

CERTIFICACIÓN NÚM. 97

AÑO ACADÉMICO 2007-2008

Yo, **CARMEN I. RAFFUCCI**, Secretaria del Senado Académico del Recinto de Río Piedras, Universidad de Puerto Rico, **CERTIFICO QUE:**



El Senado Académico en la reunión ordinaria celebrada el 27 de mayo de 2008, tuvo ante su consideración el **Punto Núm. 19: Preguntas en torno al Informe del Comité de Asuntos Académicos sobre la propuesta de revisión del Bachillerato en Física de la Facultad de Ciencias Naturales, según la Certificación Núm. 46, Año 2005-2006 del Senado Académico**, y aprobó por unanimidad:

Senado Académico
Secretaría

- La propuesta de revisión del Bachillerato en Ciencias con concentración en **Física** de la **Facultad de Ciencias Naturales**.

Y PARA QUE ASÍ CONSTE, expido la presente Certificación bajo el sello de la Universidad de Puerto Rico, Recinto de Río Piedras, a los veintiocho días del mes de mayo del año dos mil ocho.

Carmen I. Raffucci
Secretaria del Senado

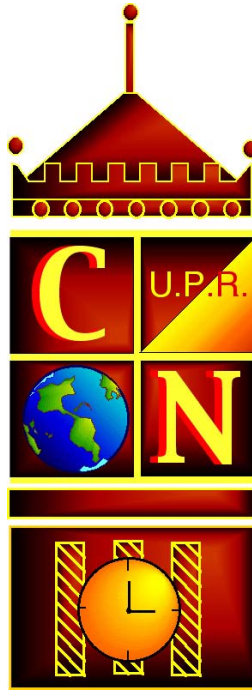
rema

Certifico Correcto:

Sonia Balet, Ph. D.
Presidenta Temporera



**Propuesta de Revisión del Programa de Bachillerato en Física de la
Facultad de Ciencias Naturales**



Aprobada por el Comité de Asuntos Académicos de la Facultad de Ciencias Naturales

14 de abril de 2008.

Presentada ante la Facultad de Ciencias Naturales en pleno

18 de abril de 2008.

Aprobada por el Comité de Asuntos Académicos del Senado Académico

8 de mayo de 2008.

Aprobada por el Senado Académico en pleno

27 de mayo de 2008 – Certificación Núm. 97, 2007-2008.

Tabla de Contenido

I. Introducción.....	4
A. Nombre del programa y grado académico a otorgarse.....	4
B. Descripción del programa	4
C. Modalidades no convencionales.....	5
D. Fecha de comienzo de la revisión.....	5
E. Duración del programa y tiempo máximo para completar el grado.....	5
II. Justificación de los cambios a nivel de programa.....	5
III. Relación del programa y los cambios propuestos con la misión y la planificación institucional.....	9
A. Relación con la misión y el Plan Integral de Desarrollo de la UPR, la misión y planificación de la unidad.....	9
B. Relación con la oferta académica vigente dentro y fuera de la UPR.....	10
IV. Marco conceptual del programa.....	10
A. Misión.....	10
B. Metas.....	11
C. Objetivos.....	11
D. Filosofía educativa.....	12
E. Perfil del egresado.....	13
F. Coherencia y suficiencia del marco conceptual.....	14
V. Diseño Curricular.....	15
A. Cambios propuestos al esquema del programa.....	15
B. Cursos que componen el currículo.....	15
C. Secuencia curricular.....	19
D. Coherencia y suficiencia curricular.....	20
E. Metodologías educativas.....	23
F. Plan de avalúo del aprendizaje estudiantil.....	24

G. Prontuarios de los cursos.....	32
VI. Admisión, matrícula y graduación.....	32
A. Requisitos de admisión.....	32
B. Proyección de matrícula.....	32
C. Requisitos académicos para otorgar el grado.....	32
VII. Facultad.....	32
A. Perfil de la facultad.....	32
B. Desarrollo de la facultad.....	35
VIII. Administración del programa.....	36
IX. Recursos de la Información.....	37
X. Infraestructura para la enseñanza, la investigación y el servicio.....	38
A. Instalaciones, laboratorios y equipos de apoyo a la docencia.....	38
XI. Servicios al estudiante.....	39
A. Sistemas de servicio y apoyo al estudiante.....	39
B. Ayudas económicas.....	40
XII. Plan presupuestario.....	40
XIII. Plan de Avalúo y de Evaluación de Programas.....	41

Lista de Tablas

Tabla 1. Matriculados y Egresados del Programa de Física.....	7
Tabla 2. Honores y Actividad de Postgraduación de los Egresados del Programa de Física	8

Tabla 3. Comparación de Programa Actual con el Programa Revisado.....	16
Tabla 4. Lista de los Cursos Electivos Flexibles.....	18
Tabla 5. Secuencia Curricular.....	19
Tabla 6. Alineación con el Perfil del Egresado del Recinto y del Programa de Física.....	20
Tabla 7. Alineación Entre los Elementos del Perfil, los Cursos que Componen la Secuencia Curricular y Cómo se Evidencian los Resultados del Aprendizaje.....	24

Lista de Anejos

Anejo 1 - Prontuarios de los cursos	43
---	----

I. Introducción

A. Nombre del programa y grado académico a otorgarse:

1. Programa Académico

El título del programa no cambia: Programa de Bachillerato en Ciencias con concentración en Física.

2. Grado Académico

El grado académico no cambia: Bachillerato en Ciencias con concentración en Física (“Bachelor in Science with major in Physics”).

B. Descripción del programa: El Departamento de Física de la Universidad de Puerto Rico, Recinto de Río Piedras, es parte de la Facultad de Ciencias Naturales que fue fundada en el año 1943. En la actualidad, cuenta con los programas académicos de Bachillerato y Maestría en Física, y coordina el Doctorado en Física-Química.

El programa vigente de Bachillerato en Ciencias con concentración en Física se sometió a un proceso de auto-evaluación respondiendo a la iniciativa del Comité Institucional de Evaluación de Programas Académicos (CIEPA) de la Oficina de Planificación Académica (OPA) que comenzó en el año 2002 y terminó en el 2006. Esta propuesta sigue los lineamientos de la Certificación Núm. 46 (Senado Académico del Recinto de Río Piedras, 2005-2006) e incorpora en el diseño del currículo: (a) un componente de educación general; (b) un componente de concentración en Física; y (c) un componente de electivas.

Esta revisión promueve mayor flexibilidad, con respecto a las opciones en la configuración de los requisitos del bachillerato, a fin de que los egresados puedan incorporarse exitosamente a la fuerza laboral en ciencia y tecnología o continuar estudios graduados. Responde a los hallazgos y recomendaciones de la auto-evaluación, al alineamiento entre el perfil del egresado de la Universidad de Puerto Rico, el de la Facultad de Ciencias Naturales y el del egresado de Física y a las nuevas tendencias en la disciplina y necesidades e intereses de los estudiantes.

C. Modalidades no convencionales: Se mantienen las mismas modalidades.

D. Fecha de comienzo de la implantación de la revisión: En agosto de 2008.

E. Duración del programa y tiempo máximo para completar el grado: El Bachillerato en Física está diseñado para completarse en cuatro años. No cambia.

II. Justificación de los cambios a nivel de Programa

En el proceso de revisión del bachillerato se analizaron, de modo serio y sistemático, los ofrecimientos y los requisitos del mismo, lo cual permitió identificar las fortalezas y áreas de crecimiento del programa. Entre ellas tenemos:

Fortalezas:

- Estudiantes Excelentes: Los estudiantes aceptados vienen de diversos trasfondos académicos y sociales. Aunque se aceptan estudiantes con un Índice General de Solicitud (IGS) de 310, más de la mitad tiene un IGS por encima de 340. De esta manera se le da la oportunidad a estudiantes que no necesariamente tuvieron acceso a una educación excelente. El 55% de los egresados se gradúa del bachillerato con honores.
- Investigación Subgraduada: 80% de nuestros egresados ha tenido una experiencia sustancial de investigación subgraduada (150 horas o más de contacto directo). La investigación subgraduada se fomenta mediante dos mecanismos: créditos e incentivo económico. Los estudiantes pueden matricularse en FISI 4058 Investigación Subgraduada de tres créditos hasta por dos semestres. La otra opción es trabajar a tiempo parcial en un laboratorio de investigación de un profesor autorizado recibiendo compensación a través de fondos externos.
- Éxito en los Estudios Graduados: Aproximadamente el 65% de los estudiantes egresados del programa continúa estudios graduados en un área de la Física o disciplinas afines.
- Facultad de Investigación: El cuerpo de profesores tiene una excelente preparación académica (17 de 18 tiene PhD en la disciplina) y es productivo en la

publicación de artículos originales de investigación en revistas arbitradas (42 publicaciones al año en promedio, en el Departamento) y en el desarrollo de propuestas de investigación competitivas (diez profesores tienen historial de obtener sostenidamente fondos externos para la investigación, en cantidades que fluctúan entre \$30,000 y \$500,000 anualmente).

Áreas a mejorar:

La reputación del Departamento de Física es reconocida a nivel internacional, no obstante el número de estudiantes subgraduados adscritos al programa es pequeño en comparación con el resto de departamentos de la Facultad de Ciencias Naturales. A fin de reclutar mayor cantidad de estudiantes, se efectuarán visitas a escuelas públicas y privadas y se difundirán agresivamente las ventajas del Bachillerato en Física Revisado mediante los principales medios de comunicación. En cuanto a la retención, se ofrecerá una serie de actividades de inducción a la Física relacionadas con la formación, el desarrollo y el desenvolvimiento de un profesional en el campo de la Física y áreas interdisciplinarias pertinentes. Además de estas actividades, ya se sometieron unos cursos electivos de actualidad (Física Biológica, Evolución Cósmica, Periodismo Científico, Microsatélites Meteorológicos I y II) para su aprobación ante el Comité de Asuntos Académicos, los cuales proveerán más opciones académicas.

La prioridad entre las áreas a mejorar son las siguientes:

- Reclutamiento y retención: Aunque en años recientes el número de graduandos del programa de Física ha aumentado, tal como indica la Tabla 1, todavía existe un amplio margen entre el cupo y la matrícula del programa. Una razón es la percepción social acerca de las oportunidades de empleo para los egresados de un programa de física. La meta a mediano plazo es estabilizar en 30 el número de estudiantes que optan por entrar al Departamento y completan el Programa de Bachillerato en Física (ver Tabla I). Se pretende reclutar a razón de 30 estudiantes nuevos por año y graduar 2/3 partes en un término de 4 a 5 años. Es importante señalar que el Departamento ha hecho avances significativos en esta área, ya que hace 10 diez años sólo tenía tres estudiantes.

Tabla 1
Matriculados y Egresados del Programa de Física

AÑO ACADEMICO	MATRICULADOS	EGRESADOS
1995-96	3	2
1996-97	3	1
1997-98	3	0
1998-99	1	3
1999-00	8	2
2000-01	5	3
2001-02	24	2
2002-03	14	1
2003-04	26	6
2004-05	22	5
2005-06	34	8
2006-07	33	6
2007-08	19	

- Flexibilidad del currículo: Proveer mayor flexibilidad en el diseño del programa de manera que se ajuste a los intereses y aptitudes de los estudiantes y los prepare más adecuadamente para acceder a programas graduados interdisciplinarios.
- Pertinencia a la industria: Proveer una vía curricular para preparar más adecuadamente a los estudiantes que deseen unirse a la fuerza trabajadora inmediatamente después de su graduación.

El nuevo diseño curricular redistribuye los créditos para darle oportunidad a los estudiantes de configurar su 3^{er} y 4^{to} año de acuerdo a sus metas profesionales, pero no cambia sustancialmente en el total de créditos para graduarse de Bachillerato en Física, de 130 créditos queda en 129 créditos. Se proveen 15 créditos en electivas dirigidas y 18 créditos en electivas libres que los estudiantes de Concentración en Física pueden utilizar para conformar su bachillerato de acuerdo a sus metas profesionales, tales como: Ingresar a la Industria al graduarse, seguir estudios graduados en Física Teórica, seguir estudios graduados en Física Experimental, o seguir estudios graduados en Astronomía.

Como demuestra la Tabla 2, casi todos los años nuestros egresados reciben altos honores y la gran mayoría de ellos continúan estudios graduados. Un 40% de nuestros egresados continuaron estudios graduados en áreas aplicadas de la Física o áreas técnicas aliadas.

Tabla 2

Honores y Actividad de Postgraduación de los Egresados del Programa de Física

Fecha Grado	Honores	Actividad Postgraduación
15-Feb-96	Cum Laude	Purdue PhD EE (G)
15-Feb-96	Magna Cum Laude	NCSU PhD Ciencia de Materiales(G)
15-Jun-97		Trabajando (Industria)
15-Feb-99	Magna Cum Laude	U. Michigan Física Aplicada (G)
15-Jun-99		Trabajando (Empresa Comercial)
15-Jun-99	Magna Cum Laude	No se tiene información disponible
15-Feb-00	Magna Cum Laude	NCSU PhD Ciencia de Materiales (G)
15-Jun-00	Suma Cum Laude	Stanford Física Teórica (G)
15-Feb-01		Trabajando (Empresa Comercial)
15-Feb-01	Cum Laude	No se tiene información disponible
15-Jun-01		Trabajando (Institución Educativa)
15-Jun-02	Cum Laude	No se tiene información disponible
15-Jun-02	Cum Laude	UPR Física Química PhD
15-Jun-03	Magna Cum Laude	UPR PhD Matemáticas
15-Feb-04		UPPR BSEE
15-Feb-04		UPR Física MS
15-Jun-04	Magna Cum Laude	UPR Física MS
15-Jun-04	Magna Cum Laude	UPR Física MS
15-Jun-04	Magna Cum Laude	UPR RCM MS Epidemiología (G)
15-Jun-04		Trabajando (Educación)
15-Jun-04	Magna Cum Laude	Trabajando (Educación)
15-Feb-05		UPR Física MS
15-Jun-05		Escuela Postgraduada Naval MS Óptica
15-Jun-05		UPR Física Química PhD
15-Jun-05	Cum Laude	UPR Física MS
15-Jun-05	Magna Cum Laude	UPR Física MS
15-Feb-06		UPR Física Química PhD
15-Feb-06	Magna Cum Laude	UPR Física MS
15-Jun-06		Colorado Boulder PhD Meteorología
15-Jun-06	Magna Cum Laude	UPR Medicina
15-Jun-06	Magna Cum Laude	UPR Física Química PhD
15-Jun-06		UPR Física MS
15-Jun-06		UPR Física Química PhD

Además, desde la implementación de la Circular 2 (1996-97) que permite la declaración de segundas concentraciones, un número significativo de nuestros estudiantes ha optado por esta posibilidad. De este análisis, derivamos que una revisión curricular del programa subgraduado que provea mayor latitud para la preparación interdisciplinaria en las ciencias proveería una base más idónea para el creciente número de estudiantes que optan por carreras en áreas aplicadas.

III. Relación del programa y los cambios propuestos con la misión y la planificación institucional

A. Relación con la misión y el Plan Integral de Desarrollo de la UPR, la misión y planificación de la unidad

En el plan estratégico del Recinto se traza como la visión del Recinto:

“Una comunidad universitaria, de marcado carácter doctoral y dotada de recursos de primer orden, dedicada a la investigación, la creación y la diseminación del conocimiento; comprometida con la formación integral del estudiante y su aprendizaje de por vida; y reconocida por la excelencia de su contribución al desarrollo y al enriquecimiento intelectual de la sociedad puertorriqueña, caribeña y mundial.”

La visión y perfil del Programa de Física están muy a tono con la visión del Recinto, y por tanto con la visión estratégica del sistema, muy en especial en lo que respecta a la importancia de preparar a los estudiantes para los estudios graduados al ofrecerles experiencias que apoyan sus capacidades para la investigación. Nuestros estudiantes tienen la oportunidad de participar en varios programas de investigación subgraduada dentro y fuera de Puerto Rico. Así también, este Bachillerato de Física está enmarcado en el Plan 2016, mostrando especial énfasis en las siguientes áreas: *Vínculo sostenido con los estudiantes; · Culturas académicas de actualización, experimentación y renovación; · Investigación competitiva; Vocación para un mundo global; Actualización tecnológica; Identidad institucional fortalecida; Cultura de evaluación y avalúo institucional.*

B. Relación con la oferta académica vigente dentro y fuera de la UPR

El Departamento ha identificado que los potenciales estudiantes son escépticos sobre las oportunidades laborales que ofrece la titulación en nuestro Programa y que encuentran el ofrecimiento académico limitado, por tal motivo se requiere un currículo flexible para atender los diversos intereses académicos de los estudiantes.

En particular, existen dos campos de enfoque inherentemente interdisciplinario en los que el Departamento se encuentra bien posicionado para expandirse: (i) Ciencia de Materiales en la Nanoescala, (ii) Medicina y Biología Física. Estas áreas de expansión coinciden con las que los potenciales estudiantes subgraduados encuentran atractivas e identifican con mayor demanda en el mercado de trabajo. Ejemplo de esta expansión es la creación de un nuevo curso titulado ‘Introducción a la Física Biológica’ (FISI 5005) que ya se ofrece y ha registrado una alta matrícula.

Ampliar la oferta académica subgraduada en nuevas áreas como las anteriormente especificadas exigen una reforma global del ofrecimiento actual. Además, los cursos de Física Universitaria serán impartidos en su totalidad usando métodos de cálculo elemental. Por los mismos motivos los tópicos cubiertos por la asignatura serán incrementados para abarcar áreas como Termodinámica, Óptica y Fundamentos de Física Moderna.

IV. Marco conceptual del programa

A. Misión

El Departamento de Física de la Universidad de Puerto Rico, Recinto de Río Piedras:

- a. Forma a físicos para que puedan contribuir al avance de las fronteras del conocimiento de la Física y al desarrollo de Puerto Rico.
- b. Proporciona oportunidades de formación para el desarrollo académico de todos los estudiantes subgraduados en ciencias, lo que enriquece su entendimiento del

mundo físico de una manera científica y sienta las bases para adquirir conocimientos más profundos de los conceptos físicos.

- c. Contribuye a avanzar las fronteras de la Ciencia realizando investigación original tanto teórica como experimental.
- d. Estimula un ambiente académico basado en una cultura de excelencia en Física a través de científicos competitivos.

B. Metas

Las metas del Departamento de Física de la Universidad de Puerto Rico, Recinto de Río Piedras, consisten en lograr:

- a. el desarrollo de una comunidad de físicos altamente cualificados capaces de contribuir al avance del conocimiento en física y campos interdisciplinarios, concienciados y responsables de su papel dentro de la sociedad puertorriqueña e internacional.
- b. el incremento del conocimiento elemental de los fundamentos físicos y de la rigurosidad y honestidad del método científico como parte de la formación integral de los estudiantes universitarios del recinto.
- c. un aumento en el número de estudiantes interesados en iniciar un futuro profesional dentro de la ciencia en general y de la Física en particular.
- d. un ambiente cultural que fomente el quehacer investigativo de vanguardia dentro de la institución universitaria y que sea capaz de permear a la sociedad puertorriqueña que la sostiene y a la que sirve.
- e. establecerse como un foco de referencia para la difusión de los avances en el campo de la Física que sea accesible para la colaboración divulgativa o especializada con cualquiera de los sectores de la sociedad puertorriqueña.

C. Objetivos

El Departamento de Física de la Universidad de Puerto Rico, Recinto de Río Piedras, persigue los siguientes objetivos:

- a. Formar a físicos competitivos capaces de lograr importantes metas en el campo de la física y otros campos interdisciplinarios.
- b. Mejorar la capacidad para comprender y utilizar los principios universales de la física que sustentan las disciplinas particulares de cada estudiante de ciencia.
- c. Incrementar el número y la calidad de físicos comprometidos con la investigación y la educación en Puerto Rico.
- d. Incrementar el número y la calidad de estudiantes subgraduados de Física en la Universidad de Puerto Rico.
- e. Aumentar la reputación académica y de investigación del Departamento en la comunidad científica nacional e internacional.
- f. Reclutar y mantener a miembros de facultad altamente competitivos en investigación y educación.
- g. Desarrollar la más avanzada infraestructura para la enseñanza y la investigación en física.

D. Filosofía educativa

La filosofía educativa del Departamento de Física se fundamenta en la creación de un ambiente de investigación competitiva, donde los estudiantes entran en contacto y participan desde su llegada al Recinto con la labor investigadora y creativa. Por lo tanto, casi la totalidad de los miembros de la facultad desarrollan labor investigativa original. Para ello, se facilita la incorporación de los nuevos profesores mediante la otorgación de carga para investigación de 50% y fondos germinales hasta \$250,000. Estos recursos facilitan el establecimiento e implementación de un laboratorio de investigación, la dedicación de los profesores al trabajo creativo, la incorporación de estudiantes a la investigación y la radicación de solicitudes de fondos competitivos externos para la investigación.

Las estrategias de instrucción del programa están en continua renovación y es parte de los objetivos del Departamento el continuo desarrollo de avanzada

infraestructura para la enseñanza. El logro de las competencias se determina mediante exámenes teóricos, informes de laboratorios, exámenes prácticos en el laboratorio, asignaciones, proyectos, presentaciones orales y la investigación subgraduada. Cada estrategia se aplica según la competencia que se desea evaluar.

El programa ofrece en los niveles iniciales, para todo estudiante sin importar su concentración, un sistema de tutorías y el acceso a un salón de demostraciones para la realización de experimentos sencillos pero fundamentales. En el caso de estudiantes intermedios y avanzados el programa ofrece oportunidades de investigación subgraduada. El ofrecimiento es suficientemente amplio como para que virtualmente todos los egresados hayan tenido al menos un semestre de experiencia en investigación de vanguardia en alguno de los grupos de los miembros de la facultad del Departamento.

E. Perfil del egresado

El estudiante que se gradúa de Bachillerato en Física ha demostrado su capacidad para:

1. Discutir, utilizar y aplicar los principios fundamentales de la Física Clásica y la Física Moderna para obtener la solución cuantitativa, semi-cuantitativa y cualitativa de problemas, así como también para hacer predicciones razonables y para evaluar y discutir monografías científicas de temas contemporáneos.
2. Utilizar matemáticas de nivel avanzado para resolver problemas de Física Clásica y Moderna y que sirvan de base para analizar, comparar, contrastar y debatir teorías, experimentos y datos de la Física. Así también, emplear y discutir conceptos estadísticos básicos.
3. Formular hipótesis conmensuradas con la evidencia experimental, distinguiéndolas de los datos. Formular conclusiones válidas basándose en la evidencia experimental y utilizando principios de la Física Clásica y la Física Moderna.

4. Utilizar apropiadamente el equipo de laboratorio de Física Clásica y Moderna para llevar a cabo experimentos con supervisión mínima y para proponer, diseñar, montar y llevar a cabo experimentos de Física Clásica y Moderna.
5. Utilizar efectivamente la computadora como herramienta de laboratorio para recoger y analizar datos experimentales, y para preparar informes científicos bien organizados, claros, concisos y correctos.
6. Apreciar el acervo cultural hispano y anglosajón; así como valorar el legado cultural occidental.
7. Explicar y discutir aspectos éticos de la ciencia y sus correspondientes reglamentos.
8. Transferir conceptos y metodologías de la Física a diferentes contextos.
9. Integrar, en situaciones reales, el conocimiento de su concentración, las competencias del lenguaje, las competencias del razonamiento cuantitativo y las actitudes propiamente académicas.
10. Comunicarse oralmente y por escrito de modo efectivo en español y en inglés.
11. Respetar y apreciar la diversidad cultural, social y académica.

F. Coherencia y suficiencia del marco conceptual

La misión de la Universidad de Puerto Rico se enuncia como sigue:

“La Universidad debe transmitir e incrementar el saber por medio de las ciencias y las artes, poniendo este conocimiento al servicio de la comunidad a través de la acción de sus profesores, investigadores, otro personal universitario, estudiantes y egresados”

Por lo tanto, los cuatro puntos que constituyen la misión del Departamento de Física, corresponden coherentemente con la misión de la Universidad de Puerto Rico.

El Recinto de Río Piedras asume su mayor responsabilidad dentro del compromiso social con el desarrollo económico y social del país. La misión del Departamento de Física refleja su contribución a ese compromiso resaltando su empeño en formar a profesionales de la Física capaces de convertirse en líderes en su campo de trabajo, tanto si es ejercitado en la Industria como en la Academia.

La cantidad de profesores permite el mantenimiento del Programa pero no su expansión. Dado que la expansión del Programa ha sido identificada como una de las metas del Departamento, el aumento en el número de plazas resulta ser clave. Para lograr un incremento en calidad, no solo en cantidad, es necesario efectuar ofertas competitivas, en términos de paquetes de iniciación y espacio para laboratorios.

V. Diseño Curricular

A. Cambios propuestos al esquema del programa

El nuevo diseño curricular redistribuye los créditos para darle oportunidad a los estudiantes de configurar su 3er y 4to año de acuerdo a sus metas profesionales, pero no cambia sustancialmente en el total de créditos para graduarse de Bachillerato en Física, de 130 créditos queda en 129 créditos:

Total de créditos:	de 130 a 129
Educación General:	de 42 a 43
Cursos de Facultad:	de 29 a 12
Requisitos de Concentración:	de 40 a 41
Electivas Dirigidas:	de 6 a 15
Electivas Libres:	de 13 a 18

B. Cursos que componen el currículo

A continuación presentamos la Tabla 3 que muestra los componentes del programa actual y los componentes del programa revisado. Los cambios propuestos son

partes de la Revisión del Bachillerato del Recinto de Río Piedras (Certificación Núm.46, Año Académico 2005-2006).

Tabla 3
Comparación del Programa Actual con el Programa Revisado

Componente	Programa actual (130 cr.)	Programa revisado (129 cr.)	Justificación
Educación general	42 créditos Español (12 cr.) Inglés (12 cr.) Humanidades (12 cr.) Ciencias Sociales (6 cr.)	43 créditos Español (6 cr.) Inglés (6 cr.) Humanidades (6 cr.) Ciencias Sociales (6 cr.) Literatura (6 cr.) Ciencias Naturales (6 cr.) Arte (3 cr.) Pensamiento Lógico Matemático o Análisis Cuantitativo: Opción de Cálculo I (4 cr.)	Certificación 46 Senado Académico 2005-2006)
Cursos de Facultad	29 créditos Química General (8 cr.) Biología General (6 cr.) Précálculo (4 cr.) Cálculo I (4 cr.) Cálculo II (4 cr.) Álgebra Lineal (3 cr.)	12 créditos Química General (8 cr.) Cálculo II (4 cr.)	La Facultad de Ciencias Naturales optó por dejar que cada Departamento y Programa decida qué cursos de otros departamentos sus estudiantes deben tomar.

Tabla 3 (continuación)

Componente	Programa actual	Programa revisado	Justificación
Concentración o especialidad	40 créditos Física Universitaria (8 cr.) Física Matemática I-II (6 cr.) Física Moderna (3 cr.) Mecánica Intermedia I (3 cr.) Electromagnetismo I-II (6 cr.) Mecánica Cuántica (3 cr.) Termodinámica (3 cr.) Laboratorio Intermedio I-II (4 cr.) Circuitos y Medidas (4 cr.)	41 créditos Física (10 cr.) Física Matemática I-II (6 cr.) Física Moderna (3 cr.) Mecánica Intermedia I-II (6 cr.) Electromagnetismo I-II (6 cr.) Mecánica Cuántica (3 cr.) Termodinámica (3 cr.) Laboratorio Intermedio I-II (4 cr.)	El Departamento eliminó 4 cr. de la Concentración, pero al mismo tiempo se añadió la segunda parte de Mecánica Intermedia de 3 cr. y se adoptó como requisito para los estudiantes de la concentración un curso de Introducción a la Física de 10 cr. en vez de 8 cr. para prepararlos adecuadamente para los cursos de 3er y 4to año.
Cursos electivos dirigidos	6 créditos Electivas Dirigidas: Física del Estado Sólido o Física Nuclear (3 cr.) Programación o Estadística (3 cr.)	15 créditos Ver Tabla 4: Electivas Dirigidas	Las Electivas Dirigidas sirven para que los estudiantes configuren su Bachillerato en Física según sus metas profesionales, además fomenta lo interdisciplinario y las dobles concentraciones. (Ver Tabla 4).
Cursos electivos libres	13 créditos	18 créditos	Las Electivas Libres suben de 13 a 18 cr.

Tabla 4**Lista de los Cursos Electivos Dirigidos**

La siguiente lista de cursos no es exhaustiva, pero recoge muchos cursos que los estudiantes de Concentración en Física podrían utilizar para conformar su bachillerato de acuerdo a sus metas profesionales, tales como: Ingresar a la Industria al graduarse, seguir estudios graduados en Física Teórica, seguir estudios graduados en Física Experimental, o seguir estudios graduados en Astronomía.

Electivas Dirigidas (15 créditos)	créditos
Al menos uno de estos cursos: <ul style="list-style-type: none"> • Introducción a la Física del Estado Sólido • Introducción a la Física Nuclear y de Partículas • Astrofísica 	3
Cálculo III	4
Geometría Métrica Diferencial	3
Análisis Numérico I-II	6
Introducción al Análisis Complejo	3
Ecuaciones Diferenciales	3
Álgebra Lineal	3
Introducción a la Programación	3
Circuitos y Medidas	4
Radioastronomía I-II	6
Relatividad General	3
Rayos X y Estructura Cristalina	3
Óptica Moderna	3
Tópicos Especiales en Física I-II	6
Biología General I-II	8
Química Analítica	4
Química Análisis Instrumental	4
Laboratorio de Instrumentación I-II	4
Física Biológica	3
Microsatélites Meteorológicos I-II	6
Evolución Cósmica	3
Introducción a la Nanotecnología	3
Investigación Subgraduada	6
Introducción a la Microscopía Electrónica	3
Otros cursos que el Departamento agregue a esta lista.	

C. Secuencia curricular

Tabla 5

Año	Semestre I	Semestre II
1	CISO 3121 Ciencias Sociales I 3	CISO 3122 Ciencias Sociales II 3
	ESPA 3001, 3101 ó 3111 Español I 3	ESPA 3002, 3102 ó 3112 Español II 3
	HUMA 3101 Humanidades I 3	HUMA 3102 Humanidades II 3
	MATE 3151 Cálculo I 4	MATE 3152 Cálculo II 4
	QUIM 3001 Química General I 4	QUIM 3002 Química General II 4
	17	17
2	FISI 3171 Física I 4	FISI 3172 Física II 4
	FISI 3173 Laboratorio de Física I 1	FISI 3174 Laboratorio de Física II 1
	FISI 4031 Física Matemática I 3	FISI 4032 Física Matemática II 3
	INGL 3001, 3101 ó 3111 Inglés I 3	INGL 3002, 3102 ó 3112 Inglés II 3
	Literatura I 3	Literatura II 3
	Electiva Dirigida 3	Electiva Dirigida 3
	17	17
3	FISI 3016 Física Moderna 3	FISI 4052 Mecánica Intermedia II 3
	FISI 4051 Mecánica Intermedia I 3	FISI 4069 Electromagnetismo II 3
	FISI 4068 Electromagnetismo I 3	Ciencias Naturales 2 3
	Ciencias Naturales 1 3	Electiva Dirigida 3
	Electiva Dirigida 3	Electiva Libre 3
	15	15
4	FISI 4046 Mecánica Cuántica 3	FISI 4057 Termodinámica 3
	FISI 4076 Laboratorio Intermedio I 2	FISI 4077 Laboratorio Intermedio II 2
	Electiva Dirigida 3	Electiva Libre 3
	Electiva Libre 3	Electiva Libre 3
	Electiva Libre 3	Electiva Libre 3
	Arte 3	
	17	14

D. Coherencia y suficiencia curricular

Tabla 6

Alineación con el Perfil del Egresado del Recinto y del Programa de Física

Perfil del egresado del Recinto	Perfil del egresado del Programa de Física
<p>1. Habrá desarrollado capacidad para el pensamiento reflexivo y crítico que promueva la responsabilidad social, cultural, ambiental y cívica: y para encauzar el proceso de aprendizaje a lo largo de su vida.</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Utilizar y aplicar los principios fundamentales de la Física Clásica y la Física Moderna para hacer predicciones razonables. - Formular hipótesis conmensuradas con la evidencia experimental. - Proponer, diseñar, montar y llevar a cabo experimentos de Física Clásica y Moderna. - Evaluar y discutir monografías científicas de temas contemporáneos. - Transferir conceptos y metodologías de la Física a diferentes contextos. - Descubrir tangencias y conexiones entre las disciplinas. - Discurrir apropiadamente en el contexto otras disciplinas. - Integrar en situaciones reales el conocimiento de su concentración, las competencias del lenguaje, las competencias de razonamiento cuantitativo y las actitudes <u>propia</u>mente académicas.
<p>2. Podrá comunicarse efectivamente, de forma oral y escrita, en español, en inglés como segundo idioma, y en la medida de lo posible, en un tercer idioma.</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Utilizar efectivamente la computadora como herramienta de laboratorio para recoger y analizar datos experimentales, y para preparar informes - Sustentar oralmente y por escrito conclusiones válidas basándose en la evidencia experimental y utilizando principios de la Física Clásica y la Física Moderna. - Escribir informes científicos bien organizados, claros, concisos y correctos. - Hacer uso eficiente y responsable de los recursos bibliográficos. - Comunicarse oralmente y por escrito efectivamente en español y en inglés
<p>3. Comprenderá los procesos de creación del conocimiento en diversos campos del saber y las conexiones entre ellos.</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Analizar, comparar, contrastar y debatir teorías, experimentos y datos de la Física. - Explicar, discutir y resumir los principios fundamentales de la Química y la Biología, y su interrelación con la Física.

Perfil del egresado del Recinto	Perfil del egresado del Programa de Física
	<ul style="list-style-type: none"> - Descubrir tangencias y conexiones entre las disciplinas.
<p>4. Habrá desarrollado sensibilidad estética mediante las artes y la literatura; el entendimiento sobre los procesos humanos en el tiempo y el espacio: comprensión de los conceptos y metodologías de las ciencias naturales, sociales y humanísticas; la capacidad para el razonamiento lógico matemático y/o cuantitativo y la sensibilidad hacia su salud integral.</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Utilizar y aplicar los principios fundamentales de la Física Clásica y la Física Moderna en la solución cuantitativa, semi-cuantitativa y cualitativa de problemas. - Utilizar matemáticas de nivel avanzado (Cálculo, Ecuaciones Diferenciales, Álgebra Lineal) para resolver problemas de Física Clásica y Moderna. - Explicar, discutir y resumir los principios fundamentales de la Química y la Biología, y su interrelación con la Física. - Integrar, en situaciones reales, el conocimiento de su concentración, las competencias del lenguaje, las competencias del razonamiento cuantitativo y las actitudes propiamente académicas.
<p>5. Tendrá conocimiento del impacto del quehacer sobre el ambiente y mostrará una ética de respeto hacia éste.</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Explicar y discutir aspectos éticos de la ciencia y de la profesión científica. - Explicar y resumir los reglamentos que rigen el comportamiento ético de los científicos. - Explicar y discutir las responsabilidades y deberes de la profesión científica en la sociedad.
<p>6. Habrá adquirido conocimiento y competencias sustanciales en por lo menos un campo o disciplina de estudio.</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Explicar, discutir y resumir los principios fundamentales de la Física Clásica y la Física Moderna. - Utilizar y aplicar los principios fundamentales de la Física Clásica y la Física Moderna en la solución cuantitativa, semi-cuantitativa y cualitativa de problemas. - Formular hipótesis conmensuradas con la evidencia experimental. - Utilizar apropiadamente el equipo de laboratorio de Física Clásica y Moderna. - Llevar a cabo experimentos con supervisión mínima. - Utilizar efectivamente la computadora como herramienta de laboratorio para recoger y analizar datos experimentales, y para preparar informes. - Emplear y discutir conceptos estadísticos básicos, tales como: incertidumbre, precisión, error sistemático, error aleatorio, confiabilidad. - Escribir informes científicos bien organizados, claros, concisos y correctos. - Proponer, diseñar, montar y llevar a cabo

Perfil del egresado del Recinto	Perfil del egresado del Programa de Física
	experimentos de Física Clásica y Moderna. - Evaluar y discutir monografías científicas de temas contemporáneos. - Analizar, comparar, contrastar y debatir teorías, experimentos y datos de la Física. - Transferir conceptos y metodologías de la Física a diferentes contextos.
7. Habrá adquirido conocimiento y competencias necesarias para la investigación y la creación.	- Utilizar y aplicar los principios fundamentales de la Física Clásica y la Física Moderna para hacer predicciones razonables. - Formular hipótesis conmensuradas con la evidencia experimental. - Escribir informes científicos bien organizados, claros, concisos y correctos. - Evaluar y discutir monografías científicas de temas contemporáneos - Analizar, comparar, contrastar y debatir teorías, experimentos y datos de la Física. - Transferir conceptos y metodologías de la Física a diferentes contextos.
8. Habrá desarrollado una comprensión crítica sobre diversas formas del pensamiento y prácticas normativas, que incluye entre otras, lo ético, lo moral, lo jurídico y lo religioso	- Explicar y discutir aspectos éticos de la ciencia y de la profesión científica. - Explicar y resumir los reglamentos que rigen el comportamiento ético de los científicos. - Explicar y discutir las responsabilidades y deberes de la profesión científica en la sociedad. - Apremiar el acervo cultural hispano y anglosajón. - Valorar el legado cultural occidental. - Respetar y apreciar la diversidad cultural, social y académica.
9. Comprenderá y podrá evaluar y desempeñarse dentro de la realidad puertorriqueña, así como dentro de la diversidad cultural y de los procesos caribeños, hemisféricos y mundiales.	- Explicar y discutir las responsabilidades y deberes de la profesión científica en la sociedad. - Apremiar el acervo cultural hispano y anglosajón. - Valorar el legado cultural occidental. - Respetar y apreciar la diversidad cultural, social y académica.
10. Habrá desarrollado competencias necesarias para la búsqueda, el manejo efectivo y el uso ético de la información, así como para la utilización de la tecnología como herramienta	- Utilizar efectivamente la computadora como herramienta de laboratorio para recoger y analizar datos experimentales, y para preparar informes. - Hacer uso eficiente y responsable de los recursos bibliográficos. - Explicar y discutir aspectos éticos de la ciencia y

Perfil del egresado del Recinto	Perfil del egresado del Programa de Física
para crear, manejar y aplicar el conocimiento.	de la profesión científica. - Explicar y resumir los reglamentos que rigen el comportamiento ético de los científicos.
11. Habrá desarrollado competencias para el trabajo en equipo, toma de decisiones, solución de problemas y desarrollo de la creatividad e imaginación.	- Utilizar y aplicar los principios fundamentales de la Física Clásica y la Física Moderna en la solución cuantitativa, semi-cuantitativa y cualitativa de problemas. - Utilizar matemáticas de nivel avanzado (Cálculo, Ecuaciones Diferenciales, Álgebra Lineal) para resolver problemas de Física Clásica y Moderna. - Llevar a cabo experimentos con supervisión mínima. - Proponer, diseñar, montar y llevar a cabo experimentos de Física Clásica y Moderna.

E. Metodologías educativas

1. Experiencias estructuradas a lo largo del bachillerato para desarrollar las capacidades de estudio independiente, la investigación y la creación.
2. Interacción con profesores e investigadores visitantes que vienen cada año a la Facultad de Ciencias Naturales para enriquecer la naturaleza interdisciplinaria y experiencia académica y de investigación de los programas.
3. Dispone de oportunidades de participación en actividades de naturaleza internacional, tales como:
 - Internados de verano en laboratorios de reputación internacional de Estados Unidos, Europa, Latinoamérica y Asia.
 - Estudios formales de uno o dos semestres en instituciones de educación superior de reputación internacional de Estados Unidos, Europa, Latinoamérica y Asia, que se acreditan al bachillerato en la UPR.
 - Presentaciones orales y de afiches en congresos y simposios pertinentes que se lleven a cabo en Estados Unidos, Europa, Latinoamérica y Asia.

F. Plan de avalúo del aprendizaje estudiantil

Tabla 7

Alineación entre los elementos del perfil, los cursos que componen la secuencia curricular y cómo se evidencian los resultados del aprendizaje

Perfil del egresado del Recinto	Perfil del egresado del Programa de Física	Cursos o experiencias curriculares que aportan al logro del perfil.	Cómo se evidencian los resultados del aprendizaje
<p>1. Habrá desarrollado capacidad para el pensamiento reflexivo y crítico que promueva la responsabilidad social, cultural, ambiental y cívica: y para encauzar el proceso de aprendizaje a lo largo de su vida.</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Utilizar y aplicar los principios fundamentales de la Física Clásica y la Física Moderna para hacer predicciones razonables. - Formular hipótesis conmensuradas con la evidencia experimental. - Proponer, diseñar, montar y llevar a cabo experimentos de Física Clásica y Moderna. - Evaluar y discutir monografías científicas de temas contemporáneos. - Transferir conceptos y metodologías de la Física a diferentes contextos. - Descubrir tangencias y conexiones entre las disciplinas. - Discurrir apropiadamente en el contexto otras disciplinas. - Integrar en 	<ul style="list-style-type: none"> - Componente de Concentración <ul style="list-style-type: none"> • Cursos introductorios con laboratorio • Cursos avanzados • Cursos avanzados en áreas de énfasis - Componente de Educación General en Ciencias Naturales. - Participación en asociaciones estudiantiles 	<ul style="list-style-type: none"> - Desempeño apropiado según las rúbricas desarrolladas para evaluar exámenes, informes de laboratorio o de investigación, presentaciones orales. - Buena capacidad para responder preguntas conceptuales. - 75% o más de participación en asociaciones estudiantiles. - 75% o más de satisfacción de los estudiantes según el Estudio de Satisfacción Curricular - 50% o más de respuestas a las Encuesta a egresados/graduandos - 75% o más de los egresados que continúen Estudios Graduados.

Perfil del egresado del Recinto	Perfil del egresado del Programa de Física	Cursos o experiencias curriculares que aportan al logro del perfil.	Cómo se evidencian los resultados del aprendizaje
	situaciones reales el conocimiento de su concentración, las competencias del lenguaje, las competencias de razonamiento cuantitativo y las actitudes propiamente académicas.		
2. Podrá comunicarse efectivamente, de forma oral y escrita, en español, en inglés como segundo idioma, y en la medida de lo posible, en un tercer idioma.	<ul style="list-style-type: none"> - Utilizar efectivamente la computadora como herramienta de laboratorio para recoger y analizar datos experimentales, y para preparar informes - Sustentar oralmente y por escrito conclusiones válidas basándose en la evidencia experimental y utilizando principios de la Física Clásica y la Física Moderna. - Escribir informes científicos bien organizados, claros, concisos y correctos. - Hacer uso eficiente y responsable de los recursos bibliográficos. - Comunicarse oralmente y por escrito efectivamente en español y en inglés 	<p>Componente de Concentración</p> <ul style="list-style-type: none"> • Cursos introductorios con laboratorio • Cursos avanzados • Cursos avanzados en áreas de énfasis • Electivas en Física <p>Componente de Educación General en Estudios Generales – Cursos de Inglés y Español</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Desempeño apropiado según las rúbricas para evaluar exámenes, informes de laboratorio o de investigación, presentaciones orales en inglés y en español. - Buena capacidad para responder a preguntas conceptuales. - Aumento de 30% o más en las competencias del lenguaje según la Pre y post prueba sobre redacción en Español del CEEB - 75% o más de participación en Talleres sobre Recursos Bibliográficos.
3. Comprenderá los procesos de	- Analizar, comparar, contrastar y debatir	- Componentes de Educación General.	- Desempeño apropiado según las rúbricas para

Perfil del egresado del Recinto	Perfil del egresado del Programa de Física	Cursos o experiencias curriculares que aportan al logro del perfil.	Cómo se evidencian los resultados del aprendizaje
<p>creación del conocimiento en diversos campos del saber y las conexiones entre ellos.</p>	<p>teorías, experimentos y datos de la Física.</p> <ul style="list-style-type: none"> - Explicar, discutir y resumir los principios fundamentales de la Química y la Biología, y su interrelación con la Física. - Descubrir tangencias y conexiones entre las disciplinas. 	<ul style="list-style-type: none"> - Algunos cursos electivos en Física: Introducción a la Física Biológica, Evolución Cósmica y Periodismo Científico. 	<p>evaluar exámenes, informes de laboratorio o de investigación, presentaciones orales.</p>
<p>4. Habrá desarrollado sensibilidad estética mediante las artes y la literatura; el entendimiento sobre los procesos humanos en el tiempo y el espacio: comprensión de los conceptos y metodologías de las ciencias naturales, sociales y humanísticas; la capacidad para el razonamiento lógico matemático y/o cuantitativo y la sensibilidad hacia su salud integral.</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Utilizar y aplicar los principios fundamentales de la Física Clásica y la Física Moderna en la solución cuantitativa, semi-cuantitativa y cualitativa de problemas. - Utilizar matemáticas de nivel avanzado (Cálculo, Ecuaciones Diferenciales, Álgebra Lineal) para resolver problemas de Física Clásica y Moderna. - Explicar, discutir y resumir los principios fundamentales de la Química y la Biología, y su interrelación con la Física. - Integrar, en situaciones reales, el conocimiento de su concentración, las competencias del lenguaje, las competencias del razonamiento 	<p>Componente de Concentración</p> <ul style="list-style-type: none"> • Cursos introductorios con laboratorio • Cursos avanzados • Cursos avanzados en áreas de énfasis. • Algunos cursos electivos en Física: Introducción a la Física Biológica, Evolución Cósmica y Periodismo Científico. <p>Componentes de Educación General</p> <ul style="list-style-type: none"> • Cursos de Humanidades • Cursos de Literatura • Curso de Arte 	<ul style="list-style-type: none"> - Desempeño apropiado según las rúbricas para evaluar exámenes, informes de laboratorio o de investigación, presentaciones orales. - Buena capacidad para responder a preguntas conceptuales.

Perfil del egresado del Recinto	Perfil del egresado del Programa de Física	Cursos o experiencias curriculares que aportan al logro del perfil.	Cómo se evidencian los resultados del aprendizaje
	cuantitativo y las actitudes propiamente académicas.		
5. Tendrá conocimiento del impacto del quehacer sobre el ambiente y mostrará una ética de respeto hacia éste.	<ul style="list-style-type: none"> - Explicar y discutir aspectos éticos de la ciencia y de la profesión científica. - Explicar y resumir los reglamentos que rigen el comportamiento ético de los científicos. - Explicar y discutir las responsabilidades y deberes de la profesión científica en la sociedad. 	<p>Componente de Concentración en Física.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Cursos introductorios con laboratorio • Cursos avanzados en áreas de énfasis • Electivas en Física. 	<ul style="list-style-type: none"> - Desempeño apropiado según las rúbricas para evaluar exámenes, informes de laboratorio o de investigación, presentaciones orales. - Buena capacidad para responder preguntas conceptuales. - 50% o más de respuesta a la encuesta a egresados/graduandos
6. Habrá adquirido conocimiento y competencias sustanciales en por lo menos un campo o disciplina de estudio.	<ul style="list-style-type: none"> - Explicar, discutir y resumir los principios fundamentales de la Física Clásica y la Física Moderna. - Utilizar y aplicar los principios fundamentales de la Física Clásica y la Física Moderna en la solución cuantitativa, semi-cuantitativa y cualitativa de problemas. - Formular hipótesis conmensuradas con la evidencia experimental. - Utilizar apropiadamente el equipo de laboratorio de Física Clásica y Moderna. - Llevar a cabo 	<p>Componente de Concentración en Física</p> <ul style="list-style-type: none"> • Cursos introductorios con laboratorio • Cursos avanzados • Cursos avanzados en áreas de énfasis • Electivas en Física. 	<ul style="list-style-type: none"> - Desempeño apropiado según las rúbricas para evaluar exámenes, informes de laboratorio o de investigación, presentaciones orales. - Buena capacidad para responder a preguntas conceptuales. - Buen desempeño en los exámenes de ingreso a estudios postgraduados. - 75% o más de aceptación en programas graduados o entrada a la fuerza laboral a menos de un año de la graduación. - 50% o más de respuestas a la Encuesta a egresados.

Perfil del egresado del Recinto	Perfil del egresado del Programa de Física	Cursos o experiencias curriculares que aportan al logro del perfil.	Cómo se evidencian los resultados del aprendizaje
	<p>experimentos con supervisión mínima.</p> <ul style="list-style-type: none"> - Utilizar efectivamente la computadora como herramienta de laboratorio para recoger y analizar datos experimentales, y para preparar informes. - Emplear y discutir conceptos estadísticos básicos, tales como: incertidumbre, precisión, error sistemático, error aleatorio, confiabilidad. - Escribir informes científicos bien organizados, claros, concisos y correctos. - Proponer, diseñar, montar y llevar a cabo experimentos de Física Clásica y Moderna. - Evaluar y discutir monografías científicas de temas contemporáneos. - Analizar, comparar, contrastar y debatir teorías, experimentos y datos de la Física. - Transferir conceptos y metodologías de la Física a diferentes contextos. 		
7. Habrá adquirido conocimiento y	- Utilizar y aplicar los principios	Componente de Concentración en	- Desempeño apropiado según las rúbricas para

Perfil del egresado del Recinto	Perfil del egresado del Programa de Física	Cursos o experiencias curriculares que aportan al logro del perfil.	Cómo se evidencian los resultados del aprendizaje
<p>competencias necesarias para la investigación y la creación.</p>	<p>fundamentales de la Física Clásica y la Física Moderna para hacer predicciones razonables.</p> <ul style="list-style-type: none"> - Formular hipótesis conmensuradas con la evidencia experimental. - Escribir informes científicos bien organizados, claros, concisos y correctos. - Evaluar y discutir monografías científicas de temas contemporáneos - Analizar, comparar, contrastar y debatir teorías, experimentos y datos de la Física. - Transferir conceptos y metodologías de la Física a diferentes contextos. 	<p>Física</p> <ul style="list-style-type: none"> • Cursos introductorios con laboratorio • Cursos avanzados • Laboratorios • Cursos avanzados en áreas de énfasis • Electivas en Física 	<p>evaluar exámenes, informes de laboratorio o de investigación, presentaciones orales.</p> <ul style="list-style-type: none"> - Buena capacidad para responder a preguntas conceptuales. - 75% o más de participación de los estudiantes en programas de investigación. - 75% o más de aceptación en programas graduados o entrada a la fuerza laboral a menos de un año de la graduación. - 75% o más de participación en Foros, Congresos, Simposios, Conferencias, Investigaciones y otras actividades relacionadas a la Investigación y Creación. - 50% o más de respuestas a la Encuesta a egresados/graduandos - 75% o más de participación en internados de verano e intercambio.
<p>8. Habrá desarrollado una comprensión crítica sobre diversas formas del pensamiento y prácticas normativas, que</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Explicar y discutir aspectos éticos de la ciencia y de la profesión científica. - Explicar y resumir los reglamentos que rigen el comportamiento ético 	<p>Componente de Concentración</p> <ul style="list-style-type: none"> • Cursos introductorios con laboratorio • Cursos avanzados • Cursos 	<ul style="list-style-type: none"> - 75% o más de participación en talleres o seminarios sobre ética. - 50% o más de respuesta a la Encuesta a egresados/graduandos.

Perfil del egresado del Recinto	Perfil del egresado del Programa de Física	Cursos o experiencias curriculares que aportan al logro del perfil.	Cómo se evidencian los resultados del aprendizaje
incluye entre otras, lo ético, lo moral, lo jurídico y lo religioso	<p>de los científicos.</p> <ul style="list-style-type: none"> - Explicar y discutir las responsabilidades y deberes de la profesión científica en la sociedad. - Appreciar el acervo cultural hispano y anglosajón. - Valorar el legado cultural occidental. - Respetar y apreciar la diversidad cultural, social y académica. 	<p>avanzados en áreas de énfasis</p> <ul style="list-style-type: none"> • Electivas en Física. • Cursos CINA 	
9. Comprenderá y podrá evaluar y desempeñarse dentro de la realidad puertorriqueña, así como dentro de la diversidad cultural y de los procesos caribeños, hemisféricos y mundiales.	<ul style="list-style-type: none"> - Explicar y discutir las responsabilidades y deberes de la profesión científica en la sociedad. - Appreciar el acervo cultural hispano y anglosajón. - Valorar el legado cultural occidental. - Respetar y apreciar la diversidad cultural, social y académica. 	<p>Componente de Concentración en Física</p> <ul style="list-style-type: none"> • Cursos introductorios con laboratorio • Cursos avanzados • Cursos avanzados en áreas de énfasis • Electivas en Física 	<ul style="list-style-type: none"> - 50% o más de participación en colaboración con personas de otras culturas. - 50% o más de participación en asociaciones estudiantiles. - 50% o más de respuesta a la Encuesta a egresados/ graduandos - 75% o más de egresados que continúan Estudios Graduados.
10. Habrá desarrollado competencias necesarias para la búsqueda, el manejo efectivo y el uso ético de la información, así como para la utilización de la tecnología como herramienta para	<ul style="list-style-type: none"> - Utilizar efectivamente la computadora como herramienta de laboratorio para recoger y analizar datos experimentales, y para preparar informes. - Hacer uso eficiente y responsable de los recursos 	<p>Componente de Concentración</p> <ul style="list-style-type: none"> • Cursos introductorios con laboratorio • Cursos avanzados • Cursos avanzados en áreas de énfasis • Electivas en Física 	<ul style="list-style-type: none"> - rúbricas para evaluar exámenes, informes de laboratorio o de investigación, presentaciones orales. - Talleres sobre recursos bibliográficos y de información.

Perfil del egresado del Recinto	Perfil del egresado del Programa de Física	Cursos o experiencias curriculares que aportan al logro del perfil.	Cómo se evidencian los resultados del aprendizaje
crear, manejar y aplicar el conocimiento.	bibliográficos. - Explicar y discutir aspectos éticos de la ciencia y de la profesión científica. - Explicar y resumir los reglamentos que rigen el comportamiento ético de los científicos.		
11. Habrá desarrollado competencias para el trabajo en equipo, toma de decisiones, solución de problemas y desarrollo de la creatividad e imaginación.	- Utilizar y aplicar los principios fundamentales de la Física Clásica y la Física Moderna en la solución cuantitativa, semi-cuantitativa y cualitativa de problemas. - Utilizar matemáticas de nivel avanzado (Cálculo, Ecuaciones Diferenciales, Álgebra Lineal) para resolver problemas de Física Clásica y Moderna. - Llevar a cabo experimentos con supervisión mínima. - Proponer, diseñar, montar y llevar a cabo experimentos de Física Clásica y Moderna.	<ul style="list-style-type: none"> • Cursos introductorios con laboratorio • Cursos avanzados • Cursos avanzados en áreas de énfasis • Electivas en Física • Participación en asociaciones estudiantiles 	- Desempeño apropiado según las rúbricas para evaluar trabajos escritos grupales. - 50% o más de participación en organizaciones estudiantiles. - 50% o más de respuestas a Encuesta a egresados/graduando.

G. Prontuarios de los cursos

Ver Anejo 1

VI. Admisión, matrícula y graduación

A. Requisitos de admisión – Cuarto año de escuela superior con un índice de entrada de 300 o más. Se recomienda haber tomado las electivas de Cálculo y Física en la Escuela Superior, pero no se requiere.

B. Proyección de matrícula- Se espera que al ampliar las alternativas dentro del bachillerato de física se amplíe la matrícula subgraduada de manera que tengamos cerca de 30 estudiantes nuevos cada año y retengamos de 15 a 20 hasta graduarlos en 4 años.

C. Requisitos académicos para otorgar el grado- Total de créditos: 129; Educación General: 43; Cursos de Facultad: 12; Requisitos de Concentración: 41; Electivas Dirigidas: 15; Electivas Libres: 18.

VII. Facultad

A. Perfil de la facultad

Los profesores del Departamento de Física son investigadores involucrados en diversas áreas de la Física. Por lo tanto, existe un espectro amplio en la oferta académica que es ofrecido por investigadores activos en el campo. El Departamento cuenta con 18 plazas docentes ocupadas y dos por ser ocupadas en julio de 2008. De ellas 17 corresponden a profesores con grado doctoral. Una de las docentes es mujer. Catorce (14) son Catedráticos y cuatro (4) son Catedráticos Auxiliares. Los profesores provienen de distintas culturas y formaciones académicas (de 4 continentes) que enriquecen la experiencia cultural, social y académica de los estudiantes, entre las cuales se encuentran tres europeos, cuatro latinoamericanos, un estadounidense, tres asiáticos y siete puertorriqueños.

El Departamento de Física es sumamente productivo con aproximadamente 127 publicaciones en los últimos tres años, lo que representa en un promedio de 42 publicaciones por año ó 2.3 publicaciones por miembro facultativo al año. Todas en

revistas internacionales (referidas por pares) de prestigio, lo que representa una alta productividad en labor creativa.

El Departamento educa en la disciplina de Física a todos los estudiantes del Recinto, y proporciona tutorías y acceso a salones de demostraciones a todos ellos. La enorme labor creativa de los profesores del Departamento implica el mejor conocimiento de la disciplina en la que educan a los estudiantes durante su proceso de aprendizaje. Además, la práctica totalidad de los estudiantes del Programa están involucrados en investigaciones subgraduadas y, por lo tanto, son partícipes de esta labor creativa. A continuación se presenta la lista de profesores del Departamento de Física con sus haberes y líneas de investigación:

Fouad Aliev, PhD, Leningrad State University, 1975, Catedrático.

Física del estado sólido; física de la materia condensada; cristales líquidos; medios porosos; espectroscopía dieléctrica; técnicas de dispersión estática y dinámica de luz.

Daniel R. Altschuler, PhD, Brandeis University, 1975, Catedrático.

Astronomía; fuentes de radio extragalácticas; núcleos galácticos activos.

Lutful Bari Bhuiyan, PhD, University of London, 1977, Catedrático.

Mecánica estadística; física química; estructura y termodinámica de electrolitos y doble capa eléctrica; teoría de líquidos.

Lesser Blum, PhD, Universidad de Buenos Aires, 1956; Profesor Emeritus; JS Guggenheim Fellow 1978; Fellow, American Physical Society, 1980-; J. Hilderbrand Award 2003;

Luis F. Fonseca, PhD, Universidad de Puerto Rico, 1985, Catedrático.

Física del estado sólido; propiedades ópticas y eléctricas de sólidos; nanoestructuras semiconductoras: síntesis y propiedades optoelectrónicas.

Xianping Feng, PhD, La Trobe University, Australia, 2000, Catedrático Auxiliar
Interacciones láser-materia; depósito e investigación de películas delgadas; Foto emisión y caracterización de láser; plasmas a altas temperaturas y altas densidades.

Manuel Gómez, PhD, Cornell University, 1968, Catedrático.

Física del estado sólido; transiciones de fase; propiedades ópticas de sólidos.

Ram S. Katiyar, PhD, Indian Institute of Science, Bangalore, 1968, Catedrático.

Espectroscopía Raman e infrarroja; crecimiento y caracterización de ferroeléctricos; semiconductores transparentes; iones en el estado sólido en

películas delgadas y nanocristales para aplicaciones optoelectrónicas; dinámica de fonones.

Carlos Marín, PhD, Universidad Autónoma de Madrid, 1997; Rensselaer Polytechnic Institute, 2002, Catedrático Auxiliar. Producción y caracterización de materiales nano-estructurados; crecimiento de monocristales de semiconductores y óxidos; transferencia de calor relacionada con el procesamiento de materiales en la Tierra y el espacio; medidas de propiedades electrónicas y termofísicas de sólidos y líquidos a altas temperaturas; teoría y experimentos de difracción de rayos.

Antonio Martínez, PhD, American University, 1990, Catedrático. Física de la materia condensada; técnicas de crecimiento epitaxial; propiedades de transporte; física de superficies.

Wilfredo Mattos, M. S., Universidad Autónoma de Méjico, 1971, Catedrático. Enseñanza y aprendizaje de la física.

Gerardo Morell, PhD, Universidad de Puerto Rico, 1995, Catedrático, Física Química aplicada al campo de la Ciencia de Materiales y la Nanotecnología; Síntesis de nuevos materiales nanoestructurados y su estudio para aplicaciones Tecnológicas.

José F. Nieves, PhD, University of Pennsylvania, 1980, Catedrático. Física teórica de partículas.

Luca Olmi, PhD, Universita di Firenze, 1991, Catedrático Auxiliar. Astronomía radial; diseño óptico; estudios de la formación de las estrellas.

Carmen A. Pantoja, PhD, University of Oklahoma, 1995, Catedrática Auxiliar. Astronomía; análisis de corrimientos espectrales; galaxias; cosmología.

Jaime Ponce de León, Doctorado, Universidad Central de Venezuela, 1985, Catedrático. Relatividad general; modelos cosmológicos inhomogéneos; teoría Kaluza-Klein.

Ronald G. Selsby, PhD, Ohio State University, 1969, Catedrático. Física Química; energías de ionización moleculares y afinidades electrónicas.

Alfredo Torruella, PhD, Yale University, 1965, Catedrático. Mecánica cuántica; ondas no lineales; dinámica de fluidos computacional.

Marcelo R. Ubriaco, PhD, University of North Carolina, 1989, Catedrático. Física teórica de partículas; teoría cuántica de campos; mecánica estadística cuántica.

S. Zvi Weisz, PhD, Hebrew (Jerusalem), 1962, Profesor Emeritus. Física de la materia condensada, propiedades ópticas y eléctricas de semiconductores y materiales amorfos; películas delgadas.

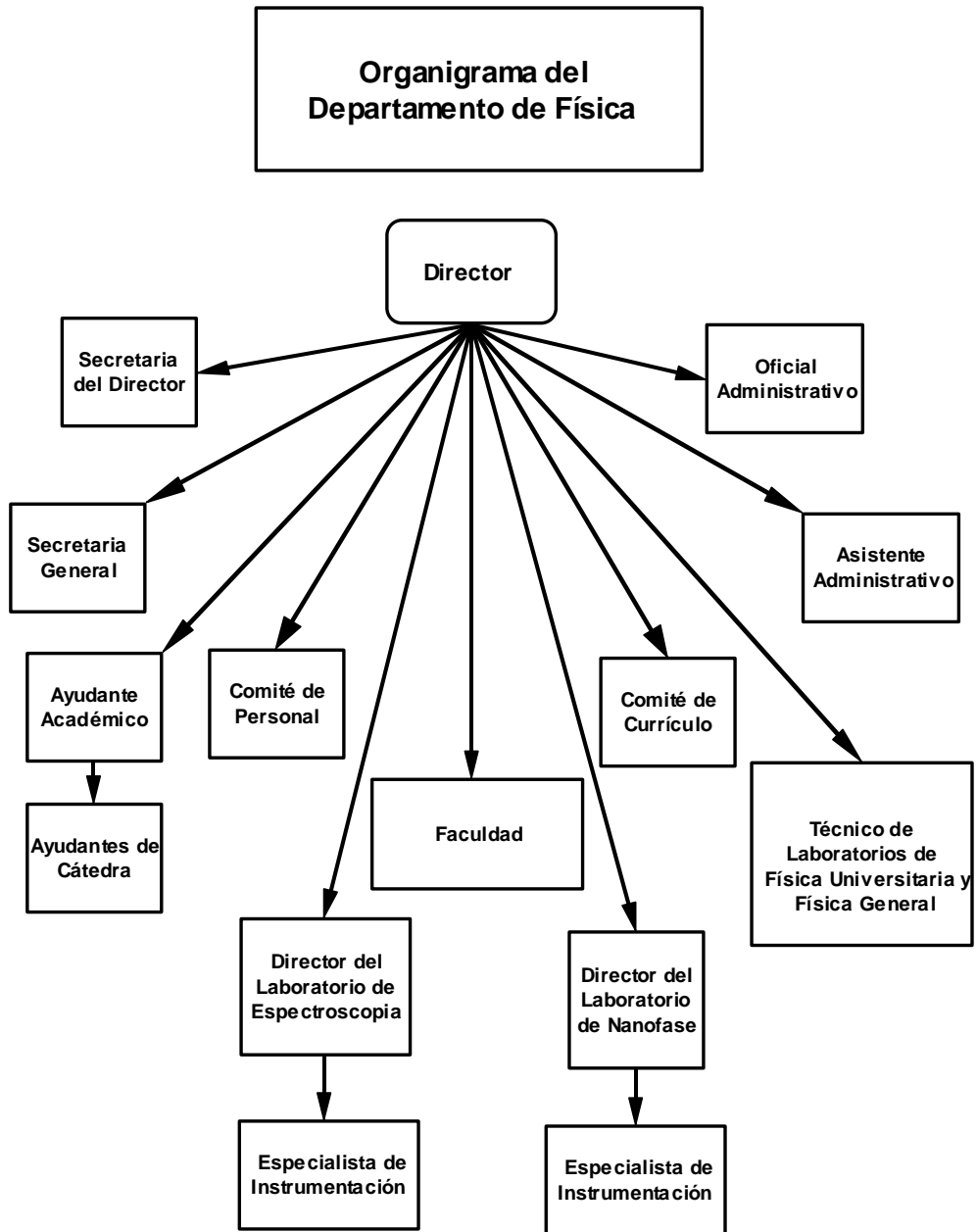
B. Desarrollo de la facultad

La facultad se desarrolla en un ambiente competitivo de investigación, siendo su mantenimiento y mejora uno de los ejes de actuación del Departamento. A través de este ambiente se incentiva la producción y se alcanzan los más altos estándares de enseñanza. Todos los profesores del Departamento son científicos activos a nivel internacional en su campo de especialización y por lo tanto son, no solo conocedores, sino desarrolladores de los avances en su disciplina.

Tanto a los profesores establecidos con grupos activos de investigación como a los profesores de nueva incorporación se les asigna la mitad de la carga académica para su labor de investigación. De esta manera se facilita el establecimiento de grupos para que lleguen a ser productivos a corto plazo en la labor creativa, en la generación de financiación externa y en la producción de publicaciones de calidad. La asignación de la mitad de la carga académica para investigación es una condición esencial en este logro.

La política de reclutamiento vigila por mantener un balance entre las áreas de especialización de los profesores del Departamento. De esta manera, de las tres últimas incorporaciones de profesores en el Departamento, dos correspondían a especializaciones en el área de física del estado sólido experimental y una al de astrofísica.

VIII. Administración del programa



IX. Recursos de la información

Nuestra Institución cuenta con la Biblioteca de Ciencias Naturales, adscrita al Sistema de Bibliotecas del Recinto de Río Piedras, establecida desde 1954. A partir del 2002, el edificio tiene el nombre de Biblioteca Néstor M. Rodríguez Rivera y se encuentra en la Facultad de Ciencias Naturales, ocupando un edificio de tres pisos con la capacidad para acomodar doscientos asientos y doscientos cincuenta mil (250,000) volúmenes de libros y revistas. Posee una infraestructura electrónica alambrada y de acceso inalámbrico en todas sus áreas. Brinda a los usuarios el acceso a los recursos informativos, servicios de calidad, desarrollo de destrezas de información e investigación y diversas actividades que aportan al proceso de enseñanza-aprendizaje. La colección bibliográfica se compone de 200,000 volúmenes impresos y diversos recursos informativos en formato electrónico en las áreas de química, biología y física y en proceso de crecimiento en las áreas de matemáticas, ciencias ambientales y ciencias de cómputos. Además, se cuenta con mil diez (1,010) suscripciones activas de revistas profesionales, de las cuales trescientos sesenta y seis (366) títulos están disponibles en formato electrónico e impreso y con diecisiete (17) suscripciones de índices especializados en el área de las ciencias naturales en formatos impresos y electrónicos. Ofrece sus servicios los siete días de la semana con un horario que cubre noventa y cuatro (94) horas semanales en el periodo lectivo. Además, se puede acceder desde el hogar u otro lugar de modo remoto ya que cuenta con un portal (<http://bcn.uprrp.edu>) cuyo diseño es sencillo, fácil de utilizar y dirigido a satisfacer de modo ágil el acceso a los recursos informativos.

La biblioteca colabora con el desarrollo de las competencias de información mediante talleres en la sala de clases a solicitud de los usuarios sobre la búsqueda, acceso y uso de la información. Se enfatiza el enfoque en la investigación científica y la importancia de la divulgación y la publicación.

El personal docente de la biblioteca coordina iniciativas con los profesores para capacitar a los estudiantes en la búsqueda, la selección, la comparación, el análisis, la evaluación y la comunicación de la información de manera crítica, efectiva y eficiente. Estas iniciativas comprenden, entre otras, orientación a profesores y estudiantes

relacionada con las competencias de información; creación de ejercicios, instrumentos de evaluación y módulos instruccionales; talleres en la biblioteca sobre las herramientas de búsqueda de información. Así también, la Facultad de Ciencias Naturales cuenta con modernas facilidades de computadoras distribuidas en tres centros que incluyen el centro académico de cómputos de Ciencias Naturales que utilizan los estudiantes de nuestro programa.

X. Infraestructura para la enseñanza, la investigación y el servicio

A. Instalaciones, laboratorios y equipos de apoyo a la docencia

El Programa Subgraduado de Física cuenta con diferentes facilidades que brindan apoyo a las actividades docentes y administrativas que detallamos a continuación:

1. Salón de Tutorías y de Demostraciones A-302 – Alberga demostraciones de conceptos físicos que se estudian en los cursos subgraduados. Además es la sede de las tutorías ofrecidas a los estudiantes de Física Universitaria y Física General.
2. Laboratorios de enseñanza de Física General y Universitaria A-318, A-321, A-324 y área de almacén en apoyo a los laboratorios de los cursos de Física General y Física Universitaria – Cada salón laboratorio cuenta con 8 mesas de trabajo con una computadora en cada mesa que acomodan óptimamente a 24 estudiantes por sección.
3. Laboratorio Avanzado y de Electrónica A-334– Equipado con osciloscopios y “breadboards” para el desarrollo de circuitos prototipos en apoyo del curso de Circuitos y Medidas; y equipo de medidas eléctricas con interfaces con conexión a computadoras para ejercicios de automatización de aparatos experimentales.
4. Laboratorio Intermedio A-340 – Alberga experimentos que ilustran conceptos de Física Moderna y Óptica.
5. Laboratorio subgraduado de Astrofísica A-305.
6. Salón de estudio de estudiantes subgraduados A-336.

7. Salón de Seminarios C-310 – equipado con proyector para conexión directa a una PC y proyector vistas fijas.
8. Oficinas administrativas C-302 – Consta de un área de recepción, un pequeño almacén para materiales de oficina, una oficina para el oficial administrativo del Departamento, una oficina compartida para la secretaria del Oficial Administrativo y la secretaria de los facultativos, un área para la secretaria del Director y la oficina del Director. El Programa además cuenta con un cuarto donde se conservan los expedientes de los estudiantes graduados que alberga una máquina de fotocopias y facsímile.
9. Oficinas de facultativos – El Programa cuenta con 18 oficinas para los profesores
10. Laboratorios de Investigación – La labor investigativa a nivel subgraduada es apoyada por 3 laboratorios teóricos en el Edificio de Ciencias Naturales Fase II con un área de 1700 pies cuadrados y 6 laboratorios de investigación en el Edificio Facundo Bueso.

En términos generales el espacio asignado al Programa subgraduado para las tareas de apoyo a los cursos y la labor administrativa es adecuado, aunque los espacios asignados para investigación y el Programa Graduado insuficientes.

XI. Servicios al estudiante

A. Sistemas de servicio y apoyo al estudiante.

1. Mecanismo para la identificación y referido de estudiantes de bajo aprovechamiento y dificultades académicas. El programa de Física ofrece tutorías diarias para los estudiantes con dificultad en los diversos cursos.
2. Asesoría académica. El Programa de Física ofrece asesoría académica a todos sus estudiantes. Interesamos ampliar la misma para comenzar desde que los estudiantes ingresan a la universidad. Además del asesor académico, el Programa ofrece orientación y mentoría a sus estudiantes a través de la incorporación de los estudiantes en experiencias de investigación. Tanto los

profesores como estudiantes graduados y subgraduados más avanzados en sus estudios que comparten un mismo grupo de investigación proveen orientación y asesoría al estudiante que complementan los esfuerzos formales del Programa en este sentido.

Además, el Departamento provee un salón de estudios al cual todos los estudiantes del Programa subgraduado tienen acceso. Este arreglo provee igualmente para interacciones beneficiosas entre estudiantes a distintos niveles en su bachillerato.

B. Ayudas económicas

Dos terceras partes de los estudiantes subgraduados reciben ayuda total o parcial del programa de becas federal. Además, la mitad de los estudiantes se involucra en proyectos de investigación subgraduada, los cuales proveen algún tipo de estipendio mensual o semestral, dependiendo del programa. Existe también una amplia variedad de oportunidades para hacer internado de verano en PR y otros lugares de Estados Unidos, los cuales pagan un estipendio sustancial. Tres cuartas partes de los estudiantes subgraduados de Física participa de al menos un internado de verano antes de graduarse.

XII. Plan presupuestario

- A. Mantenimiento de las actuales plazas docentes: veinte plazas de profesores y un ayudante académico docente en contrato de servicios.
- B. Mantenimiento de las actuales plazas no docentes: una secretaria, un ayudante administrativo, un oficial administrativo, un técnico de laboratorio, y dos especialistas de instrumentación.
- C. Asignación recurrente de \$50,000 para implementar en fases y mantener los requerimientos de seguridad en los laboratorios de investigación.
- D. Un conjunto recurrente de 20 ayudantes de investigación de nivel doctoral, incluyendo año académico y verano, para atender el incremento en la adquisición de instrumentación sofisticada que requiere personal dedicado para su operación y mantenimiento. Esto incluye SEM, ESCA, AFM, TEM, XRD, entre otros. En el

- pasado, esta situación llevaba al establecimiento de contratos de servicios y eventualmente al establecimiento de nuevas plazas de técnicos. Sin embargo, el Departamento de Física considera que es más costo-efectivo y práctico la contratación de ayudantes de investigación para estos propósitos. Además, se aprovecha el trabajo de instrumentación como una experiencia académica formativa muy valiosa para el desarrollo profesional de los estudiantes.
- E. Asignación recurrente de \$100,000 para el mantenimiento preventivo y sustitución de piezas fungibles de los instrumentos de investigación adscritos a proyectos departamentales. Esto incluye SEM, ESCA, AFM, TEM, XRD, entre otros.
 - F. Asignación recurrente de \$5,000 a \$15,000 para traer 10 conferenciantes de renombre internacional cada año académico para beneficio de estudiantes y profesores, y de la comunidad científica del Recinto en general.
 - G. Asignación recurrente de \$5,000 a \$15,000 para fomentar y facilitar la internacionalización de nuestros investigadores mediante viajes de colaboración a instituciones y centros de investigación de prestigio nacional e internacional.
 - H. Asignación recurrente de \$25,000 para mantener al día la tecnología, materiales y equipos utilizados en los laboratorios de Física Universitaria, Física Intermedia y Electrónica.
 - I. Asignación recurrente de \$15,000 para mantener al día la tecnología, materiales y equipos utilizados por el personal docente y administrativo.

XIII. Plan de Avalúo y de Evaluación del Programa

El programa académico de bachillerato que ofrece el Departamento de Física, procura garantizar año tras año la calidad y la excelencia de su oferta académica mediante la formación de físicos altamente cualificados, el desarrollo de una infraestructura avanzada para la enseñanza y la investigación, el reclutamiento y la retención de una facultad altamente competitiva, la difusión de los avances de la física. El Departamento

recopila y analiza la siguiente información para la evaluación del Programa de Bachillerato en Física y la utiliza para reflexionar sobre cómo mejorar el Programa:

1. Número de egresados anualmente, su índice académico, los años que le tomó completar el bachillerato, sus planes profesionales o de estudios graduados.
2. Número de estudiantes participando en experiencias de investigación localmente, su mentor y su área de investigación.
3. Número de estudiantes participando en internados de verano, el lugar, el mentor y su área de investigación.
4. Número de estudiantes que participan como co-autores en publicaciones de los investigadores y la referencia completa de la publicación.
5. Número de estudiantes que hacen presentaciones orales o de afiches en congresos y simposios, el lugar y área de investigación.
6. Productividad de los profesores en la investigación en términos de: número y nivel académico de los estudiantes de investigación supervisados, número de tesis de MS y PhD supervisadas y completadas, publicaciones en revistas arbitradas y propuestas de fondos externos aprobadas.