajo de grado	12	
Proyecto de tesis	2		Electiva de área II	4	4

## Universidad de Pamplona <sup>14</sup>

### Objetivos

La Física es la aventura intelectual de mayor trascendencia y aplicación creada por el ser humano para explicar los fenómenos naturales de una forma analítica, comprobable y repetible. Por medio de esta ciencia básica se puede entonces manipular la naturaleza por parte del hombre y hacer la vida más cómoda desarrollando nuevas tecnologías.

### Perfil profesional:

El egresado en Física de la Universidad de Pamplona, por su fuerte formación básica teórica, experimental y computacional, estará en capacidad de: Continuar estudios de formación avanzada. Participar en grupos de investigación en ciencias básicas y aplicadas. Ejercer la docencia universitaria en carreras donde la física sea un área básica. Brindar capacitación, asesoría y consultoría profesional.

### Plan de Estudios

Semestre I			Semestre II		
Curso	Creditos	Hora/semana	Curso	Creditos	Hora/semana
Mecánica I			Mecánica II		
Laboratorio de mecánica I			Laboratorio de mecánica II		
Cálculo diferencial			Cálculo integral		
Algebra y geometría			Algebra lineal		
Habilidades comunicativas			Constitución política y formación ciudadana		
Cátedra Faría			Programación I		

Semestre III			Semestre IV		
Curso	Creditos	Hora/semana	Curso	Creditos	Hora/semana
Educación ambiental			Oscilaciones y ondas		
Electromagnetismo			Fundamentos de física moderna		
Laboratorio de electromagnetismo			Laboratorio de oscilaciones y ondas		
Cálculo vectorial			Ecuaciones diferenciales		

<sup>14</sup> <http://www.unipamplona.edu.co/> Enero de 2005.

			ordinarias		
Física atómica y molecular			Física computacional I		
Programación II					

Semestre V			Semestre VI		
Curso	Creditos	Hora/semana	Curso	Creditos	Hora/semana
Métodos matemáticos para físicos			Métodos matemáticos para físicos II		
Métodos numéricos			Relatividad		
Electrodinámica clásica I			Electrodinámica clásica II		
Mecánica clásica			Epistemología		
Electiva socio-humanista I			Física computacional II		

Semestre VII			Semestre VIII		
Curso	Creditos	Hora/semana	Curso	Creditos	Hora/semana
Historia de la física			Física estadística		
Mecánica cuántica I			Mecánica cuántica II		
Termodinámica			Electrónica digital		
Electrónica analógica			Electiva de profundización II		
Electiva de profundización I			Electiva socio-humanista II		

Semestre IX			Semestre X		
Curso	Creditos	Hora/semana	Curso	Creditos	Hora/semana
Mecánica cuántica relativista			Trabajo de grado		
Estado sólido			Trabajo social		
Seminario de física experimental					
Ética					

## Universidad del Atlántico <sup>15</sup>

### Objetivos

Ser cada vez más universal sobre la base de nuevos conocimientos, asumiendo la formación en física como una componente fundamental para avanzar en la inserción en la comunidad científica internacional. Promover el desarrollo de competencias cognitivas complejas que le permitan al estudiante avanzar en soluciones a problemas de física o áreas afines, con creatividad, posibilitando el aprendizaje, la investigación y la proyección social. Formar hombres y mujeres que se integren conciente y efectivamente con el medio natural para que ayuden a la conservación y protección del medio ambiente y al mejoramiento de la calidad de vida de la población.

### Perfil profesional

El profesional en física formado en la Universidad del Atlántico estará en capacidad de desempeñarse con

<sup>15</sup> Prof. Neil Torres. Comunicación privada. Marzo de 2005.

idoneidad en los siguientes frentes:

- Participar en la elaboración y ejecución proyectos de investigación acordes con las normas y programas en materia de Ciencia y Tecnología que contemplen las necesidades propias de la región.
- Contribuir a la conformación de grupos de investigación científica que permitan el desarrollo de la ciencia y la tecnología mediante la elaboración de trabajos de calidad que puedan ser presentados en eventos científicos nacionales e internacionales.
- Integrar grupos de trabajo interdisciplinarios participando activamente en la solución de problemas que requieran una fundamentación en física.
- Impartir formación científica y promover el estudio de la física en centros de educación superior.
- Desarrollar material didáctico en el campo de la física que se utilice como modelo o guía en el proceso de enseñanza universitaria.
- Promover los valores éticos, científicos, culturales y formativos de las ciencias físicas en beneficio del desarrollo integral de la comunidad.
- Generar, asimilar y adaptar nuevas tecnologías que permita integrarse o aplicarse en la actividad productiva del país.
- Dominar técnicas experimentales que son utilizadas en la industria, centros médicos, institutos de investigación, medicina legal, etc.
- Asesorar a la industria en la elaboración óptima de sus productos, aplicando los conocimientos adquiridos en física en el proceso de transformación que sufre la materia prima.
- Asesorar y ofrecer servicios de consultoría a entidades particulares y oficiales en la evaluación de proyectos o en la toma de decisiones de carácter técnico.
- Diseñar y coordinar cursos de capacitación de carácter científico o técnico dirigidos a la industria u otro tipo de entidad.

#### Plan de Estudios

Semestre I			Semestre II		
Curso	Creditos	Hora/semana	Curso	Creditos	Hora/semana
Fundamentos de física	4	4	Física mecánica	4	4
Fundamentos de matemáticas	4	4	Cálculo I	4	4
Geometría	3	3	Álgebra lineal	4	4
Introducción a la física experimental	3	3	Física experimental I	3	3
Fundamentos de química	4	4	Estadística descriptiva	2	2

Semestre III			Semestre IV		
Curso	Creditos	Hora/semana	Curso	Creditos	Hora/semana
Física electricidad y magnetismo	4	4	Vibraciones y ondas	3	3
Cálculo II	4	4	Cálculo vectorial	4	4
Física experimental II	3	3	Ecuaciones diferenciales	4	4
Fundamentos de biología	4	4	Física experimental III	3	3
Estadística inferencial	3	3	Programación y análisis numérico	4	4

Semestre V			Semestre VI		
Curso	Creditos	Hora/semana	Curso	Creditos	Hora/semana
Óptica	4	4	Física cuántica	4	4
Física experimental IV	3	3	Física experiemetal V	3	3
Métodos matemáticos para físicos	4	4	Electrónica I	4	4
Física térmica	3	3	Mecanica clásica	4	4
Metodología de la investigación científica	2	2	Diseño de experimentos	2	2
Ciencia y sociedad	2	2			

Semestre VII			Semestre VIII		
Curso	Creditos	Hora/semana	Curso	Creditos	Hora/semana
Teoría electromagnética	4	4	Mecánica cuántica I	4	4
Electrónica II	3	3	Mecánacia estadística	4	4
Termodinámica	4	4	Métodos experiemtnales de la física	3	3
Electiva de contextualización I	4	4	Electiva de contextualización II	4	4
Ambiente y sociedad	2	2	Ciencia y ética	2	2

Semestre IX			Semestre X		
Curso	Creditos	Hora/semana	Curso	Creditos	Hora/semana
Física del estado sólido	4	4	Trabajo de grado	8	8
Mecánica cuántica II (atómica y molecular)	4	4	Electiva de profundización II	4	4
Electiva de profundización I	4	4	Epistemología de la física	3	3
Seminario I	3	3	Seminario II	3	3
Historia de la física	3	3			

Al examinar los objetivos y los perfiles de egresados de los programas de pregrado en física en Colombia, se identifican algunos elementos comunes. El objetivo principal es el de dar al estudiante una formación científica que le permita contribuir en investigación fundamental, especialmente a través de la vinculación a programas de postgrado en Colombia o en el extranjero, o en la investigación aplicada vinculándose al sector productivo del país para participar en actividades de investigación y desarrollo. Por medio de estas actividades, este profesional contribuiría al avance y consolidación de la investigación científica y tecnológica en nuestro país, siendo esto último una preocupación y un objetivo recurrente en los programas de los diferentes departamentos. La capacidad de trabajar en actividades interdisciplinarias es común a todos los programas y se considera muy importante para el desarrollo del país a nivel cultural, social y económico. El egresado de una carrera de física debe poseer un conocimiento y manejo del método científico y debe aplicarlo en su actividad profesional. En algunos programas se hace énfasis en la capacidad que debe tener el egresado para impartir sus conocimientos a otros por medio de la docencia.

En cuanto a los contenidos curriculares también se puede identificar una estructura muy similar en los programas de estudio de todos los departamentos. Primero los estudiantes pasan por un ciclo básico, en el cual obtienen conocimientos básicos y generales de física, matemáticas, computación y electrónica. Posteriormente, los estudiantes acceden al nivel disciplinar en el cual profundizan en los conocimientos

fundamentales de la física: mecánica analítica, relatividad, electrodinámica, termodinámica, mecánica cuántica, física estadística, física matemática, y física experimental avanzada. En un tercer nivel más especializado los estudiantes adquieren conocimientos que están relacionados con áreas de especialización e investigación actual, como por ejemplo, física del estado sólido, física de partículas y campos, física nuclear, física atómica, física molecular, física de la materia condensada, sistemas complejos, fundamentos de la mecánica cuántica, astronomía y astrofísica, biofísica, etc. No todos los programas ofrecen cursos en todas estas áreas, y muchos de los cursos son de carácter electivo, es decir que no todos los egresados de una misma institución habrán adquirido conocimientos en una área de especialización particular. Mas aún, egresados de diferentes universidades habrán adquirido diferentes niveles de conocimientos en estas áreas, desde haber tomado más de un curso o seminario, hasta no haber tomado ninguno.

Se encuentran diferencias significativas entre los diversos programas de estudio, en cuanto a las formaciones integral e interdisciplinaria, ya que estas dependen más de las universidades y de sus estructura académicas que de los departamentos de física.

En conclusión, en lo esencial los currículos de los diez programas de física de las universidades colombianas coinciden con los currículos de universidades a nivel mundial, debido a que en cuanto a contenidos a nivel de pregrado la enseñanza de la física es básicamente la misma e independiente del sistema educativo.

## **OBJETO DE ESTUDIO DE LOS PROGRAMAS ACADÉMICOS DE PREGRADO EN FÍSICA EN COLOMBIA**

El objeto de la formación en Física a nivel de pregrado en Colombia, y en general en el mundo, es básicamente el mismo: familiarizar a los estudiantes con los fenómenos físicos de la naturaleza, y por medio del aprendizaje y uso del método científico, permitirles explorar las leyes fundamentales que rigen estos fenómenos, a partir del estudio de las cinco teorías fundamentales de la física actual: la mecánica analítica, el electromagnetismo, la termodinámica, la mecánica cuántica y la mecánica estadística. Para lograr esto, los estudiantes deben adquirir conocimientos adecuados de matemáticas, métodos experimentales y computación.

El familiarizarse con los fenómenos físicos de la naturaleza, y poderlos describir a partir de los cinco pilares teóricos antes mencionados constituye el objeto de la formación en física a nivel de pregrado.

Los estudiantes que logran un dominio conceptual adecuado de los fenómenos y las teorías fundamentales de la física, están en capacidad de iniciarse en el estudio de temas de especialización e investigación. Esta etapa típicamente se da en el último año de estudios. Una formación adecuada a nivel de pregrado permitirá a los egresados profundizar en estos temas y eventualmente hacer investigación que resulte en nuevos conocimientos para la Física.

## **ANTECEDENTES Y REFERENTES DE LA EVALUACIÓN DE PROGRAMAS DE PREGRADO EN FÍSICA**

En esta sección presentaremos algunos ejemplos de exámenes para evaluar la calidad de la educación superior en otros países, como es el caso del examen ENC-Provao de Brasil y los exámenes GRE y Major Field Test de los Estados Unidos. Estos ejemplos nos permitirán tener una referencia sobre que, como y para que se evalúan los programas de Física a nivel de pregrado en otras partes del mundo.

### **ENC-Provao, Brasil<sup>16</sup>**

---

<sup>16</sup> <http://www.inep.gov.br/superior/provao/>

La sigla ENC significa Examen Nacional de Cursos, y es un examen estatal del gobierno brasileño con el objeto de evaluar los programas de educación superior para determinar los resultados del proceso de enseñanza y aprendizaje. Se evalúan 26 áreas, entre las cuales esta incluida la física.

El examen ENC de Física pretende verificar las habilidades y los conocimientos necesarios para el ejercicio de la profesión. También busca ayudar en el proceso de auto evaluación de los programas académicos y el mejoramiento de los proyectos pedagógicos. De esta forma la sociedad puede informarse sobre la calidad de los programas académicos y el gobierno puede definir políticas para el sector

#### Perfil del egresado deseado:

El Examen ENC toma como referencia para alcanzar sus objetivos el perfil de un profesional con conocimientos sólidos y actualizados, que es capaz de abordar problemas nuevos y tradicionales, siempre preocupado por innovar. En todas sus actividades la actitud científica debe estar presente. El egresado debe:

- Dominar instrumentos conceptuales y operativos y modelos paradigmáticos.
- Tener buena experiencia computacional y de laboratorio.
- Poseer capacidad de abstracción y de modelaje de fenómenos.
- Conocer la importancia de la Física en áreas afines, y la relevancia de los trabajos interdisciplinarios.
- Entender la importancia del educador con capacidad de crear y adaptar Métodos pedagógicos a su ambiente de trabajo.
- Poseer una visión amplia de la función de la ciencia en el desarrollo del país.
- Mantener una ética profesional consecuente con su responsabilidad social.
- Comprender la ciencia como un proceso histórico, que se desenvuelve en diferentes contextos sociopolíticos, culturales y económicos.

#### Competencias y habilidades.

El examen verifica que los estudiantes han obtenido a lo largo de sus carreras de Física algunas competencias y habilidades necesarias para el buen desempeño profesional.

#### *Competencias y habilidades generales:*

- Utilización del lenguaje con claridad, precisión, comunicación apropiada, fluidez y riqueza en el vocabulario.
- Explicación de conocimientos en forma clara y consistente.
- Análisis, síntesis y raciocinio lógico.
- Raciocinio crítico en la identificación y solución de problemas.
- Argumentación, persuasión y reflexión crítica.
- Asimilación articulada y sistemática de conocimientos teóricos y metodológicos para la práctica de la profesión.
- Lectura crítica de artículos técnicos y científicos.
- Lectura de textos técnicos y científicos en Inglés
- Utilización de los recursos informáticos necesarios para el ejercicio de la profesión.
- Realización de búsquedas bibliográficas en libros, revistas y bases de datos nacionales e internacionales.

#### *Habilidades específicas:*

- Demostrar dominio de los conceptos básicos de la Física.
- Utilizar el lenguaje científico en la expresión de conceptos físicos y en la descripción de trabajos científicos.
- Plantear y realizar experimentos y mediciones.
- Interpretar y representar propiedades físicas en forma gráfica
- Entender el método empírico.
- Evaluar la calidad de datos y formular modelos para estos identificando sus dominios de valides.
- Reconocer las relaciones de la Física con otras áreas del saber, de la tecnología y de la sociedad.
- Planear y realizar experimentos didácticos en Física.
- Aplicar conocimientos básicos tales como propiedades de materiales, electrónica, bajas temperaturas,

- óptica y computación.
- Realizar estimaciones numéricas de fenómenos físicos a partir de sus primeros principios.

La prueba tiene una duración de cuatro horas y consta de 40 preguntas de selección múltiple comunes a todos los estudiantes sobre los contenidos generales y tres preguntas abiertas sobre contenidos específicos.

*Contenidos generales:*

- Evolución de las ideas generales de la Física.
- Mecánica.
- Termodinámica.
- Electromagnetismo.
- Física ondulatoria.
- Física moderna.

*Contenidos específicos:*

- Mecánica clásica.
- Electromagnetismo.
- Física cuántica y estructura de la materia.
- Termodinámica y física estadística
- Teoría de la relatividad.

### **GRE, Estados Unidos<sup>17</sup>**

El examen *Graduate Record Examination* GRE es administrado por el *Educational Testing Service* ETS, que es una institución sin ánimo de lucro dedicada a proveer exámenes e investigación para el sistema educativo de los Estados Unidos. El GRE esta compuesto por dos exámenes, el examen general y el examen específico. Estos exámenes son independientes y son tomados por estudiantes que están terminando o han terminado sus estudios de pregrado y desean ingreso a estudios de postgrado en una universidad norteamericana. El examen de Física consiste en unas 100 preguntas, algunas de las cuales están agrupadas en conjuntos y están basadas en materiales tales como gráficas, datos experimentales o descripciones de situaciones físicas. El examen refleja los énfasis puestos en esos tópicos en la mayoría de los currículos de pregrado del país. Se hace especial énfasis en el entendimiento de los principios teóricos fundamentales de la física.

Contenidos:

- Mecánica clásica (20%).
- Electromagnetismo (18%).
- Óptica y fenómenos Ondulatorios (9%).
- Termodinámica y Mecánica estadística (10%).
- Mecánica Cuántica (12%).
- Física Atómica (10%).
- Relatividad Especial (6%).
- Métodos de Laboratorio (6%).
- Tópicos Especializados (9%).

### **Major Field Test, Estados Unidos.<sup>18</sup>**

---

<sup>17</sup> <http://www.gre.org>

<sup>18</sup> <http://www.ets.org/hea/mft>

Estos exámenes también son administrados por el ETS y son usados por universidades a nivel mundial para medir los logros académicos que permitan evaluaciones y revisiones curriculares. El examen es de escogencia múltiple con una duración de dos horas y está diseñado para determinar el dominio de conceptos y principios al igual que conocimientos adquiridos por los estudiantes al finalizar su programa académico. El examen de Física consiste de 70 preguntas de escogencia múltiple, algunas de las cuales están agrupadas en conjuntos y están basadas en materiales tales como gráficas, datos experimentales o descripciones de situaciones físicas. El énfasis del examen está en medir el dominio de los conceptos fundamentales por parte de los estudiantes y su habilidad para aplicarlos a la solución de problemas.

#### Contenidos:

- Mecánica (19%).
- Electricidad y Magnetismo (17%).
- Termodinámica y Mecánica Estadística (18%).
- Mecánica Cuántica (23%).
- Tópicos Especiales (17%)
- Otros tópicos relacionados (6%).

### **DEFINICIÓN Y CARACTERIZACIÓN DE LAS COMPETENCIAS Y COMPONENTES QUE SERÁN EVALUADAS EN EL EXAMEN ECAES DE FÍSICA**

Como se menciona en la introducción a este documento, la estructura básica del examen ECAES consta de dos conjuntos de parámetros a evaluar, las competencias que el estudiante debe poseer y las componentes de la disciplina que se está evaluando. En esta sección definiremos y caracterizaremos las competencias y componentes de las que constará el examen ECAES de Física que será impartido en Noviembre de 2005.

#### **Competencias**

Como ya se menciona, la necesidad de formar profesionales por competencias, y por ende, la de evaluar el grado de competencia que han adquirido los estudiantes al finalizar un programa de estudios, proviene de la tendencia a adoptar una forma más flexible de educación, al menos a nivel de pregrado, que sea respuesta a las demandas cambiantes de la sociedad, en particular a las de los sectores productivos a los cuales se han de vincular los profesionales.

La definición de las competencias que debe poseer el egresado de un programa académico no es única, y es fuente de gran debate no solo a nivel nacional, sino también a nivel mundial. En una sección anterior se mencionó el esquema de competencias adoptado por el proyecto *Tuning Educational Structures in Europe*. En los talleres para coordinadores y directores de departamento de Física, organizados por ACOFACIEN durante el año 2004, también se debatió ampliamente sobre el concepto de competencias y sobre cuales deberían ser evaluadas en un examen de estado para físicos. El ICFES, en su calidad de ente encargado de dirigir y coordinar el diseño de los ECAES, también ha establecido un conjunto de competencias las cuales considera apropiadas para la evaluación. Estas competencias son de un carácter más general, y por tanto pueden ser evaluadas para todas las disciplinas científicas, lo cual es considerado como algo deseable. A manera de ejemplo vamos a comparar estas tres definiciones de competencias, con el ánimo de ilustrar los diferentes puntos de vista, todos igualmente válidos, que se pueden adoptar a este respecto.

En la definición de las competencias que debería poseer el profesional europeo el proyecto *Tuning Educational Structures in Europe* ha identificado dos grupos, competencias genéricas y competencias específicas al área. Las competencias genéricas se han dividido en instrumentales, interpersonales y sistémicas. Estas identifican los elementos compartidos que pueden ser comunes a cualquier disciplina, como la capacidad de aprender, de tomar decisiones, de diseñar proyectos, las destrezas administrativas, etc. Las competencias específicas al área incluyen los conocimientos y destrezas que definen al profesional de esa área. En el caso de la Física, se identificaron tres grupos de competencias específicas para el egresado de pregrado, un grupo de competencias muy importantes, otras menos importantes y por último unas poco importantes. Estos tres conjuntos de competencias ya fueron enumerados en una sección

anterior, aquí mencionaremos nuevamente el conjunto de competencias consideradas como muy importantes:

- Resolución de problemas
- Comprensión teórica
- Habilidades matemáticas
- Conocimientos profundos
- Habilidad experimental
- Creación de modelos
- Habilidades de cómputo

En los talleres de ACOFACIEN para Física realizados en 2004 se adoptó un esquema de competencias inspirado en el trabajo realizado por los miembros del Instituto de Física de la Universidad de Antioquia para definir el perfil de sus egresados de pregrado. En este esquema, las competencias se dividen en tres grupos:

*Competencias Cognitivas.* El físico debe poseer un nivel adecuado de conocimientos sobre:

- Los fenómenos y leyes físicos fundamentales,
- Los conceptos y técnicas matemáticas aplicados en la física,
- Las teorías básicas de la disciplina,
- Los métodos experimentales básicos de la disciplina,
- La metodología científica,
- Las interrelaciones de la física con las demás ciencias naturales, especialmente las ramas de la física aplicadas a la química y la biología.
- Las interrelaciones ciencia-técnica-sociedad.

*Competencias Procedimentales.* El físico debe tener:

- Habilidades cognitivas generales, en especial de resolución de problemas,
- Habilidades de comunicación académica, es decir, interpretar y producir literatura científica,
- Habilidades investigadoras específicas de la física, es decir, formular y resolver problemas científicos
- Habilidades en programación de computadoras y en manejo de paquetes informáticos,
- Habilidades instrumentales, es decir, estar familiarizado con la aplicación de los métodos experimentales.

*Competencias Actitudinales.* El físico debe ser:

- Alguien con una actitud científica, es decir, querer aprender, tener una mentalidad inquisitiva, etc.
- Alguien con actitudes éticas ante los posibles conflictos de valores en su vida profesional, especialmente como investigador.
- Alguien con disposición para trabajar en equipo.

Por otro lado, las competencias propuestas por el ICFES, que han sido evaluadas en las Pruebas de Estado para estudiantes de bachillerato y en exámenes ECAES de otras disciplinas son: interpretativa, argumentativa y propositiva. Estas competencias se pueden definir de la siguiente forma<sup>19</sup>:

*Competencia Interpretativa:* Es la acción de comprender el sentido de un texto, un problema, un programa o un esquema, a partir del análisis de textos, gráficas, etc. Exige tener los conocimientos y técnicas de la disciplina. Algunas de las acciones incluidas dentro de este tipo de competencia son:

- Comprender el mensaje global de un texto
- Entender el sentido de un enunciado dentro de un contexto.
- Saber interpretar el significado de información presentada en forma gráfica.

---

<sup>19</sup> Perilla, Isabel Cristina. *Marco de fundamentación conceptual y especificaciones de la prueba. Programa de Química, 2005.*

- Identificar un problema.
- Reconocer los diferentes elementos de un problema.
- Establecer las relaciones entre procesos.
- Establecer la información relevante para resolver un problema.

*Competencia Argumentativa:* Es la acción de reconocer el planteamiento y articulación de las razones que sustentan una idea, una propuesta, una tesis, la solución de un problema, etc., teniendo como base un contexto disciplinar y metodológico. Algunas de las acciones que son ejemplo de este tipo de competencia son:

- Fundamentar implicaciones de teorías.
- Teorizar sobre un determinado hecho.
- Argumentar la solución propuesta a un problema.
- Argumentar la solución dada a un problema.

*Competencia Propositiva:* Es la actuación crítica y creativa en el planteamiento de opciones alternativas encaminadas a la solución de problemas, a dar respuesta a interrogantes, o en proponer hipótesis para explicar determinados hechos. Algunas acciones que son ejemplo de este tipo de competencia son:

- Establecer alternativas de solución de un problema.
- Establecer las condiciones necesarias para demostrar una hipótesis.
- Establecer generalizaciones.
- Evaluar la relación causa efecto en un determinado problema.
- Establecer cual es la hipótesis mas pertinente para resolver un problema.

En reuniones entre coordinadores de los ECAES de ciencias y los miembros del grupo de Evaluación de la Educación superior del ICFES a cargo de este proyecto, se discutió extensamente el concepto de competencias, se compararon las diferentes definiciones y puntos de vista al respecto. Debido a la necesidad y conveniencia de tener una estructura similar para los exámenes ECAES de las diferentes disciplinas que permita hacer estudios comparativos a partir de unos pocos parámetros y criterios, se llegó a la conclusión que lo mas adecuado es adoptar el conjunto de competencias propuestas por el ICFES, es decir : interpretativa, argumentativa y propositiva. Además, se llegó a una concepción que resume el concepto de competencia como "saber y poder hacer en el contexto de la disciplina". El paso siguiente es definir los "haceres" de la disciplina. A partir de estos "haceres" se construirán preguntas que evalúen las competencias.

Los "haceres" de un físico se pueden extraer directamente de la definición de competencias cognitivas, procedí mentales y actitudinales propuestas en los talleres de ACOFACIEN. De todos ellos algunos no pueden ser evaluados directamente en una prueba como el ECAES. Aquellos que si pueden ser evaluados son:

- Conocer a un nivel adecuado los fenómenos y leyes físicos fundamentales
- Conocer los conceptos y técnicas matemáticas aplicados en física
- Conocer las teorías básicas de la disciplina
- Conocer métodos experimentales básicos de la disciplina
- Poseer habilidades cognitivas generales: en especial de resolución de problemas
- Poseer habilidades investigadoras específicas de la física: formular y resolver problemas científicos
- Poseer habilidades instrumentales: aplicación de los métodos experimentales.

Démosnos cuenta que estos "haceres" concuerdan casi en su totalidad con aquellos identificados como muy importantes por el proyecto *Tuning Educational Structures in Europe*. A partir de estos "haceres", en el examen ECAES de Física que se realizará en Noviembre de 2005 se evaluarán competencias

interpretativas, argumentativas y propositivas.

En conclusión, en el examen ECAES de Física de 2005, se evaluarán las competencias :

- Interpretativa.
- Argumentativa
- Propositiva

En un examen como el ECAES se evaluarán las competencias por medio de preguntas. El resultado final del proceso de contestar una pregunta es la respuesta. Lo que se pretende evaluar es el proceso mental que dicta el camino desde la pregunta hacia la respuesta. Este proceso lo podemos esquematizar de la siguiente forma:

Dada una pregunta,

- *Lectura y comprensión del enunciado.* La palabra comprensión solo hace alusión al texto y no necesariamente al problema. A este nivel educativo se supone que el estudiante sabe leer adecuadamente, por tanto este paso no hace parte de la evaluación.
- *Proceso mental para encontrar el camino hacia la respuesta.* En este proceso, el estudiante hace uso por un lado de sus conocimientos y por otro de su capacidad de interpretar, argumentar y proponer (las competencias), para formular un camino hacia la respuesta.
- *Obtención de la respuesta.* En este paso el estudiante hace uso de sus habilidades para obtener la respuesta a partir del camino dictado en el paso anterior.

El objeto de la evaluación en el ECAES es el paso (2), es decir el proceso mental para encontrar el camino hacia la respuesta. Las preguntas a elaborar deben hacer énfasis en este proceso, y en particular en la capacidad de interpretar, argumentar y proponer del estudiante, más que en sus conocimientos.

*Interpretar:* La pregunta debe buscar que el estudiante identifique las condiciones de un problema, establezca relaciones, compare, extraiga información no verbal, reconozca implicaciones directas, interprete graficas, etc.

*Argumentar:* La pregunta debe buscar que el estudiante obtenga implicaciones mediante encadenamiento lógico, reconozca argumentación válida, contraste ideas o puntos de vista, establezca condiciones de necesidad o suficiencia, establezca justificaciones o razones para validar una proposición , etc.

*Proponer:* La pregunta debe buscar que el estudiante haga generalizaciones, modele algún fenómeno, evalúe relaciones causa efecto, infiera información no suministrada, seleccione la mejor manera de solucionar un problema, infiera consecuencias en un problema a partir del cambio de alguna de sus condiciones, etc.

## **Componentes**

Como ya ha sido mencionado, los planes de estudio de las diez carreras de Física que serán evaluadas en Noviembre de 2005, poseen una estructura muy similar a grandes rasgos: primero los estudiantes pasan por un ciclo básico, luego por un ciclo de fundamentación y por último un ciclo avanzado o de especialización. Durante los talleres organizados por ACOFACIEN en 2004, una estructura similar a la de los currículos fue propuesta para el examen ECAES. En ese momento se identificaron las siguientes componentes para la prueba:

*Nivel Básico*

- Matemáticas básicas
- Física básica

- Métodos experimentales

*Nivel Profesional Intermedio*

- Mecánica clásica
- Física moderna
- Electromagnetismo
- Métodos matemáticos de la física
- Electrónica básica

*Nivel Profesional Avanzado*

- Termodinámica
- Mecánica cuántica
- Física estadística
- Electrodinámica

En esta lista no se incluyeron componentes relacionadas con el nivel de especialización, dado que dentro de los propósitos fundamentales de los ECAES esta el *evaluar aquellas áreas y componentes fundamentales que identifican la formación de cada profesión*, es decir, el mínimo de conocimientos, habilidades o competencias que identifican a un egresado de un programa de pregrado en física. Debido a la gran gama de conocimientos especializados que posee la física actual, el número de componentes que habría que agregar a la lista sería demasiado, haciéndola muy compleja en su formato. Igualmente, como ya se mencionó, no todas las áreas de especialización están presentes en todos los planes de estudio y el énfasis depende mucho de las actividades de investigación de cada departamento, por tanto la inclusión de algunas áreas de especialización específicas podría ser considerada como injusta para con los estudiantes.

Posteriormente se propuso que los conocimientos básicos de física, matemáticas y algunas otras áreas interdisciplinarias fueran evaluados en forma implícita en preguntas de nivel intermedio y avanzado, y que se incluyera una componente experimental en la prueba. En esta nueva propuesta, las componentes a evaluar en el examen eran:

- Mecánica clásica
- Electromagnetismo
- Métodos matemáticos de la física
- Métodos experimentales
- Termodinámica
- Mecánica cuántica
- Física estadística
- Electrodinámica

En esta propuesta no se incluía una evaluación suficiente de física moderna, lo cual fue considerado como algo poco satisfactorio. Igualmente, se cuestionó la presencia de una componente experimental, ya que se encontró muy difícil de definir y caracterizar. Los métodos y técnicas experimentales, más que una parte fundamental de los conocimientos de la física, son una herramienta de la misma, al igual que los métodos teóricos, matemáticos y computacionales. Desde este punto de vista, no deberían ser considerados como una componente a evaluar en la prueba, sino que por el contrario, deberían ser evaluados en forma transversal en todas las demás componentes. En este mismo orden de ideas, la componente de métodos matemáticos de la física no debería ser incluida. Por tanto, solamente los conocimientos fundamentales deberían considerarse como componentes y todo lo demás se evaluaría en forma transversal. Bajo esta nueva filosofía, los conocimientos fundamentales se pueden organizar en lo que se ha denominado "los pilares de la física":

- Mecánica clásica
- Electromagnetismo
- Mecánica cuántica

- Termodinámica y mecánica estadística

Ante esta nueva perspectiva, vale la pena recordar dos aspectos muy importantes relacionados con la escogencia de componentes:

- Las componentes deberán evaluar ese mínimo de competencias que distinguen al egresado de un programa de pregrado en física,
- La componente es la unidad básica de la disciplina sobre la que se publicaran resultados.

El primer aspecto ya está incluido en la escogencia de las cuatro grandes áreas de la física. Sin embargo, un examen con solo cuatro componentes retornará información muy poco detallada, y no permitirá hacer una evaluación a partir de la cual se puedan identificar puntos fuertes y puntos débiles en la formación de nuestros estudiantes. La posibilidad de discriminar entre competencias a nivel básico y avanzado y entregar resultados de esta manera es conveniente a la hora de evaluar la metodología de enseñanza y la estructura de los currículos. Una forma de incluir todos estos aspectos, es dividir cada una de las cuatro áreas fundamentales de la física en dos componentes, una de nivel básico y otra de nivel avanzado. En esta propuesta en el caso de mecánica, la componente de nivel básico evalúa todo aquello relacionado con la mecánica clásica, mientras que la componente avanzada se concentra en la mecánica analítica. En el caso del electromagnetismo, la componente básica evalúa los aspectos básicos de electrostática, magnetostática y ecuaciones de Maxwell, mientras que la componente avanzada se concentra en la electrodinámica. En el caso de la mecánica cuántica, la componente básica permite evaluar física moderna y aspectos elementales de la teoría cuántica, mientras que la componente avanzada se concentra en la mecánica cuántica a un nivel más formal. Por último, en una componente de nivel básico se evalúa termodinámica y fundamentos de física estadística, y en una componente de nivel avanzado se evalúa la mecánica estadística. Debe hacerse énfasis en la necesidad de evaluar en cada una de estas componentes aspectos teóricos, experimentales y matemáticos.

Dado que a nivel de pregrado las cuatro áreas fundamentales de la física son igualmente importantes, cada una de ellas tendrá el mismo peso dentro de la prueba, al igual que cada una de sus componentes. La prueba constará de ocho componentes, por tanto el porcentaje asignado a cada una es de 12.5%.

En conclusión, las componentes de las cuales constará el examen ECAES de Física de Noviembre de 2005 son:

- Mecánica (12.5%)
- Mecánica clásica (12.5%)
- Electromagnetismo (12.5%)
- Electrodinámica (12.5%)
- Fundamentos de física cuántica (12.5%)
- Mecánica cuántica (12.5%)
- Termodinámica y fundamentos de física estadística (12.5%)
- Mecánica estadística (12.5%)

### **Caracterización de las componentes**

La caracterización de cada componente permite determinar su alcance temático en términos de las subcomponentes, la profundidad y dificultad con la cual se hará la evaluación de ellas y lo que se espera del estudiante en términos de competencias. Esta información debe servir como guía tanto a los profesores que elaborarán preguntas para la prueba como a los estudiantes que van a presentar el examen. Una caracterización adecuada facilitará la elaboración de una prueba balanceada y justa que incluya preguntas que van desde fáciles hasta difíciles, donde los niveles de dificultad deben estar bien definidos, dado que la prueba está orientada a evaluar a todos los estudiantes y no solamente a los mejores. Además, las preguntas elaboradas deben poner a prueba las habilidades de los estudiantes en el uso de herramientas

experimentales y matemáticas, siendo esto último muy importante, dado que estas habilidades son esenciales para un físico.

### **Mecánica**

El estudiante debe estar en capacidad de utilizar las relaciones espacio-temporales que describen el movimiento de partículas, cuerpos rígidos, fluidos y fenómenos ondulatorios en términos de las leyes de Newton utilizadas a un nivel básico. Igualmente, el estudiante debe estar en capacidad de analizar datos experimentales a un nivel básico.

#### **Subcomponentes:**

- **Cinemática tridimensional:** Parametrizar la trayectoria de partículas puntuales a partir de condiciones de frontera explícitas o de datos experimentales.
- **Dinámica:** Modelar y analizar las interacciones entre cuerpos en términos de las leyes de Newton y de relaciones de conservación, para determinar la dinámica del sistema.
- **Movimiento rotacional de un cuerpo rígido alrededor de un eje fijo:** Describir cinemática y dinámicamente el movimiento de cuerpos rígidos a un nivel básico.
- **Mecánica de fluidos:** Utilizar los principios de Pascal, Arquímedes, continuidad y Bernoulli para analizar la dinámica de fluidos ideales.
- **Ondas mecánicas:** Utilizar conceptos generales en la descripción de fenómenos ondulatorios en medios materiales (por ejemplo, ondas transversales en cuerdas, ondas de presión en gases, etc.).
- **Análisis de datos experimentales:** Analizar la incertidumbre de datos experimentales, obtener relaciones entre variables dependientes e independientes y evaluar la validez de modelos.

### **Mecánica Clásica**

El estudiante debe estar en capacidad de utilizar los principios variacionales para describir el movimiento de sistemas de partículas mediante el uso de coordenadas generalizadas.

#### **Subcomponentes:**

- **Formulación lagrangiana de la mecánica clásica:** Plantear y aplicar las ecuaciones de Euler-Lagrange en problemas con o sin ligaduras.
- **Ecuaciones de Hamilton:** Plantear y aplicar las ideas básicas de la formulación hamiltoniana de la mecánica clásica.
- **Simetrías y leyes de conservación:** Identificar las invarianzas de un sistema, relacionarlas con simetrías matemáticas en las ecuaciones de movimiento y analizar sus consecuencias.
- **Pequeñas oscilaciones:** Modelar y describir la dinámica de sistemas sencillos de osciladores acoplados.
- **Cinemática y dinámica relativistas:** Utilizar los principios de la relatividad especial para describir la cinemática y dinámica de partículas en régimen relativista y además analizar consecuencias sencillas del principio de equivalencia.

### **Electromagnetismo**

El estudiante debe estar en capacidad de utilizar las leyes básicas de la interacción eléctrica y magnética entre partículas cargadas, al igual que las propiedades eléctricas y magnéticas de diferentes medios para resolver problemas de poca complejidad matemática. El estudiante debe estar en capacidad de analizar la propagación de la luz a nivel básico usando las leyes de la óptica geométrica y conceptos generales de sistemas ondulatorios. El estudiante debe estar en capacidad de analizar propiedades básicas de circuitos

RLC.

Subcomponentes:

- Campos electrostáticos: Utilizar el concepto de campo eléctrico y sus leyes fundamentales en problemas con distribuciones estáticas de carga eléctrica en el vacío. Reconocer y aplicar las propiedades de medios dieléctricos y conductores y usarlas para analizar la interacción de estos con otros medios similares o con distribuciones estáticas de carga eléctrica.
- Campos magnetostáticos: Utilizar el concepto de campo magnético y sus leyes fundamentales en problemas con distribuciones estacionarias de corriente. Reconocer y aplicar las propiedades de medios diamagnéticos, paramagnéticos y ferromagnéticos y usarlas para analizar la interacción de estos medios con otros medios similares o con distribuciones estacionarias de corriente.
- Campos dependientes del tiempo: Usar las ecuaciones de Maxwell en sus formas diferencial e integral para analizar problemas dependientes del tiempo en los cuales se inducen campos eléctricos o magnéticos.
- Óptica: Usar las leyes de la óptica geométrica y conceptos generales de sistemas ondulatorios para analizar problemas de lentes delgadas, espejos, interferencia, difracción, refracción y polarización.
- Electrónica: Modelar y analizar circuitos eléctricos sencillos con componentes pasivas como resistencias, condensadores e inductancias.

**Electrodinámica**

El estudiante debe estar en capacidad de utilizar las ecuaciones de Maxwell para resolver problemas con condiciones de frontera reales, solucionar la ecuación de onda para campos electromagnéticos, estar familiarizado con las propiedades de ondas electromagnéticas y usar estas propiedades en problemas de óptica. El estudiante debe estar en capacidad de analizar circuitos electrónicos sencillos.

Subcomponentes:

- Ecuaciones de Maxwell con condiciones de frontera reales: Plantear y analizar problemas con diferentes tipos de condiciones de frontera para el campo electromagnético. Reconocer y aplicar los métodos matemáticos para solucionar las ecuaciones de Poisson y Laplace en coordenadas cartesianas, cilíndricas y esféricas.
- Ecuación de onda para campos electromagnéticos: Identificar y utilizar soluciones a la ecuación de onda para el campo electromagnético, y estar en capacidad de evaluar y usar la densidad de energía, momento lineal y momento angular transportado por ondas electromagnéticas.
- Radiación electromagnética: Reconocer y aplicar las propiedades básicas de la radiación electromagnética emitida por dipolos eléctricos y magnéticos oscilantes, y cargas eléctricas aceleradas.
- Óptica: Reconocer el comportamiento de ondas electromagnéticas incidiendo sobre interfaces entre medios (ecuaciones de Fresnel) y la propagación de ondas electromagnéticas en medios conductores y dispersivos y aplicarlos en el análisis de problemas de óptica.
- Electrónica: Analizar circuitos electrónicos sencillos compuestos por diodos, transistores y amplificadores operacionales.

**Fundamentos de Física Cuántica**

El estudiante debe estar familiarizado con las limitaciones de la física clásica al describir fenómenos microscópicos, y cómo estas limitaciones llevaron al desarrollo de una teoría cuántica. El estudiante debe utilizar el concepto de función de onda y su interpretación probabilística, junto con la ecuación de Schrödinger en la solución de problemas de poca dificultad matemática, y para describir las propiedades básicas de sólidos y partículas subatómicas.

### Subcomponentes:

- Propiedades corpusculares de la radiación: Reconocer las limitaciones de la teoría clásica de la radiación electromagnética aplicada a fenómenos microscópicos como los de radiación de cuerpo negro, efecto fotoeléctrico, emisión de rayos X, efecto Compton, etc., y aplicar el modelo corpuscular de la radiación para explicar estos fenómenos.
- Propiedades ondulatorias de la materia: Reconocer las propiedades ondulatorias de las partículas y usar la relación de De Broglie y los conceptos de dualidad onda-partícula y principio de incertidumbre para explicar fenómenos propios del mundo microscópico.
- Modelos atómicos: Diferenciar entre los modelos atómicos hasta el modelo de Sommerfeld, sabiendo reconocer las diferentes suposiciones y aproximaciones de cada uno de ellos. Utilizar el modelo de Bohr para describir propiedades básicas del átomo de Hidrogeno.
- Ecuación de Schrödinger: Reconocer y aplicar las propiedades de la función de onda, y su interpretación en términos probabilísticos, y utilizar la ecuación de Schrödinger para la solución de problemas con potenciales unidimensionales.
- Sólidos: Describir fenomenológicamente las propiedades de materiales conductores, aislantes, semiconductores y superconductores en términos microscópicos a un nivel muy básico.
- Física subatómica: Reconocer y aplicar las propiedades más básicas de núcleos y partículas elementales.

### Mecánica cuántica

El estudiante debe reconocer y aplicar la teoría de la mecánica cuántica en la descripción de fenómenos propios del mundo microscópico, estando en capacidad de utilizar métodos aproximados cuando sea necesario.

### Subcomponentes:

- Postulados de la mecánica cuántica: Reconocer y aplicar los postulados de la mecánica cuántica y analizar sus consecuencias.
- Formalismo matemático de la mecánica cuántica: Utilizar los conceptos de estado cuántico, espacio de Hilbert, observables, operadores, conmutadores, notación de Dirac, etc. en la descripción de sistemas microscópicos.
- Momento Angular: Reconocer y aplicar las propiedades cuánticas del momento angular orbital e intrínseco (spin) a un nivel básico, usar sus estados y valores propios, y analizar sistemas sencillos que involucren la adición de dos momentos angulares.
- Métodos aproximados: Utilizar las técnicas de la teoría de perturbaciones independiente del tiempo para el caso degenerado o no degenerado y el método variacional para obtener resultados aproximados para estados propios y energías propias de sistemas microscópicos sencillos.
- Aplicaciones: Aplicar los conceptos antes mencionados para analizar, modelar y describir sistemas microscópicos como el átomo de hidrógeno sin perturbar o en presencia de campos externos eléctrico y magnético, el oscilador armónico, partículas de spin 1/2 y partículas idénticas.

### Termodinámica y Fundamentos de Física Estadística:

El estudiante debe estar en capacidad de identificar las variables de estado de un sistema macroscópico y usar las leyes de la termodinámica para describir el comportamiento del sistema en términos de estas variables. El estudiante debe estar en capacidad de utilizar el formalismo de la termodinámica para describir el comportamiento de sistemas como el gas ideal. El estudiante debe reconocer las diferentes fases que puede poseer una sustancia y describir posibles transiciones entre éstas en términos de diagramas

de fase. El estudiante debe relacionar la termodinámica de un sistema con las características microscópicas del mismo en términos clásicos.

Subcomponentes:

- Variables de estado y termodinámicas: Reconocer y aplicar conceptos como temperatura, trabajo, calor, energía interna, entropía, etc. en la descripción de sistemas macroscópicos.
- Leyes de la termodinámica: Aplicar las leyes de la termodinámica en situaciones físicas concretas como: procesos termodinámicos, cálculo de calores específicos, eficiencia de ciclos termodinámicos, calculo de cambios de entropía, etc.
- Gas Ideal: Describir la termodinámica de gases ideales a partir de su ecuación de estado, reconociendo las diferentes aproximaciones involucradas.
- Potenciales termodinámicos: Plantear descripciones alternativas de sistemas macroscópicos en términos de potenciales termodinámicos, y establecer a partir de ellos relaciones entre variables de estado (relaciones de Maxwell).
- Transiciones de fase: Analizar sistemas termodinámicos compuestos por una sola sustancia y a partir de su diagrama de fases identificar las características de las transiciones entre estas.
- Teoría cinética de gases: Relacionar la termodinámica de un sistema sencillo como un gas ideal con las variables microscópicas del mismo usando la distribución de velocidades de Maxwell-Boltzmann.

**Mecánica Estadística**

El estudiante debe estar en capacidad de describir la termodinámica de un sistema a partir de los conceptos de ensambles estadísticos, funciones de partición, y distribuciones estadísticas.

Subcomponentes:

- Límite termodinámico: Establecer relaciones entre los puntos de vista macroscópico y microscópico para describir un sistema, e interpretar variables termodinámicas en términos estadísticos.
- Ensamblés estadísticos: Reconocer el concepto de ensamble estadístico, diferenciar entre los ensambles micro canónico, canónico y gran canónico, e identificar las suposiciones físicas en las cuales está basado cada uno de ellos.
- Funciones de partición: Construir funciones de partición y gran partición para sistemas sencillos, y obtener a partir de ellas expresiones para las variables termodinámicas.
- Distribuciones estadísticas: Dado un sistema bajo ciertas condiciones físicas, poder determinar la distribución estadística que lo describe más apropiadamente: Maxwell-Boltzmann, Bose-Einstein, Fermi-Dirac, y obtener expresiones para cantidades macroscópicas usando la distribución estadística apropiada.

**NÚMERO Y TIPO DE PREGUNTAS**

Para permitir un análisis estadístico confiable que le de valor a los resultados finales de la prueba, se requiere un mínimo de 20 preguntas por componente, lo cual nos da un numero de 160 preguntas para la prueba ECAES de Física. Todas las preguntas serán de selección múltiple. El examen tendrá una duración de ocho horas divididas en dos sesiones de cuatro horas, una en la mañana y otra en la tarde del mismo día.

Las preguntas de selección múltiple pueden ser de varios tipos. Para el examen ECAES de Física se consideraran dos de estos tipos :<sup>20</sup> preguntas de selección múltiple con única respuesta y preguntas de selección múltiple con múltiples respuestas

---

<sup>20</sup> *Guía para la Construcción de Preguntas para la Prueba ECAES de Física.* Juan Carlos Sanabria (2005)

### **Preguntas de selección múltiple con única respuesta:**

Este tipo de pregunta consta de un enunciado y cuatro (4) opciones de respuesta (A, B, C, D). Solo una de estas opciones responde correctamente la pregunta.

#### Ejemplo:

Dos sistemas termodinámicos idénticos A y B, con temperaturas iniciales conocidas  $T_A$  y  $T_B$ , ( $T_A \neq T_B$ ) se encuentran térmicamente aislados. Se ponen en contacto térmico, hasta que se establece el equilibrio termodinámico entre ellos. La capacidad calorífica  $C_v$  de los sistemas depende de la temperatura. La información mínima requerida para calcular la temperatura de equilibrio es:

- A. La masa de cada sistema y la relación  $C_v(T)$
- B. La relación  $C_v(T)$
- C. Solamente el valor de  $C_v$  en  $T_A$  y  $T_B$ .
- D. Solamente  $T_A$  y  $T_B$ .

Clave: **B**

### **Preguntas de selección múltiple con múltiples respuestas:**

Este tipo de preguntas consta de un enunciado y cuatro opciones de respuesta (1, 2, 3, 4). Solo dos de esas opciones responden correctamente a la pregunta.

- Si 1 y 2 son correctas entonces la respuesta es A
- Si 2 y 3 son correctas entonces la respuesta es B
- Si 3 y 4 son correctas entonces la respuesta es C
- Si 2 y 4 son correctas entonces la respuesta es D

#### Ejemplo:

La función de partición de un sistema está dada por

$$Z = 2e^{-\beta\varepsilon_1} + e^{-\beta\varepsilon_2} + e^{\beta\varepsilon_1}$$

En el sistema se cumple que:

- 1. Existen dos estados de energía accesibles,  $\varepsilon_1$  y  $\varepsilon_2$
- 2. Está térmicamente aislado
- 3. Está formado por cuatro partículas
- 4. Es degenerado

Clave: **C** (3 y 4)

### **NIVEL DE COMPLEJIDAD DE LAS PREGUNTAS**

El objetivo del examen no es el de identificar a los mejores estudiantes (para lo cual una prueba con un alto nivel de dificultad sería lo apropiado), sino el de evaluar a todos los estudiantes y por este medio evaluar el

programa académico. Es por esto que la prueba debe incluir preguntas con niveles de complejidad bajo, medio y alto. Dónde se encuentran las cotas superior e inferior en este espectro de complejidad es algo subjetivo. Un criterio que podría ayudar es la definición de preguntas "muy difíciles" y preguntas "muy fáciles", las cuales deben ser descartadas al elaborar la prueba.

*Pregunta muy difícil:* Una pregunta que se espera que solo un 5% de los estudiantes la contesten correctamente.

*Pregunta muy fácil:* Una pregunta que se espera que un 95% de los estudiantes la contesten correctamente.

Toda pregunta que caiga en el rango intermedio es aceptable desde el punto de vista de la complejidad, y se puede clasificar en una de tres categorías:

- *Pregunta de complejidad baja:* la contestarían correctamente entre un 70% a un 95% de los estudiantes.
- *Pregunta de complejidad media:* la contestarían correctamente entre un 30% a un 70% de los estudiantes.
- *Pregunta de complejidad alta:* la contestarían correctamente entre un 5% a un 30% de los estudiantes.

Dado que la prueba es de ocho horas y que constará de 160 preguntas, el tiempo promedio por pregunta es de 3 minutos. Es importante tener en cuenta esta cifra al elaborar preguntas, en especial aquellas de un nivel de complejidad alto, ya que por restricciones de tiempo este tipo de preguntas no pueden demandar del estudiante desarrollos matemáticos o cualquier otro tipo de procedimiento que sea muy demorado.

## **ESPECIFICACIONES DE LA PRUEBA ECAES DE FÍSICA**

La prueba ECAES de Física de Noviembre de 2005 tendrá las siguientes características:

Duración: Un día, ocho horas, dos sesiones de cuatro horas, una en la mañana y otra en la tarde.

Numero de preguntas: 160 preguntas.

Formato de las preguntas: Selección múltiple.

Tipo de preguntas:

- Pregunta de selección múltiple con única respuesta (60%)
- Pregunta de selección múltiple con múltiples respuestas (40%)

Niveles de complejidad de las preguntas:

- Nivel de complejidad bajo (30 %)
- Nivel de complejidad medio (40%)
- Nivel de complejidad alto (30%)

Competencias a evaluar:

- Interpretativa (40 %)
- Argumentativa (30%)
- Propositiva (30%)

Componentes de la prueba:

- Mecánica (12.5%)
- Mecánica clásica (12.5%)
- Electromagnetismo (12.5%)
- Electrodinámica (12.5%)
- Fundamentos de física cuántica (12.5%)
- Mecánica cuántica (12.5%)
- Termodinámica y fundamentos de física estadística (12.5%)
- Mecánica estadística (12.5%)

Estructura global de la prueba (numero de preguntas):

<b>COMPETENCIAS</b>		Interpretativa	Argumentativa	Propositiva	<b>TOTAL</b>
<b>COMPONENTES</b>					
Mecánica Clásica					<b>20</b>
Mecánica Analítica					<b>20</b>
Electromagnetismo					<b>20</b>
Electrodinámica					<b>20</b>
Fundamentos de Física Cuántica					<b>20</b>
Mecánica Cuántica					<b>20</b>
Termodinámica y					<b>20</b>

Fundamentos de Física Estadística					
Mecánica Estadística					<b>20</b>
<b>TOTAL</b>		<b>64</b>	<b>48</b>	<b>48</b>	<b>160</b>