

PRNC -152 PROGRAMAS DE ADIESTRAMIENTO Y ESTUDIOS CENTRO NUCLEAR DE PUERTO RICO DIRIGIDO POR LA UNIVERSIDAD DE PUERTO RICO PARA (A COMISIÓN DE ENERGÍA ATÓMICA DE LOS ESTADOS UNIDOS DE AMÉRICA SEGÚN CONTRATO ~ AT (40-70-1823 ---Page Break--- ---Page Break--- 'TABLA DE CONTENIDO Información General ceed 'Trasfondo Institucional 1 Facilidades Generales . 2 Programas de Adiestramiento y Estudios 3 Investigación 4 Estudios Académicos 4 Información Sobre Admision 4 Cursos Académicos 7 5 Servicios de Información y Educación 5 Becas 8 Aplicaciones Clínicas de Radioisótopos Lee 8 Ciencias Agrícolas Tropicales. 6... u Ciencias Físicas . 15 Ciencias Médicas y Radiobiología 9 Ciencia Nuclear 23 Ingeniería Nuclear See a Radioecología See 33 Radioterapia y Oncología 2 a8 Operación de Reactores . 39 Salud y Seguridad... See a ---Page Break--- ---Page Break---

**INFORMACIÓN GENERAL 'TRASFONDO INSTITUCIONAL** El Centro Nuclear de Puerto Rico (CNPR) fue establecido como secuela del Simposio sobre la Aplicación Práctica de la Energía Nuclear, celebrado en la Universidad de Puerto Rico (UPR) en 1957. Su creación responde esencialmente a la necesidad de proveer un entorno de adiestramiento e investigación nuclear para el Caribe y América Latina. La primera etapa del CNPR fue colocada en el recinto del campus del Recinto Universitario, iniciándose la construcción de facilidades del reactor nuclear ubicado en las inmediaciones. Simultáneamente, se estableció un programa de adiestramiento en radioterapia y oncología en conjunto con las facilidades del Recinto de Ciencias Médicas localizadas en el área metropolitana de San Juan. A partir de 1951, otros diversos programas del CNPR que colaboran con algunas universidades en Juan y Río Piedras fueron agrupados en el Edificio Biomédico del Centro Médico de Puerto Rico, situado en el área metropolitana en Río Piedras, en fomentando la continuidad de los programas del Centro responde a un predominante de las universidades con que mayormente colaboran.

con las líneas médicas localizadas en Río Puras, importante sector de la capital puerto "Mayagüez" de 800,000 habitantes. Las programas relacionados con la agricultura y ganadería se encuentran en la India de 700,000 habitantes radicada en la costa occidental de Puerto Rico a dos horas por avión. Existen programas médicos y Mag, 'ener ste, 8 Quimies ¥ Fi El medio ambiente, las actividades y los recursos naturales hacen de esta un lugar ideal para las vidas no de Puerto Rico. Selmi rade, bellas camp feucainas «ha mvestyicrin, Resta, ade, us medio eeukigaeament {eyoso para estudiar las aplicaciones de la ciencia en los planes y condiciones de las amas tropicales. Por tn wim eel we de las Américas, +1 Centro es lugar de encuentro de científicos. Se llevaron exhibiciones de todo con importante de las actividades culturales en América Latina. El CNPIC se ve la calidad universal del progreso científico ---Page Break---

**FACILIDADES GENERALES** El CNPR cuenta con facilidades físicas amplias y diversificadas, el más adelantado equipo disponible y personal altamente capacitado. Las facilidades principales del Centro están situadas en Río Piedras (sede administrativa) dentro del complejo institucional del Centro Médico de Puerto Rico, y en "Mayagüez dentro del complejo institucional formado por el Recinto Universitario (UPR) y la Estación Experimental Federal. Existen instalaciones en el Bosque Nacional de Luquillo y en Punta Guanajibo (tayagivez). El Centro cuenta con un personal total de alrededor de 250 empleados. RIO PIEDRAS El Edificio Biomédico, sede administrativa del CNPR se halla próximo al Hospital Oncológico y al Hospital Universitario. Ocupa un área de 22,000 pies cuadrados y contiene excelentes laboratorios para trabajar en radioquímica, radiobiología, bioquímica, biofísica, localización de tumores, histología y radioterapia. Cuenta, además, con talleres, alojamientos para animales, sala de recuento y descontaminación, depósito de radionúclidos, salones de clase y demás instalaciones necesarias. Hay también un equipo completo de laboratorio para el adiestramiento en todas.

has tenía de radionúclidos. En otro campo de la medicina, el Centro Nuclear posee una unidad de teleterapia de 6000 curies de cobalto 60 y cápsulas de laminación diversas de radio. Tiene además una unidad de terapia superficial, un microscopio electrónico, contador de cuerpo entero y un departamento moderno de medicina nuclear. También cuenta con gran número de otras piezas de equipo tales como aparatos para medir la radiación. A todo este equipo especializado se suman las instalaciones de la Escuela de Medicina de la Universidad que están a disposición de los participantes en los programas del Centro Nuclear. Mayagüez y edificios del Reactor y anexa en Mayagüez dispone de gran variedad de elementos para la investigación. Tiene un reactor tipo piscina de dos megavatios y capacidad de pulsar de dos mil megavatios, con tubos de haces de neutrones, columna térmica, curtidor de irradiación gamma, generador de neutrones de 150 KV, y otras importantes instalaciones de equipo experimental incluyendo dos espectrómetros para difracción de neutrones. Existe una pila subterránea de uranio natural, moderada por grafito, y un reactor homogéneo de diez vatios. Estos se usan para entrenamiento e investigación. Otros medios para la irradiación son: una fuente gamma de cobalto-60 de 2,000 curies, pequeñas fuentes de neutrones, máquinas especiales de rayos X y celdas "calientes" para manejar material altamente radiactivo. Hay laboratorios especialmente equipados para trabajos en radioquímica, física del estado sólido y cristalografía de rayos X. Además, hay laboratorios especializados que incluyen invernaderos para estudios biológicos. El laboratorio de conteo tiene varios analizadores multicanales, de transistores, así como contadores convencionales. También hay disponibles talleres de mecánica, electrónica y soplado de vidrio. El programa de biología marina tiene un laboratorio para análisis de elementos traza y un barco de investigación marina, el Palumbo de 275 toneladas y 95 pies de largo. PROGRAMAS DE ADIESTRAMIENTO Y ESTUDIOS en el Centro Nuclear.

la Comisión de Energía Atómica de los Estados Unidos. Es administrado por la Universidad de Puerto Rico (UPR) a cuyas necesidades académicas responden gran parte de sus actividades educativas e investigativas. Al efecto, el idioma de enseñanza es el español, aunque parte del material didáctico y conferencias ocasionales pueden ser en inglés, por lo que resulta conveniente el conocimiento de ese idioma. Las actividades del Centro caen dentro de tres categorías: adiestramiento, investigación y estudios académicos. Los programas educativos están organizados alrededor de diez áreas de conocimiento que pueden abarcar una o más de dichas categorías. Los diez programas principales, correspondientes a Divisiones del CNPR son, en el orden en que aparecen en este Boletín: Aplicaciones Clínicas de Radioisótopos, Ciencias Agrícolas Tropicales, Ciencias Físicas, Ciencias Médicas y Radiobiología, Ciencia Nuclear, Ingeniería Nuclear, Radiología, Radioterapia y Cáncer, Reactores, Salud y Seguridad. Las Divisiones operan en forma administrativamente autónoma bajo una administración central; toda correspondencia relativa a sus programas debería ser dirigida directamente a las mismas. ADIESTRAMIENTO Los programas de adiestramiento irán en torno al aprendizaje práctico de temas nucleares y la utilización de material radiactivo. El adiestramiento puede consistir de períodos variables de entrenamiento práctico informal de currículos y cursos de organización más formal. Por lo general, el participante en este tipo de actividad busca perfeccionarse en algún área de conocimiento relevante a su campo profesional o académico. Salvo determinadas excepciones, los cursos de adiestramiento no conllevan reconocimiento académico por la Universidad de Puerto Rico. Cada División es responsable por sus propias actividades de adiestramiento y determina la elegibilidad del interesado para participar de las mismas. El solicitante deberá entrar en acuerdo con la División que administra el tipo de adiestramiento que le interesa. INVESTIGACIÓN [Los

programas de investigación del CNPR hacen énfasis en la aplicación de técnicas, equipo y

materiales nucleares al desarrollo del conocimiento científico. El adiestramiento en el uso de las mismas es necesariamente parte integrante de esta actividad. En general, las investigaciones que se realizan bajo cada División proveen amplio campo al estudiante avanzado para completar sus estudios de tesis al nivel de Maestría o Doctorado en Ciencias (Ph.D.). La participación en proyectos del CNPR, o el uso de sus facilidades para investigaciones de tesis, está abierta al estudiante mediante artículos hechos a través del Departamento universitario o institución que lo auspicia. La División correspondiente del Centro, además de las facultades, provee asesoramiento individual en los trabajos que se realizan. ESTUDIOS ACADÉMICOS Los cursos universitarios listados en este Boletín son ofrecidos como colaboración exclusiva del CNPR con programas de estudios académicos establecidos por la Universidad de Puerto Rico. La UPR ofrece grados académicos y cursos específicos en el campo nuclear. En el caso de determinadas especialidades nucleares, la mayor parte de los programas de cursos se imparten en las facultades del Centro por personal de esta institución nombrado conjuntamente por la Universidad. En ambos casos, los Departamentos correspondientes de la Universidad administran todos los programas de estudios académicos o cursos con acreditación universitaria ofrecidos por el CNPR. En el solo caso del Departamento de Ingeniería Nuclear de la UPR, el mismo es idéntico con la División de Ingeniería Nuclear del CNR. INFORMACIÓN SOBRE ADMISIÓN ADIESTRAMIENTO Por lo general, la matrícula en los programas de adiestramiento y cursos especiales ofrecidos por el CNPIE resulta del contacto y/o correspondencia que establece el interesado con la División correspondiente, y depende de acuerdos y artículos mutuos elaborados al efecto. Para solicitar la admisión formal, el candidato deberá someter el formulario de Solicitud de

Admisión debida 'mente cumplimentada, acompañada de una carta oficial de endoso de la institución que lo patrocina. Los cargos actuales, sujetos a revisión, son de \$86.25 por semana o sea \$25.00 mensuales, por el adiestramiento a tiempo completo. La solicitud deberá ser enviada en duplicado a la Oficina del Director del Centro Nuclear de Puerto Rico, Edificio Biomédico, Estación Postal de Caparra Heights, San Juan, Puerto Rico 00935. CURSOS ACADÉMICOS. Ya que la información ofrecida en este Boletín sobre cursos universitarios es solo esquemática, el interesado deberá dirigirse al Departamento y Recinto correspondiente de la Universidad de Puerto Rico, donde podrá orientarse debidamente sobre los mismos y sobre el procedimiento a seguir para obtener la admisión. En la sección informativa dedicada a cada División del CNPR en este Boletín se indican los Departamentos de la UPR a través de los cuales se ofrecen los cursos académicos. SERVICIOS DE INFORMACIÓN Y EDUCACIÓN. La División de Servicios de Información y Educación provee diversos servicios esenciales para el buen funcionamiento de los programas educativos del NPR. Coordina la programación de las actividades de adiestramiento de las otras Divisiones, especialmente en lo referente al uso de los salones y otras facilidades del Centro. Al respecto, administra la utilización de servicios tales como salones de lectura, talleres de reproducción y fotografía, asistencia editorial, etc. Mantiene los archivos centrales de todas las publicaciones e informes originados en el Centro. La División también es responsable de preparar informes sobre actividades educativas para la Comisión de Energía Atómica y agencias. La División provee una gama de servicios para los estudiantes y visitantes del Centro Nuclear. Atiende a los estudiantes extranjeros y nuevo personal, ayudándolos a encontrar alojamiento, recibir sus pertenencias y expedir los trámites de visa. Recibe estudiantes visitantes, ofreciéndoles charlas y conferencias informales y mostrándoles las facilidades del CNPR.

También opera una filmoteca de la Comisión de Energía Atómica que proporciona películas para ser exhibidas en todo Puerto Rico. BECAS El Director de esta División, como Oficial de Educación del CNPR, administra programas de becas. El Programa Regional de Desarrollo Tecnológico y

Científico de la OEA y el Programa de Asistencia Económica para Estudiantes del CNPR de América Latina. Profesionales de América Latina son elegibles para becas del Programa Regional de la OEA para estudiar varias aplicaciones prácticas de la energía nuclear. Requisitos incluyen (a) Ser ciudadano o residente permanente de uno de los Estados miembros de la OEA no sede del curso, (b) Poseer un título profesional de nivel universitario con especialización en uno de los campos relacionados, (c) Poseer buen conocimiento del idioma español si este no es su vernacular, (d) Ser recomendado por una entidad gubernamental o privada que deberá garantizar que utilizará a su regreso sus servicios y los conocimientos adquiridos. La beca provee, por lo general, pasaje de ida y vuelta para el beneficiario desde su país a Puerto Rico, un estipendio de \$375 mensuales, matrícula y dinero adicional para libros y otros gastos incidentales. Los formularios para las solicitudes de becas pueden obtenerse en las Oficinas de la OFA en los Estados miembros, las cuales indicarán a los interesados el organismo enlace o la entidad designada por el gobierno donde deben presentar las solicitudes. La Universidad de Puerto Rico ha provisto un fondo de becas para Latinoamericanos que desean realizar estudios avanzados en el CNPR. Un comité seleccionará los becados y les asignará estipendios adecuados, que generalmente cubren gastos de alojamiento, según las circunstancias de cada uno. El interesado deberá comunicarse con el director de la División del CNPR donde expresará su interés. Diversas instrumentalidades gubernamentales de Estados Unidos y organismos internacionales proveen oportunidades de becas para estudiantes de América Latina. Algunos de los programas más importantes son los siguientes:

Break--- El Servicio de Salud Pública de Estados Unidos (U. S. Public Health Service) ofrece para estudiantes de América Latina residentes en Estados Unidos becas para la especialización en Física Radiológica y en Salud Radiológica. El interesado deberá escribir a: Fellowships, National Institutes of Health, Bethesda, Maryland, 20014. La Organización Mundial de la Salud a través de la Organización Panamericana de la Salud (World Health Organization-Pan American Health Organization) ofrece un programa de becas diseñado con el propósito de fortalecer los servicios de salud de los gobiernos participantes, promover la cooperación entre grupos científicos y profesionales que contribuyen al mejoramiento de la salud y mejorar los estándares de enseñanza y adiestramiento en las profesiones afines a la salud y la medicina. El candidato deberá tener el endoso de su gobierno y comprometerse a servir en un programa nacional de salud por un período de tres años al finalizar sus estudios. El interesado deberá solicitar a través del servicio nacional de salud de su país o escribiendo directamente a: Pan American Health Organization (PAHO), Pan American Sanitary Bureau, Regional Office of the World Health Organization, 525 Twenty-Third Street, Washington, D.C., 20037, U.S.A. El Organismo Internacional de Energía Atómica (International Atomic Energy Agency) ofrece becas accesibles para estudiantes de América Latina. Este programa no cubre las áreas de estudios en medicina. ---Page Break--- ---Page Break---

**APLICACIONES CLÍNICAS DE RADIOISÓTOPOS** La División de Aplicaciones Clínicas de Radioisótopos del Centro Nuclear de Puerto Rico ofrece adiestramiento a médicos y su personal auxiliar en el uso diagnóstico y terapéutico de radioisótopos. En general, los cursos ofrecidos hacen más énfasis en el manejo de técnicas que en su análisis. No conllevan acreditación universitaria. El solicitante para la mayoría de los cursos deberá acreditar conocimientos equivalentes al "Curso Básico de Técnicas de Radioisótopos".

Ciencias Físicas) Para desarrollar los cursos contamos con los siguientes elementos que están a disposición de los estudiantes todo el tiempo que dure su entrenamiento: Cámara de Anger, centelleógrafo lineal, equipo de dos cabezales de instalación plana de inserción sincronizada para renogramas y pruebas funcionales, equipos de un biberón de cristal plano para captación,

contadores de pozo, escalímetros, insertor de cuentas minuto a minuto, reproductor de foto rastreo a color, contador de cuerpo entero, etc., para realizar pruebas diagnósticas. Salas de exámenes clínicos, de extracciones, de descontaminación y esterilización, etc. Contamos además con biblioteca, salón de conferencias y facilidades para proyección. Todos los cursos se ofrecen en el CNPR Edificio Bio-Médico, Centro Médico de Puerto Rico, Río Piedras, donde se puede solicitar información adicional y admisión a los mismos. La dirección postal es Heights, San Juan, Puerto Rico 00936. **CURSOS OFRECIDOS: CURSO BÁSICO DE APLICACIONES CLÍNICAS DE RADIOISÓTOPOS.** Este curso formal de ocho semanas, ofrecido al menos dos veces por año, provee al estudiante la oportunidad de aprender por experiencia directa los usos de radioisótopos en el diagnóstico y terapia de enfermedades humanas; provee suficiente retención con material clínico para permitir interpretar las correlaciones entre los resultados clínicos y de laboratorio. Permite al estudiante adquirir suficiente destreza técnica en procedimientos de diagnóstico y terapia con radioisótopos para cumplir con los requisitos de obtener licencia. Esto se logra mediante un programa de conferencias que incluye los procedimientos usados actualmente en las siguientes áreas de diagnóstico médico: desórdenes de tiroides, sistema cardiovascular, sistema renal, hígado, absorción gastrointestinal, aplicaciones hematológicas, compartimentos fluidos y electrolitos, localización de tumores y visualización de órganos por gammagrafía y en cámara de Anger y terapia de enfermedades tiroideas con radioisótopos. Las conferencias son seguidas por

ejercicios prácticos de radioisótopos en el Laboratorio: discusión de las líneas de pacientes que van a concurrir para pruebas diagnósticas, observación de procedimientos de laboratorio y demostraciones. La mayor parte del curso se desarrolla con participación personal o desempeño de trabajo directo de laboratorio bajo la tutela de la facultad médica y técnica de la División. Al final del curso, el estudiante ha completado un promedio de por lo menos cinco procedimientos de diagnóstico. El rendimiento mínimo exigido es de ochenta procedimientos adecuadamente ejecutados durante todo el período, entrenamiento práctico en cualquiera de las áreas principales de medicina nuclear bajo el tutelaje de la facultad de clínica y laboratorio. Áreas de gran interés para los estudiantes han sido: el estudio de localización de órganos y tumores con radioisótopos, hematología, enfermedades renales. Disponibles mediante arreglos con la División, **ADISTRAMIENTO EN INVESTIGACIÓN CLÍNICA.** El participante concentra su atención en algunas líneas básicas y desarrolla un proyecto de investigación clínica de sus intereses particulares, siempre que este se considere dentro del campo del programa de investigación del CNPR. Se tomará en cuenta la preparación de algunas fases del proyecto, el cual será considerado con el objeto de hacer su presentación en una reunión científica o de su publicación en un trabajo realizado en alguna revista. **INTERPRETACIÓN CLÍNICA DE PRUEBAS CON RADIOISÓTOPOS.** A pedido de grupos de médicos de determinadas especialidades se ofrecen cursos de interpretación clínica de las pruebas con radioisótopos dentro de la especialidad deseada. **ORIENTACIÓN A TECNOLOGOS MÉDICOS EN EL USO DE RADIOISÓTOPOS.** Provee a los estudiantes de tecnología médica una introducción a la metodología de los procedimientos de diagnóstico clínico y de laboratorio con radioisótopos. Cube la aplicación general de radioisótopos en diagnósticos y tratamientos que se usan actualmente en la práctica de la medicina. Se hacen demostraciones para proveer la orientación técnica.

**CURSOS DE ACTUALIZACIÓN DE UN TEMA PARTICULAR.** Se suelen organizar cursos de alto nivel donde se pone al día una o más temáticas en particular, como por ejemplo uno sobre el estudio de problemas pulmonares con radioisótopos para médicos especialistas, dictado por un profesor invitado, bien reconocido como experto en el tema.

## CIENCIAS AGRÍCOLAS TROPICALES

La División de Ciencias Agrícolas Tropicales del CNPR ofrece adiestramiento en investigación agrícola y biológica, con énfasis en la utilización de técnicas nucleares para resolver problemas. Desarrollan programas de investigación básica en que resultan especialmente aplicables las técnicas nucleares como instrumentos de análisis. Los cursos avanzados y la supervisión de tesis que se ofrece a través de esta división permiten a estudiantes interesados completar sus requisitos para el grado de Maestría en Ciencias Agrícolas, Biológicas o Químicas, ofrecido por la Universidad de Puerto Rico (UPR).

Problemas en el laboratorio encontrados en el campo: Se cuenta con variadas facilidades y moderno equipo para el estudio de aplicaciones nucleares a la agrobiología. Hay un nuevo edificio para laboratorio. Invernaderos, cámaras de crecimiento bajo condiciones controladas, parcelas de terreno para siembra experimental, piscina de radiación gamma, máquina de rayos-X monocromáticos, equipo de cromatografía de gases y espectrómetro de neutrones, etc. El ciclo de radioisótopos en las plantas puede ser estudiado en el campo y en el laboratorio. La mayoría de los cursos ofrecidos por esta División forman parte de los programas de estudio de los respectivos Departamentos graduados del Recinto Universitario de Mayagüez de la UPR. Los mismos son ofrecidos por el CNPR en colaboración exclusiva con la Universidad y conllevan acreditación universitaria. Los cursos son ofrecidos en Mayagüez por los Departamentos de Agronomía, de Biología y de Horticultura. El interesado debería informarse directamente con el Departamento correspondiente.

## ADIESTRAMIENTO ESPECIAL APLICACIÓN DE TÉCNICAS

NUCLEARES A LA AGRICULTURA. Disponible por medio de arreglo especial con la División de Ciencias Agrícolas Tropicales del CNPR. El participante recibe adiestramiento sobre el uso de radiación y radioisótopos en la investigación agrícola. Puede incluir el uso de neutrones, radiación beta, gama, rayos-X, y el uso de trazadores en sistemas biológicos. ---Page Break---

INVESTIGACIONES El control experimental de estudios sobre mutagénesis plantea los siguientes principios y hechos: Ya que el bromo puede ser incorporado en el material genético durante la síntesis de DNA y los genes en un genoma se repiten siguiendo una definida secuencia cronológica, es posible incorporar Br en uno o más genes específicos tratando material en una fase determinada de la síntesis de DNA. Además, rayos X monocromáticos de energía igual o ligeramente sobre el límite de absorción K del Br son preferentemente absorbidos en átomos de Br produciendo ionización múltiple en la órbita interior. Por lo tanto, es concebible que las mutaciones en cualquier locus podrían ser inducidas específicamente por semejante irradiación X en el material incorporado en una fase específica de la síntesis de DNA. Arabidopsis thaliana ha sido usada como sistema de prueba. Las radiaciones ionizantes han sido utilizadas para inducir mutaciones benéficas en plantas cultivadas. El programa de cultivo de mutantes de soya (Glycine max), iniciado en 1964, tiene como objetivo principal el mejoramiento de la adaptación ambiental de esta cosecha al trópico y el aumento en la cantidad y calidad de la proteína del grano. Los experimentos incluyen la inducción de mutaciones favorables a la maduración bajo condiciones de temperaturas elevadas y alto contenido de metionina en la proteína del grano. Se están perfeccionando técnicas de tratamiento con calor a efecto de seleccionar mutantes tolerantes al calor y un método de dilución isotópica para aislar mutantes con alto contenido de metionina. Se

está planeando un programa general de radiobiología de neutrones aplicados.

do a las plantas fin de usar el exetor de investigaciones y el generador monoenergético de neutrones. La retardación en el crecimiento de plantas de semillero y cambios en patrones bioquímicos de varios enzimas (peroxidasa, esterasa, deshidrogenasas) en soya han sido empleados como índices en los estudios. Técnicas nucleares tales como dilución isotópica y análisis por activación de micro cantidades de aminoácidos y ciertos elementos que constituyen grupos prostéticos en sistemas enzimáticos y vitaminas, se están probando como métodos que llevan a cabo estudios del efecto de la radiación en polímeros macromoleculares y sistemas enzimáticos tales como: estudio del efecto de la radiación en el peso molecular, procesos de depolimerización, y cinética de la acción de enzimas en las microanálisis. También se ---Page Break--- Sistemas enzimáticos expuestos a la radiación ionizante. Las relaciones entre la facultad de la División y científicos de Centro y Sur América permiten la extensión y correlación de las áreas de investigación arriba mencionadas a problemas significativos a través de las Américas. (CURSOS OFRECIDOS EN COLABORACIÓN CON EL RECINTO DE MAYAGÜEZ (UPR) AGRO. 562 - TÉCNICAS NUCLEARES EN LA INVESTIGACIÓN AGRÍCOLA. Tres horas crédito. Dos conferencias y un laboratorio de tres horas por semana. Este curso es una introducción al uso de radiación y al manejo de radioisótopos en la agricultura. El laboratorio consiste en demostraciones y experimentos diseñados para ilustrar estos usos. Requisitos previos: MAT. 102 y QUIM. 102 AGRO. 699 - INVESTIGACIÓN Y TESIS EN AGRONOMÍA. Una a seis horas crédito. Uno a seis periodos por semana. Investigación sobre cosechas a nivel de Maestría. Incluye la presentación y discusión de una tesis como parte de los requisitos para la Maestría en Ciencias con una concentración en cosechas. HORT. 605 - TÉCNICAS NUCLEARES EN LA INVESTIGACIÓN HORTICOLA. Para describir ver AGRO. 582, HORT. 699 - INVESTIGACIÓN Y TESIS EN HORTICULTURA. Dos a seis horas crédito. Uno a tres periodos de investigación por.

semana cada semestre. Investigación sobre horticultura a un nivel de Maestría, incluyendo la presentación y discusión de una tesis como parte de los requisitos para la Maestría en Ciencias Agronómicas con concentración en horticultura. BIOL. 614. TÉCNICAS NUCLEARES EN LA INVESTIGACIÓN BIOLOGÍA, Tres horas crédito, Dos conferencias de una hora y un laboratorio de tres horas por semana. El curso cubre el uso de radiaciones y radioisótopos en investigaciones botánicas, zoológicas y biología marina. Requisito Previo: BIOL. 811 BIOL, 618 - CITOGENÉTICA. Tres horas crédito, Dos conferencias y un laboratorio de tres horas por semana. Estudio de los principios físicos de citogenética incluyendo herencia mendeliana, significado evolutivo y genética de las variaciones en la estructura cromosómica, número y comportamiento, efectos citogenéticos de agentes físicos, químicos y biológicos, y el progreso reciente alcanzado en el estudio de los efectos epigenéticos de la radiación. ---Page Break--- BIOL. 645 - PROBLEMAS ESPECIALES EN BIOLOGÍA NUCLEAR. Dos a cuatro horas crédito. De dos a cuatro periodos de investigación por semana. Problemas de investigación en la aplicación de técnicas nucleares a la biología. Los proyectos pueden incluir el uso de neutrones, radiación beta, gamma, y otros, en sistemas biológicos, el uso de trazadores y otros aspectos de biología nuclear. Requisito previo: BIOL. 614 y aprobación del proyecto de investigación por lo menos dos meses antes de matricularse en el curso. BIOL. 699 - INVESTIGACIÓN. De uno a seis horas crédito. Uno a seis periodos de investigación por semana. Investigación para tesis. QUIM. 566 - QUÍMICA DE ALIMENTOS. Cuatro horas crédito, Curso para estudiantes avanzados resumiendo la química de los cursos alimenticios principales y de los aditivos en los alimentos. Esto incluye la nutrición y los efectos de los tratamientos de procesamiento en su composición química. El laboratorio demostrará métodos de análisis de alimentos. Requisito previo: QUIM. 561 QUIM. 601 - RADIOQUÍMICA. Cuatro horas

crédito, Tres.

conferencias y un período de laboratorio de cuatro horas por semana. El estudio de las propiedades de sustancias radiactivas: aspectos químicos de los procesos nucleares; técnicas bioquímicas para medición de radiactividad y su aplicación a problemas químicos: se dan consideración a los principios de protección radiológica, PARA TESIS DOCTORAL. De una a doce créditos, 699 - INVESTIGACIÓN horas crédito por semestre ---Page Break--- CIENCIAS FÍSICAS. La División de Ciencias Físicas del CNPR ofrece adiestramiento en el uso de radioisótopos y radiación nuclear como técnicas de investigación avanzada en las ciencias físicas. La División desarrolla su cometido mediante diversos servicios educativos. Ofrece un curso básico sobre el uso de radioisótopos que sirve de introducción al adiestramiento posterior en el campo nuclear. Dicho curso conlleva acreditación universitaria cuando es tomado como parte del programa de estudios del Departamento de Bioquímica y Nutrición del Recinto de Ciencias Médicas de la Universidad de Puerto Rico (UPR). La División colabora, además, con los Departamentos de Física y Química del Recinto Universitario de Río Piedras (UPR) ofreciendo cursos en apoyo de respectivos programas de estudio hacia la Maestría en Ciencias. Ofrece también oportunidades y facilidades para la investigación a nivel graduado en favor de las tesis de Maestría y la tesis Doctoral. El personal de la División, nombrado conjuntamente por el CNPR y la Universidad, participa activamente en la asesoría de trabajos de tesis y en toda la vida académica de los Departamentos de Ciencias Naturales del Recinto de Río Piedras. La División cuenta con el siguiente equipo especial para rendir su labor educativa: Detectores de varios tipos: Geiger, proporcional de flujo, centelleo (NaI-Tl), monocanal, centelleo (NaI-Tl) multicanal, centelleo líquido. Se dispone de espectrómetros para ultravioleta, visible e infrarrojo, un espectrofotómetro fluorímetro, dos cromatógrafos de gases, un polarímetro y un aparato de fotometría. Todos los cursos ofrecidos a través de la División.

tienen que ver en el ámbito Biomédico del CNPR en el Centro Médico de Puerto Rico, en Río Piedras, en el Edificio de Ciencias Naturales del Recinto Universitario de Río Piedras. Información adicional y admisión al curso sobre el uso de radioisótopos puede obtenerse directamente de la oficina de esta División, cuya dirección es: Estación Postal de Caparra Heights, San Juan, Puerto Rico 00936. Información sobre cualquier curso ofrecido en colaboración con programas de estudios académicos de la Universidad deberá solicitarse directamente al departamento pertinente del recinto correspondiente.

**CURSO EN LAS TÉCNICAS BÁSICAS DEL MANEJO DE RADIOISÓTOPOS.** Este curso de cuarenta horas semanales por cuatro semanas de duración cubre aspectos de física general, física atómica, física nuclear, radioquímica, biología, estadísticas y otros temas relacionados con el uso de sustancias radiactivas. Además de las conferencias, el trabajo de laboratorio adiestra a los estudiantes en el uso de casi todos los instrumentos para medir que se usan en los laboratorios de radioisótopos con aplicación a la biología, química y medicina. Se admite un máximo de doce estudiantes por cada curso, a fin de facilitar el uso individual de los instrumentos disponibles. Este curso es acreditado por la Escuela de Medicina como Bioquímica y Nutrición 413 (mediante autorización previa). Requisito previo: tener preparación académica equivalente a un Bachillerato en Ciencias.

**INVESTIGACIONES.** En física se ha estado actualmente estudiando el dato inducido por la radiación en cristales orgánicos. Para el caso de dosis pequeñas, los centros inducidos por la radiación son estudiados mediante la fluorescencia retardada y por corrientes limitadas por carga



espacial, ya sea en condiciones transitorias o estables. Para el caso de dosis grandes, estos centros son estudiados midiendo la fluorescencia normal, el espectro de absorción de la resonancia para resonancia magnética y la absorción simultánea de dos fotones. Se han detectado centros con valores G distintos. Algunos de los centros.

Los paramagnéticos fueron identificados como centros conteniendo tres protones equivalentes. Se están desarrollando métodos que se espera permitan identificar todos los centros. En química se realizan investigaciones tanto en química de radiaciones como en estudios radiobiológicos. La primera área incluye estudios de la radiación de compuestos orgánicos de azufre, efectos estereoquímicos en química de las radiaciones y la química de clones de las moléculas heterocíclicas por medio de la técnica de aislamiento en matrices. Otros ejes de investigación son el mecanismo de sustitución química inducido por radiación, especialmente de hidroxilación por medio de irradiación de soluciones acuosas de compuestos aromáticos. Se recelan los estudios cuántico-mecánicos en relación con este trabajo. También se investiga la marcación con isótopos de retorno de sales orgánicas de litio. Los estudios radioisotópicos incluyen la preparación de sustancias orgánicas marcadas con isótopos y C-14 y sus usos en el estudio de mecanismos de reacción y estudios de centelleo en fase guiada. Se realiza, además, investigación en apoyo de estos estudios sobre la cinética de las reacciones orgánicas y sobre los estudios cuántico-mecánicos.

#### CURSOS OFRECIDOS EN COLABORACIÓN CON LA UNIVERSIDAD DE PUERTO RICO (Departamentos de Física y Química, Recinto de Río Piedras)

FIS. 501. - INVESTIGACIÓN PARA TESIS DE MAESTRÍA EN FÍSICA. Una a seis horas crédito. Investigación bajo supervisión de un miembro de la facultad para aquellos estudiantes que preparen una tesis para crédito.

QUIM. 364 - QUÍMICA FÍSICA II. Tres horas crédito. Estudio de los estados de equilibrio, regla de fases, química de soluciones y electroquímica. Introducción

QUIM. 397-398. - INVESTIGACIÓN NO GRADUADA. Mediante autorización especial del director del Departamento se utilizan las facilidades de laboratorio del CNPR para investigar a nivel de bachillerato.

QUIM. 464. - QUÍMICA FÍSICA AVANZADA. Tres horas crédito. Conferencias de tres horas por semana. Estudio de los principios de

mecánica cuántica, y sus aplicaciones a los sistemas atómicos y moleculares QUIM. 465. - RADIOQUÍMICA. Cuatro horas crédito, Tres conferencias y un periodo de laboratorio de cuatro horas por semana. El estudio de las propiedades de sustancias radiactivas; aspectos químicos de los procesos nucleares, 'Lógicas básicas para la medición de radiactividad y su aplicación « problemas químicos; también se da consideración a riesgos y protección radiológica. QUIM. 565. - INTRODUCCIÓN A LA ESPECTROSCOPIA MOLECULAR. Tres horas crédito. Espectroscopia molecular y mecánica cuántica con atención 'especial a la estructura y simetría molecular, deducida de los espectros de rotación y de vibración. Incluye el cálculo de funciones termodinámicas de los datos espectroscópicos. QUIM. 599. - INVESTIGACIÓN PARA TESIS DE MAESTRÍA EN QUÍMICA. Máximo de seis horas crédito. El estudiante realizará su trabajo de investigación bajo la dirección de su consejero. La presentación de una tesis es requisito para obtener crédito. QUIM. 660. - FOTOQUÍMICA y QUÍMICA DE RADIACIÓN. Tres horas crédito, Tres horas de conferencias por semana, Presentación de los principios n ---Page Break --- 2a y consecuencias químicas de la acción de radiaciones básicas para entender la naturaleza de la radiación electromagnética con la materia. QUIM. 699. - INVESTIGACIÓN PARA TESIS

DOCTORAL EN QUÍMICA. De una a doce horas crédito por semestre 18 ---Page Break ---  
CIENCIAS MÉDICAS Y RADIOBIOLOGÍA La División de Ciencias Médicas y Radiobiología del CNPR ofrece un amplio programa de adiestramiento e investigación sobre las aplicaciones básicas de la radiación en problemas biomédicos, incluyendo las áreas de inmunidad, bioquímica, parasitología, virología y otros aspectos de la medicina científica. Si bien el énfasis va dirigido a resolver problemas que se presentan en zonas tropicales, no por eso se deja de estudiar aplicaciones de las radiaciones y los isotopos radiactivos en otras zonas climatológicas. La División cuenta con facilidades para realizar estudios en biología molecular, radioquímica,

cultivo de tejidos, Citología y diferentes aspectos de la microbiología. Estos laboratorios cuentan con el más moderno equipo para realizar sus funciones. Existe además una colonia de animales para el trabajo experimental. Como parte de su misión, la División, en colaboración con el Recinto de Ciencias Médicas de la Universidad de Puerto Rico, ofrece un variado programa de adiestramiento y estudios avanzados. El programa incluye cursos regulares, adiestramiento y entrenamientos especiales sobre algunos problemas de laboratorio, ofrecidos en las facilidades del Centro; y cursos con acreditación académica ofrecidos total o parcialmente en el Recinto de Ciencias Médicas o con el CNPR. La matrícula para los cursos y adiestramientos que no se toman para acreditación académica se hace directamente a la oficina de la División, y la dirección es: Estación Postal de Caparra Heights, San Juan, Puerto Rico 00985. La matrícula para cursos con el propósito de obtener acreditación solo podría hacerse a través del Departamento correspondiente del Recinto de Ciencias Médicas. CURSOS REGULARES Cursos ofrecidos regularmente por la División. Los cursos numerados con acreditación académica solamente cuando son tomados como cursos prescritos y autorizados por el Departamento correspondiente del Recinto de Ciencias Médicas de la UPR. VIROLOGÍA (MICROBIOL. 402) tres horas crédito, Estudio de las características fundamentales de los virus. Conferencias, laboratorio, demostraciones y lecturas asignadas. Matrícula mediante acuerdo especial. ---Page Break--- CULTIVO DE TEJIDOS Y TÉCNICAS DE RADIOISÓTOPOS A NIVEL CELULAR Y SUB-CELULAR, RADIOBIOLOGÍA Y TUMORGENESIS (MICROBIOL. 405), Prácticas de cultivo de la célula animal y su uso en el estudio de enfermedades infecciosas, con énfasis en el uso de radiaciones y radioisótopos. Conferencias, laboratorios, demostraciones y lecturas asignadas. Matrícula mediante acuerdo especial. RADIOBIOLOGÍA PARA RADIOTERAPISTAS. Este curso cubre los conocimientos radiobiológicos necesarios para completar el

adiestramiento de los 'estudiantes de radioterapia NPR 510. RADIOBIOLOGIA. Dos horas crédito. Curso general de radio-biología diseñado para familiarizar al estudiante con los efectos de la radiación en organismos más complejos. Se da énfasis especial a la relación entre dosis y efecto, la teoría de blancos a transferencia lineal de energía y el efecto del sno, la enseñanza consiste en veinticinco horas de conferencias y nuevas sesiones de laboratorio por un periodo de dieciocho semanas. NPR 515, EFECTOS DE LA RADIACIÓN EN MAMÍFEROS Y EN HUMANOS. Dos horas crédito. Este curso se puede considerar como la continuación del curso CNPR 51 y trata sobre los efectos biológicos de la radiación en humanos desde el punto de vista fisiológico y patológico. Se da énfasis especial a la relación entre dosis y efecto, efectos debidos a exposición a la radiación en forma aguda y crónica, síndromes como en los mamíferos y producidos por inducción y efectos tróficos, etc. La enseñanza consiste en dos horas semanales de conferencia por un periodo de dieciocho semanas. Requisito previo: CNPR 520, TÉCNICAS INSTRUMENTALES EN INVESTIGACIONES BIOQUÍMICAS Y APINES, (BIOQ\_V NUT. 414) Dos horas crédito. Introduce a la investigación formal en Biología y Bioquímica. Los estudiantes se familiarizan con una gran variedad de voces en lugar de ners: manipulación de instrumentos

específicos, conferencias, visitas y demostraciones de laboratorio, instrumentos desde el enfoque de los principios envueltos. ADIESTRAMIENTOS ESPECIALES + ofrece adiestramiento especial en la utilización de diversas temas y técnicas medias y dos sin aevetac wiobislogia. A igual que en el caso el adiestramiento indo son 20 ---Page Break --- especial está abierto a personal médico o técnico cuyas actividades profesionales requieren la ampliación de determinados conocimientos metodológicos. Se ofrecen los siguientes ADIESTRAMIENTO ESPECIAL PARA EL ESTUDIO DE PARÁSITOS Y VÍRUS POR MEDIO DE RADIOISÓTOPOS, ADIESTRAMIENTO ESPECIAL EN CENTRIFUGACIÓN POR GRADIENTE DE DENSIDAD Y OTRAS TÉCNICAS DE BIOLOGÍA MOLECULAR, ADIESTRAMIENTO

ESPECIAL, EN EL USO DE RADIOISÓTOPOS EN EL METABOLISMO INTERMEDIARIO, ADIESTRAMIENTO ESPECIAL EN MICROSCOPIA ELECTRÓNICA INVESTIGACIONES. Los programas de investigación que cubre la División se refieren a aspectos radiobiológicos en diferentes sistemas, muchos de los cuales tienen importancia en países tropicales. La División cuenta con programas para el estudio de 'Schistosoma, Fasciola, virus, etc., en que los estudiantes pueden familiarizarse con las técnicas más modernas, tanto nucleares como no nucleares para establecer relación huésped-parásito. Se realizan estudios ecológicos marcando diferentes estadios de parásitos y vectores y en el caso de virus se enfatizan los efectos de radiaciones sobre la latencia de estos microorganismos. También se realizan estudios sobre los efectos que la irradiación produce al nivel celular y molecular. Para más detallada información sobre los trabajos de investigación que se realizan, refiérase al más reciente Informe Anual del CNPR.

INVESTIGACIONES DE TESIS La División hace disponible sus facilidades y la asesoría de miembros de su facultad a estudiantes avanzados que realizan investigaciones de tesis. Dicho servicio se provee para estudiantes de los programas de Maestría y Doctorado en Ciencias ofrecidos por los Departamentos graduados de los Recintos Universitarios de Río Piedras y de Ciencias Médicas, en los que miembros de la facultad de esta División con nombramiento conjunto como profesores.

En términos generales, los cursos de tesis enumerados 500 corresponden a la Maestría y conllevan un máximo de cuatro horas de acreditación. Los cursos de tesis enumerados 601 corresponden al Doctorado y conllevan una acreditación máxima de cuatro horas crédito. Los Departamentos universitarios que actualmente ofrecen la oportunidad de realizar trabajos de tesis en esta División incluyen en el Recinto de Ciencias Médicas: Bioquímica y Nutrición, Fisiología, Microbiología, Farmacología y Toxicología y Zoología Médica; y en el Recinto de Río Piedras: Biología.

NUCLEAR [La División de Ciencia Nuclear del CNPR tiene como finalidad colaborar con los programas de nivel graduado de los Departamentos de Física y de Química del Recinto Universitario de Mayagüez de la Universidad de Puerto Rico (UPR). Provee a dichos Departamentos el personal capacitado para dictar cursos relacionados con el campo nuclear. También ofrece oportunidades para realizar investigaciones conducentes a la maestría y a nivel pre y posdoctoral. Ofrece además adiestramiento especial sin acreditación universitaria, sobre las aplicaciones nucleares en las ciencias físicas. Entre las facilidades con que cuenta la división para realizar su aportación educativa hay: un reactor tipo piscina (2MW), dos difractómetros de neutrones, aparato de rayos-X, generador de neutrones rápidos, laboratorio para medidas dieléctricas y térmicas y laboratorio de radiogénica y química de radiación. Ya que la mayoría de

los cursos son ofrecidos de acuerdo a las necesidades de los Departamentos de Física y Química, la siguiente lista es de cursos que suelen ser ofrecidos, aunque pueda en determinado momento no estarse ofreciendo algunos de los mismos. Si está interesado debe dirigirse directamente al Departamento correspondiente del recinto referido, donde podrá obtener información completa sobre los programas de estudio, preparación requerida, y procedimiento a seguirse para obtener admisión. CURSO ESPECIAL, ADIESTRAMIENTO EN APLICACIONES NUCLEARES EN LAS CIENCIAS FÍSICAS. Ofrecido en las facilidades del CNPR en Mayagüez, mediante acuerdo con la División de Ciencia Nuclear. INVESTIGACIONES En química se estudia la radiólisis de gases (halogenuros de hidrógeno y fluoruros orgánicos simples) y soluciones acuosas (urea, metionina, etc.). También se estudia la (resonancia electrónica paramagnética). Se estudian los "átomos calientes" (CF) en compuestos aromáticos sólidos y líquidos. Resclives intermedios mediante REP a ---Page Break---

En física se estudian las propiedades físicas, estructura y efectos de radiación en sólidos. También el comportamiento "crítico" (TT) de materiales ferroeléctricos y magnéticos. Además, propiedades electrónicas y ópticas de muestras extrañas: halogenuros alcalinos y semiconductores. Existen facilidades para irradiar cristales con rayos X, rayos gamma, neutrones térmicos rápidos. Se realiza trabajo teórico orientado a un mejor conocimiento de efectos de armonicidad, transiciones de fase, y fenómenos cooperativos en sólidos. El grupo de difracción de neutrones se ocupa en investigaciones de cambios estructurales en compuestos con enlace de hidrógeno y también en determinación de estructuras magnéticas a bajas temperaturas. CURSOS OFRECIDOS EN COLABORACIÓN CON EL RECINTO DE MAYAGÜEZ (UPR) FIS 587, 597. INTRODUCCIÓN A LA FÍSICA DEL ESTADO SÓLIDO. Seis horas crédito, tres conferencias semanales cada semestre. Introducción a la difracción de los rayos X, estructuras cristalinas, constantes elásticas de los cristales, energía de la red y vibraciones. Propiedades térmicas de los sólidos, propiedades dieléctricas, cristales ferroeléctricos. Diamagnetismo, paramagnetismo, ferromagnetismo, antiferromagnetismo. Modelo de electron libre de los metales, superconductividad, excitones, fotoconductividad y luminiscencia. Requisito previo: PIS 476. FIS 649, INTRODUCCIÓN A LA ESTADÍSTICA FÍSICA. Tres horas crédito, tres conferencias-discusión semanales. Introducción al razonamiento estadístico aplicable a teoría cinética, mecánica estadística y teoría cuántica contemporánea, dando mayor importancia a las analogías y diferencias esenciales de las distintas estadísticas: estadística clásica de Maxwell-Boltzmann, estadística cuántica, estadística de Fermi-Dirac y de Einstein: Bose. FIS 699, INVESTIGACIÓN FÍSICA. De una a seis horas crédito. El estudiante escoge un miembro de la facultad como consejero. Se requiere la presentación de una tesis para obtener crédito. ---Page Break---

QUIM 556. QUÍMICA DE ALIMENTOS. Cuatro horas crédito. Un curso para graduados y no graduados avanzados, que resetea la que las principales fuentes de

alimentos y aditivos de alimentos, cómo se desempeñan éstos en la nutrición, y el efecto producido por procesos de tratamiento en su composición química. Demostraciones de métodos de análisis de alimentos en el laboratorio. Requisito previo: QUIM. 861, QUIM. 571. QUÍMICA NUCLEAR. Tres horas crédito, Tres conferencias semanales. Descripción de los conceptos fundamentales de la química. Temas escogidos sobre propiedades nucleares, fuerzas y estructuras nucleares, radiactividad y relaciones matemáticas de la desintegración radiactiva; esta■tica, reacciones nucleares, efecto de radiaciones y transiciones nucleares; aplicación de los fenómenos nucleares a la química y a campos relacionados. Requisito previo: MAT. 122 y QUIM. 102. QUIM. 601. RADIOQUÍMICA. Tres horas crédito. Dos conferencias y un período de cuatro horas de laboratorio por semana. Propiedades de las sustancias radiactivas; aspectos químicos de los procesos

nucleares; aplicación de las técnicas de radiactividad a problemas químicos. Requisito previo: MAT. 222 y QUIM. 102. QUIM. 602. TÉCNICAS DE RADIOQUÍMICA AVANZADA. Tres horas crédito. Dos conferencias y un período de cuatro horas de laboratorio por semana. Un curso avanzado que cubre el estudio comprensivo de las aplicaciones a la química del fenómeno radiactivo con énfasis en operaciones específicas de radioquímica. Requisito previo: QUIM. 571 y QUIM. 601. QUIM. 674. CINÉTICA QUÍMICA. Tres horas crédito. Tres conferencias semanales. Teoría de electrones débiles y fuertes, coeficientes de actividad, potenciales eléctricos, electrodos de referencia, celdas electroquímicas, etc. También se da importancia a fenómenos de transporte iónico y electrodeposición de metales. Requisito previo: QUIM. 372. QUIM. 691. SEMINARIO GRADUADO. Dos horas crédito. Una conferencia-discusión por semana cada semestre. Conferencias, discusiones e informes sobre temas escogidos de química. QUIM. 699. INVESTIGACIÓN QUÍMICA. Seis horas crédito. Cada estudiante escogerá como consejero a un miembro de su facultad. Se requiere.

Presentar una tesis para recibir crédito por el CUTS. ---Page Break--- ---Page Break---

INGENIERÍA NUCLEAR 'La División de Ingeniería Nuclear del CNPR ofrece programas de adiestramiento, estudios avanzados e investigación en áreas de la ingeniería que involucran el desarrollo, usos y aplicaciones de la energía nuclear. Los cursos especiales proveen orientación y adiestramiento para ingenieros y otros técnicos afines sobre las aplicaciones constructivas de la ingeniería nuclear. Estos cursos no conllevan acreditación universitaria. El programa educativo principal de la División gira en torno a los cursos que ofrece como Departamento de Ingeniería Nuclear del Recinto Universitario de Mayagüez de la Universidad de Puerto Rico (UPR). Dicho Departamento ofrece un programa de estudios dirigido hacia la Maestría en Ciencias de Ingeniería Nuclear. El título es otorgado al completarse un mínimo de veinte horas de cursos prescritos, presentación de tesis y aprobación de un examen final. Al candidato para admisión se le exige el grado de Bachiller en Ciencias con especialización en alguna de las ingenierías, recibido de una institución debidamente reconocida, y un nivel aceptable de realización académica. En determinados casos se permite la investigación de tesis por parte de estudiantes procedentes de otras instituciones de Estados Unidos y de América Latina. Los cursos son ofrecidos en la sede del CNPR ubicada dentro del campus del Recinto de Mayagüez. La División cuenta allí con las siguientes facilidades y equipo especial para apoyar su labor educativa: Reactor TRIGA de 2-MW con capacidad para ser pulsado; Reactor homogéneo tipo L-77 que opera esencialmente a cero potencia; Reactor subcrítico de uranio natural y grafito; varias fuentes de neutrones de intensidad entre un curie y cinco curies; tanque experimental tipo Visiflax para llevar a cabo una serie de experimentos relacionados con Física de Neutrones y Análisis de Reactores; generador de neutrones (energía alrededor de 14 MeV) con capacidad para pulsar.

Instalación para irradiación gama tipo piscina que contiene una fuente de Cobalto-60; 'Analizadores multicanales (128, 512 y 1024 canales); Sistema de computación digital IBM 360/40; varios sistemas convencionales para detección y conteo de radiaciones nucleares. Información adicional sobre los cursos especiales y admisión a los mismos ---Page Break--- podría obtenerse directamente en la oficina de esta División en Mayagüez. Información sobre el programa de Maestría y los cursos ofrecidos en relación con el mismo podrá solicitarse en la misma dirección, o lo que es igual, del Departamento de Ingeniería Nuclear, Recinto Universitario de Mayagüez. CURSOS ESPECIALES ADIESTRAMIENTO "PLOWSHARE". Provee una orientación general sobre los usos constructivos de los explosivos nucleares. Se enfatiza el uso de estos explosivos en problemas relacionados con la Ingeniería Civil tales como construcción de canales y brechas para vías de transportación. Se discuten también los usos de explosivos nucleares en la minería. Los

estudiantes aplican los conocimientos adquiridos trabajando en proyectos especiales asignados individualmente o en grupo. ADIESTRAMIENTO ESPECIAL EN INGENIERÍA NUCLEAR. Se estudian las diferentes fases de operación y mantenimiento relacionados con la investigación nuclear. El estudiante recibe instrucción académica a través de cursos especialmente diseñados por la División de Reactores en la colaboración con el Departamento de Ingeniería Nuclear. La fase práctica del curso consiste en el análisis de los diferentes sistemas que componen el reactor del LCNPR, la operación del reactor y uso de las varias facilidades experimentales del mismo, con un reactor INVESTIGACIONES. El uso para la investigación de los reactores del Centro Nuclear de Puerto Rico es variado. Los proyectos más físicos incluyen la medida de la función de transferencia y de ciertos parámetros asociados con el comportamiento estático y dinámico de un reactor nuclear. Estudios conducentes al desarrollo de un instrumento para medir el nivel de reactividad de un.

reactor subterráneo 'estén siendo llevados « a cabo. El mayor servicio que se obtiene de los reactores es la activación de neutrones. En esta área se investiga y en la desembocadura de los ríos y la distribución de contaminación en áreas adyacentes. Planes para investigación para el nuevo acelerador de neutrones incluyen una ---Page Break--- serie de trabajos para obtener los parámetros nucleares de un reactor subterráneo usando un haz pulsador de neutrones. Igualmente está programado el 'estudio de moderadores orgánicos y de ciertos materiales rocosos de interés nuclear; y la medida de secciones eficaces de captura en materiales que contienen hidrógeno. En el área de aplicaciones nucleares en la industria se encuentra el uso de radiación para tratamiento de aguas negras. Específicamente se investiga el efecto de la radiación gamma en la degradación de materia orgánica en soluciones acuosas. Se están realizando estudios del efecto de la radiación sobre la propagación de fracturas en diversos materiales, cuando estos experimentos se realizan en condiciones de estado estacionario; así como de la solubilidad de cobre de calcopirita y sus relaciones con la tecnología de explosivos nucleares (Plowshare). Se está trabajando además en el cálculo de la densidad de neutrones en función del tiempo y del espacio en un medio rocoso de una fuente puntual que libera sus neutrones instantáneamente; en este caso, específicamente se están tomando en cuenta las condiciones iniciales y de contorno para simular los fenómenos que ocurren en una explosión nuclear subterránea. CURSOS OFRECIDOS POR EL DEPARTAMENTO DE NUCLEAR DEL RECINTO DE MAYAGÜEZ (UPR) ING. NU. 561. INTRODUCCIÓN A LA INGENIERÍA NUCLEAR. Tres horas crédito, Tres conferencias por semana. Física nuclear y reacciones nucleares: reacciones en cadena; principios básicos en el diseño de reactores nucleares; uso de la energía nuclear para generar potencia: problemas relacionados con la radiación. Requisito previo: FIS. 205; MAT. 22 y ING.ME. 441 ING.NU.662. RADIOISÓTOPOS EN LA INGENIERÍA. Dos

horas crédito, Dos conferencias semanales. Fundamentos del uso de radioisótopos en la industria y sus aplicaciones en la ingeniería. ING. NU. 565, APLICACIÓN DE LAS UNIDADES DE OPERACIÓN A LA PURIFICACIÓN DE MINERALES RADIATIVOS. Tres horas crédito, Dos conferencias y un período de tres horas de laboratorio semanales. El curso comprende el desarrollo de la hidrometalurgia en la purificación de minerales radiactivos, haciendo un repaso amplio de unidades de operación; pulverización; lixiviación; separaciones sólido-líquidas; al mismo tiempo presenta los nuevos conceptos de intercambio iónico y de extracción líquido-líquido en su aplicación a la ingeniería químico-nuclear. Requisito previo: MAT. 222, ING. NU. 601. TECNOLOGÍA DE REACTORES NUCLEARES I. Tres horas crédito, Tres conferencias semanales. El curso relaciona al estudiante con el desarrollo actual de los reactores nucleares y los problemas de ingeniería que conlleva. Se estudia la terminología usada en la ingeniería de

reactores nucleares, al igual que los componentes de un reactor. Además, se trata de la producción, transferencia y utilización del calor en un reactor nuclear. Correquisito MAT. 675. ING. NU. 602, TECNOLOGÍA DE REACTORES NUCLEARES II, Cuatro horas crédito, Tres conferencias y un período de tres horas de demostraciones en el laboratorio semanales. Conductividad térmica en elementos combustibles bajo condiciones constantes y condiciones dependientes del tiempo; fusión térmica en el disco de intercambiadores de calor; sistemas que usan metales líquidos; sistemas de combustible circulante; comportamiento en tiempo de reactores; reactores de cría y conversión; introducción a los aspectos económicos en la operación de un reactor; problemas de diseño en la ingeniería de reactores. Requisito previo: ING. NU. 601 y ING. ME. 442. ING. NU. 603. MEDICIONES NUCLEARES E INSTRUMENTACIÓN. Tres horas crédito. Una conferencia y dos períodos de tres horas de laboratorio por semana. Estudio de características de operación, al igual que la aplicación.

de técnicas especializadas como: conteo usando los métodos de coincidencia y antcoincidencia, análisis de impulsos, espectrometría de neutrones, espectrometría de rayos gamma, etc. ING. NU. 604. ELECTRÓNICA DE DETECTORES NUCLEARES. Tres horas crédito, tres conferencias por semana, teoría básica de tubos electrónicos, contadores, componentes de circuitos electrónicos, y de instrumentos para detectar la radiación tales como escaladores, metros para medir la razón de cambio de la radiación con tiempo, amplificadores, desensibilizadores y circuitos de coincidencia y antcoincidencia. ---Page Break--- ING. NU. 605. ELEMENTOS DE INGENIERÍA NUCLEAR. Cuatro horas crédito, cuatro conferencias por semana. Características del núcleo atómico. Desintegración radiactiva, interacción de la radiación con la materia, física de neutrones. ING. NU. 608, REPROCESAMIENTO DE MATERIALES NUCLEARES. Dos horas crédito, dos conferencias por semana. Constituye un estudio de la química y la tecnología de los materiales usados en el campo de la Ingeniería Nuclear, reprocesamiento de combustibles nucleares y diseño de plantas de procesamiento. Requisito previo: ING. NU. 855, ING. NU. 611. INSTRUMENTACIÓN DE REACTORES. Tres horas crédito, dos conferencias y un periodo de tres horas de laboratorio semanales. En este curso se relaciona al estudiante con los problemas de operación de un reactor bajo condiciones normales y de emergencia; medidas de flujo neutrónico; intensidad de la radiación gamma y el comportamiento en tiempo del reactor en relación con la estabilidad del mismo y los límites de seguridad. Correquisito: ING. NU. 601, ING. NU. 612. METALURGIA DE REACTORES NUCLEARES. Tres horas crédito. Dos conferencias y un periodo de tres horas de laboratorio por semana. Este curso está diseñado para relacionar a los estudiantes con los problemas de metalurgia en la tecnología de reactores. Constituye una introducción a la metalurgia elemental de los principales materiales usados en reactores, tales como: aluminio, circonio, uranio y aleaciones de alta.

temperatura: propiedades mecánicas; fabricación de combustibles nucleares; y daños producidos por la radiación en los componentes de un reactor. El laboratorio incluye la metalurgia de elementos tóxicos y de los que emiten la radiación alfa, ING, NU. 614, MATERIALES PARA REACTORES. Dos horas crédito. Dos conferencias por semana. Propiedades de reactores, problemas térmicos y estructurales en el diseño de reactores nucleares. Requisito previo: ING, NU. 601. ING. NU. 615, 626 y 618. SEMINARIO. Una hora crédito, Dos horas por semana. Informes y discusiones de puntos especiales en el campo de la Ciencia y la Ingeniería Nuclear, ING, NU. 621, TEORÍA DE REACTORES. Tres horas crédito, Tres conferencias por semana. La ecuación de conservación de neutrones; teoría de la difusión y teoría de la moderación. Reactores homogéneos, comportamiento en tiempo de un reactor. Teoría de la perturbación y teoría del transporte a ---Page Break--- ING. NU. 622, TEORÍA AVANZADA DE REACTORES. Tres horas

crédito, Tres conferencias por semana. Teoría avanzada del transporte, factores y teoría de reactores heterogéneos. Requisito previo: ING. NU. 675, ING. NU. 605, ING. NU. 621. Correquisito: ING. NU. 676. ING, NU, 625, DISEÑO DE REACTORES NUCLEARES, Dos horas crédito. Una conferencia y un periodo de diseño de tres horas semanales. Aspectos de la ingeniería del diseño de reactores y del uso de la potencia nuclear. Requisito previo: ING. NU, 601 ¢ ING. NU. 602, ING. NU. 626, LABORATORIO DE REACTORES. Tres horas crédito. Dos conferencias y periodo de cuatro horas de laboratorio por semana. Problemas de laboratorio relacionados con el reactor nuclear. Requisito previo: ING. NU. 621, ING, NU, 628. BLINDAJE DE RADIACIONES. Dos horas crédito. Dos conferencias por semana. El diseño de blindajes para la protección contra rayos gamma y neutrones. Aplicaciones a los reactores nucleares, sistemas de enfriamiento, equipo de procesamiento y otras unidades de ingeniería. Requisito previo: ING. NU. 621 ING. NU, 695-696. PROBLEMAS ESPECIALES. De una a

tres horas crédito. De uno a tres periodos de investigación por semana. Investigación y problemas especiales de Ingeniería Nuclear. ING, NU. 699. INVESTIGACIÓN Y TESIS. Seis horas crédito, De uno a seis periodos de investigación por semana. Investigación en el campo de la Ingeniería Nuclear y presentación de una tesis. MAT. 675. MATEMÁTICA DE LA CIENCIA MODERNA I. Tres horas crédito. Tres conferencias por semana. Es un curso de nivel avanzado que incluye algunos temas estudiados en MAT 475-476. Se consideran además, las variables complejas, las ecuaciones en derivadas parciales, las funciones especiales y el cálculo de las transformadas. MAT. 676. MATEMÁTICA DE LA CIENCIA MODERNA II. Tres horas crédito, Tres conferencias por semana. Es un curso de nivel avanzado que incluye algunos temas estudiados en MAT 475-476. Se consideran, además los sistemas de Sturm-Liouville, el cálculo de variaciones, las ecuaciones integrales, los tensores y las diferencias finitas. 32 ---Page Break--- RADIOECOLOGÍA La División de Radioecología del CNPR ofrece oportunidades de realizar investigaciones ecológicas utilizando técnicas nucleares especializadas. La División administra dos programas básicos de investigación, el de ecología marina con sede en Mayagüez y el de ecología terrestre con sede en Río Piedras. En ambos lugares existen programas activos para científicos, estudiantes, investigadores y estudiantes graduados interesados en el estudio de la ecología tropical. BIOLOGÍA MARINA. Las actividades en biología marina se relacionan con la determinación de los movimientos de elementos traza seleccionados, desde una masa de tierra hasta las aguas del mar y su incorporación en organismos marinos y sedimentos del fondo del mar. Se investiga el ciclo de estos elementos a través de la cadena alimenticia en el ambiente del mar abierto. Las investigaciones de los movimientos de estos elementos están correlacionados con parámetros tales como la productividad biológica y física y las medidas oceanográficas químicas y físicas. La División está equipada

Para hacer estudios con isótopos y trazadores con tintes, las técnicas utilizadas incluyen: análisis de elementos estables por medio de análisis destructivo y no destructivo de activación de neutrones, absorción atómica, espectrofotometría de flama, espectrografía de arco, espectrografía de la emisión de rayos X, colorimetría, y análisis de fluorescencia y polarografía. Hay facilidades adicionales en Punta Guanajibo. Además, cuenta con un nuevo barco diseñado y equipado especialmente para hacer investigaciones marinas. El barco "Palumbo" es de 95 pies de eslora y desplaza 275 toneladas, incluyendo todo su equipo científico. Para información adicional, escriba al Director, Biología Marina, Control Nuclear de Puerto Rico, College Station, Mayagüez, Puerto Rico, 00708.

BIOLOGÍA TERRESTRE



El objetivo fundamental que persigue este proyecto es la comprensión de los sistemas ecológicos terrestres en el trópico. El enfoque principal se dirige hacia el ciclo biogeoquímico, comportamiento animal, y análisis de la cadena alimentaria en el ecosistema del bosque tropical. Se utilizan en estos estudios técnicas de radioisótopos así como de elementos estables. Las oficinas principales y laboratorios están ubicados en el Edificio Bio-médico del conjunto del Centro Médico de Puerto Rico, en Río Piedras. Existen facilidades para trabajo de laboratorio en química, suelos, plantas y animales. La estación de campo y su área experimental se encuentran en el Bosque Nacional de Luquillo, aproximadamente a 40 kilómetros de Río Piedras. El área experimental comprende unas 60 ha. de bosque lluvioso de montaña. Incluye una estación climatológica con amplia capacidad para vigilar los parámetros ambientales. Existen tres laboratorios generales y acomodo para investigadores visitantes. La estación cuenta con colecciones de referencia de plantas e insectos. Para información adicional, escriba al Director, Biología Terrestre, Centro Nuclear de Puerto Rico, Estación Postal de Caparra Heights, San Juan, Puerto Rico, 00835.

**RADIOTERAPIA Y ONCOLOGÍA** {La División de Radioterapia y Cáncer del CNPR provee adiestramiento al personal médico y paramédico sobre todos los aspectos de la aplicación de técnicas radioterapéuticas en el tratamiento del cáncer. El programa educativo consiste en varios cursos especializados con duración desde un mes hasta cuatro años. También desarrolla un programa activo de investigación oncológica. Todos los cursos son ofrecidos en el Edificio Bio-Médico del CNPR, ubicado en el Centro Médico de Puerto Rico en Río Piedras. La División cuenta con facilidades y reservas de pacientes de instituciones que componen el Centro Médico, incluyendo el Hospital Universitario. Dispone además de las siguientes facilidades propias para realizar sus actividades de adiestramiento: unidades de telecobalto, máquinas de rayos-X para terapia, fuentes radioactivas para uso intersticial e intracavitario, salas de operaciones, facilidades para hospitalización, laboratorios clínicos y de investigación, servicio de física de radiación, servicio de bioestadística, salones de conferencia, etc. Se cuenta con un nuevo acelerador lineal de 12 MeV; esta unidad se utiliza para tratamiento con rayos-X de alta energía para terapia de electrones. Información adicional sobre los cursos podría ser obtenida directamente en la oficina de la División en el Edificio Bio-Médico. **INVESTIGACIONES** {La investigación Oncológica está orientada mayormente hacia el uso de radiación para el tratamiento del cáncer, así como también a los estudios clínicos y de laboratorio relacionados con la enfermedad. Las amplias facilidades, moderno equipo y reserva de pacientes del Centro Médico de Puerto Rico se utilizan para estudios clínicos relativos a la evaluación de los resultados de tratamientos de diferentes modalidades terapéuticas, así como también de las variaciones existentes en fraccionamiento y relación tiempo y dosis de radiación. Los estudios de laboratorio incluyen trabajos en cultivos celulares y la irradiación de tumores en animales. Asimismo, se llevan a cabo estudios.

epidemiológicos sobre varios tipos de cáncer que se presentan frecuentemente en Puerto Rico, 35  
---Page Break--- [Además, en colaboración con la División de Aplicaciones Clínicas de Radio-  
{isótopos se emplea la medicina nuclear para el estudio del efecto de irradiación terapéutica en los tejidos normales, etc. **PROGRAMA DE RESIDENCIA EN RADIOTERAPIA**, este programa, reconocido y aprobado por la Junta Americana de Radiología, tiene como objetivo ofrecer entrenamiento en Radioterapia según los requisitos establecidos por dicha Junta. Los candidatos deben ser médicos con un año de internado, por lo menos, o su equivalente con experiencia clínica. El período de entrenamiento dura tres años, pero se requiere un año adicional de práctica supervisada o investigación antes de ser admitido a los exámenes de la especialidad. Durante el entrenamiento, los médicos se familiarizan con el diagnóstico de cáncer, la evaluación de la

extensión y la radiosensibilidad del tumor, la selección del tratamiento apropiado y el planeamiento y la administración de la terapia con radiaciones. Obtienen conocimientos en oncología a través de trabajo supervisado con pacientes de cáncer, tanto en clínicas externas como hospitalizados, y por medio de las aplicaciones de materiales radioactivos tales como radio, estroncio, cobalto e iridio. Los residentes en el programa participan en actividades de control de cáncer, incluyendo el funcionamiento del Registro Central del Cáncer, experiencia clínica con los diferentes métodos de detección de cáncer, educación pública y profesional en cáncer, y funcionamiento de una clínica de tumores. Las actividades regulares de la enseñanza abarcan: conferencias semanales sobre planteamiento de las diferentes modalidades de terapias, conferencias semanales sobre diversos problemas clínicos de cáncer, conferencias semanales de las Juntas de Tumores del Hospital Municipal y del Hospital Universitario respectivamente; seminarios semanales del Centro Nuclear, visitas semanales a los pacientes hospitalizados, conferencias de

patología quirúrgica, conferencias sobre ciencias básicas y seminarios sobre interesantes tópicos de enfermería. Como parte del programa de adiestramiento se ofrecen los siguientes cursos especiales: ---Page Break--- "A RADIOLOGÍA ESTADÍSTICAS MÉDICAS RADIOISÓTOPOS RADIOBIOLOGÍA 'OTROS CURSOS OFRECIDOS CONFERENCIAS SOBRE RADIOTERAPIA (MEDICINA 371), Ofrecido a estudiantes de tercer año de medicina, CURSILLO DE RADIOTERAPIA. Curso mínimo de uno a doce meses de duración. Este curso se ofrece para médicos con experiencia previa en radioterapia interesados en conocer técnicas especiales o deseos de llevar a cabo proyectos de investigación, CURSO PRÁCTICO SOBRE CÁNCER PARA ESTUDIANTES DE MEDICINA {Uno a dos meses de duración, Participan aquellos estudiantes de medicina en su tercer o cuarto año de estudios, interesados en ampliar sus conocimientos en el campo de cáncer. Se ofrece adiestramiento en los métodos empleados en el diagnóstico del cáncer, se familiarizan con las características clínicas de las neoplasias y aprenden los tratamientos de elección en los diferentes tipos de cáncer. ADIESTRAMIENTO PRÁCTICO PARA TÉCNICOS DE RADIOTERAPIA, ENFERMERAS Y PERSONAL DE SALUD RADIOLOGICA. Con duración de un mes o más según las necesidades a satisfacerse, se ofrece un curso cuyo propósito es familiarizar al participante con las técnicas empleadas en la División de Radioterapia y Cáncer. El adiestramiento es ofrecido en colaboración con la División de Salud y Seguridad Radiológica. ---Page Break--- ---Page Break--- OPERACIÓN DE REACTORES. La División opera y proporciona mantenimiento a los reactores nucleares del CNPR y su equipo auxiliar. Su propósito fundamental es apoyar la labor investigativa y educativa de otras divisiones del Centro. La División tiene sus propias actividades educativas que giran en torno del adiestramiento de personal para la operación de reactores. Ofrece cursos especializados a efecto que no conllevan acreditación universitaria. Las facilidades más importantes con que cuenta la División para cumplir su

‘cometido incluyen: Un reactor tipo piscina de dos megavatios de potencia y ‘capacidad de pulsos de dos mil megavatios; un reactor de toluidina acuosa tipo 1-77 de 10 vatios de potencia: una fuente de cobalto-60 en una piscina de irradiación; celdas mecánicas para manipular material altamente radioactivo y un generador de neutrones de 150 KV. Además opera y mantiene todo el equipo auxiliar relacionado con la operación de los reactores tales como los tubos de haz, el sistema de irradiación “rabbit”, irradiadores gamma, la compuerta de transferencia a las celdas de alta actividad y todo el sistema de purificación y enfriamiento del agua de la piscina. ‘Todas las instalaciones se encuentran en la sede de Mayagüez del CNPR, localizada en el campus del Recinto Universitario de la UPR. El interesado podrá ‘obtener información adicional sobre el programa de adiestramiento y solicitar ‘admisión al mismo dirigiéndose directamente a la División de Reactores en el mismo lugar o escribiendo a la División de Reactores, Centro Nuclear de

Puerto Rico, Mayagüez, Puerto Rico, 00708, CURSOS OFRECIDOS CURSO CNPR PARA OPERADOR DE REACTOR, Ofrece « los aprendices 'de operador la preparación académica necesaria para una instrucción técnica 'más avanzada en la operación y mantenimiento de reactores de investigación, del CNPR. Seis meses de duración 'CURSO CNPR PARA SUPERVISOR DE REACTOR. Basado en las necesidades del individuo interesado en este tipo de adiestramiento, El aprendiz se relaciona con equipo eléctrico, electrónico y mecánico asociado con los 29 ---Page Break --- reactores del CNPR. Aprende las normas y reglamentos que rigen los procedimientos de operación, se familiariza con el reactor. Las técnicas y procedimientos de irradiación de muestras son revisadas al igual que las técnicas para la preparación de mapas de flujo 'en el núcleo, distribución de neutrones y cálculo del grado de quemado de 'combustible. Son tratados los problemas rutinarios de mantenimiento de equipo y componentes de reactores y también los problemas básicos de seguridad de

'peración del reactor. Duración de nueve a doce meses. Para admisión al curso se requiere el grado de Bachiller en Ciencias de Ingeniería Eléctrica, Mecánica o Nucleares. CURSO CNPR DE REPASO PARA OPERADOR DE REACTOR. Un repaso del adiestramiento para operador de reactor. Dos meses de duración. 40 ---Page Break--- SALUD Y SEGURIDAD. La División de Salud y Seguridad del CNPR administra el programa de seguridad del laboratorio. Al efecto, tiene a su cargo la implementación de normas de seguridad contra el riesgo de contaminación e irradiación, y las regulaciones de seguridad contra fuegos y contra accidentes del trabajo. Además, la División desarrolla diversos programas educativos que incluyen adiestramientos en normas técnicas de seguridad del trabajo, con énfasis en seguridad radiológica; proyectos de investigación en los cuales pueden participar estudiantes avanzados; y estudios programados hacia la Maestría en Ciencias, en Física Radiológica (Mayagüez) y Salud Radiológica (Río Piedras). Los programas de estudios avanzados son ofrecidos por la División a través de los Departamentos correspondientes de la Universidad de Puerto Rico (UPR) donde el interesado debería dirigirse en solicitud de admisión o de información más detallada. Las solicitudes referentes al adiestramiento especial pueden ser remitidas directamente a la oficina de la División en el Edificio Biomédico en Río Piedras. Los trabajos de investigación son emprendidos bajo la tutela de miembros de la facultad del CNPR que tienen nombramiento conjunto en el Departamento universitario en que está matriculado el estudiante. CURSOS Y ADIESTRAMIENTOS ESPECIALES. ADIESTRAMIENTO EN FÍSICA RADIOLOGICA. Enseñanza práctica de técnicas que abarcan: dosimetría en radioterapia, técnica radiológica operacional, investigaciones en física y desarrollo de instrumentación de medicina nuclear. Adiestramiento disponible mediante arreglos con la División de Radioterapia y Cáncer y la División de Aplicaciones Clínicas en Río Piedras. ADIESTRAMIENTO EN SALUD RADIOLOGICA. Enseñanza práctica de

técnicas en todas áreas de salud radiológica. Se incluye dosimetría del personal, mantenimiento de registros, vigilancia ambiental, y salud radiológica en hospitales. Se cuenta con un laboratorio de dosimetría de personal, de salud ambiental, un reactor de un millón de vatios de tipo piscina y departamentos modernos de medicina nuclear y radioterapia, a ---Page Break --- MAESTRÍA EN CIENCIAS EN FÍSICA RADIOLOGICA. El programa hacia la maestría en Física Radiológica se ofrece a través del Departamento de Biología del Recinto Universitario de Mayagüez (UPR) en colaboración con el CNPR. El programa es similar en contenido temático al de Salud Radiológica ofrecido en Río Piedras. Su enfoque es más académico que este último y por tanto permite mayor énfasis en investigación y especialización. Incluye la investigación de tesis y requiere arreglos especiales a través del Director del Programa para cursos que no se ofrecen en Mayagüez y tienen que tomarse en el Recinto de Ciencias Médicas en San Juan. Información completa sobre

este programa podrá obtenerse mediante correspondencia con el: Director de Estudios Graduados, Recinto Universitario de Mayagüez (UPR), Mayagüez, Puerto Rico, 00708. MAESTRÍA EN CIENCIAS EN SALUD RADIOLOGICA. El programa hacia la Maestría en Ciencias en Salud Radiológica es ofrecido por el Departamento de Salud Ambiental de la Escuela de Salud Pública (UPR) en colaboración con la División de Salud y Seguridad del CNPR. El continuo aumento en el uso de la radiación nuclear en Puerto Rico y el resto de América Latina, y la escasez de personal adecuadamente preparado ofrece la oportunidad de especializarse en el campo de la protección radiológica a candidatos provenientes de los campos de las ciencias físicas, ingeniería y disciplinas médicas y paramédicas relacionadas con la salud pública. El programa práctica. Puede extenderse dependiendo de las necesidades del estudiante, aunque deberá completarse en un plazo no mayor de cinco años. Su duración es de seis meses, incluidos dos meses de El candidato deberá poseer.

El grado de Bachiller en Ciencias o su equivalente, con especialidad en ciencias físicas, biológicas, ingeniería y matemáticas, debe tener un índice académico aceptable. Debe haber aprobado por lo menos un curso de un año (seis horas crédito) a nivel universitario de cada una de las siguientes materias: física, química y biología. Es deseable que haya aprobado cursos de matemáticas, incluyendo el estudio de ecuaciones diferenciales. Aquellos que no tengan los requisitos de admisión pueden completar el verano anterior a la apertura del curso o mediante acuerdo al efecto con el Director del Programa durante el año.

Candidatos extranjeros que no llenen los requisitos académicos previos podrán ser aceptados como estudiantes especiales mediante comprobación de que los estudios que han realizado resultan equivalentes al grado de Bachiller de la Universidad de Puerto Rico. El estudiante deberá completar satisfactoriamente un total de cuarenta horas crédito de labor académica, de los cuales treinta estarán constituidas por asignaturas requeridas y diez por electivas. Al completar su programa de estudios, el estudiante especial recibirá un Certificado de Asistencia; el estudiante regular recibirá el grado de Maestría en Ciencias especializado en Salud Radiológica. Información adicional sobre este programa, incluyendo el plan de cursos para el mismo, puede obtenerse dirigiéndose a: Departamento de Salud Ambiental de la Escuela de Salud Pública, Recinto de Ciencias Médicas, U.P.R., San Juan, Puerto Rico, 00905.

INVESTIGACIONES Entre los proyectos de investigación que actualmente se desarrollan hay estudios sobre: Técnicas calorimétricas en la dosimetría de rayos X de energía bajas; patrones de inactivación por calor de metaloenzimas antes y después de la irradiación; mediciones de dosis durante los exámenes abdominales de rutina con rayos X en Puerto Rico; parámetros que afectan la función de transferencia modulativa de sistemas radiológicos de imágenes, y medida de la distribución de energía de neutrones alrededor de un.

reactor de 2MW 'ipo piscina 'CURSOS OFRECIDOS EN COLABORACIÓN CON LA UNIVERSIDAD DE PUERTO RICO Recinto de Ciencias Médicas 'CNPR 601. FÍSICA DE LAS RADIACIONES. Dos horas crédito, Curso general de física de las radiaciones diseñado para familiarizar al estudiante con las propiedades generales de la materia, la radiación y la interacción de la radiación con la materia. Se da énfasis especial a la estructura atómica y nuclear, la física de las partículas subatómicas, la desintegración radiactiva y la interacción de la radiación con la materia. La enseñanza consiste de dos horas semanales de conferencia por un periodo de dieciocho semanas, 43 ---Page Break--- NPR 505. RADIOQUÍMICA. Dos horas crédito, Curso general de radioquímica diseñado para familiarizar al estudiante con la producción de radicales

libres y los efectos químicos de las radiaciones en general. Se da énfasis especial a la radioquímica de las soluciones acuosas no lineales, orgánicas y macromoleculares. La enseñanza consiste de dos horas semanales de conferencia por un periodo de dieciocho semanas. NPR 510. RADIOBIOLOGÍA. Dos horas crédito. Curso general de radiobiología diseñado para familiarizar al estudiante con los efectos de la radiación en organismos vivos, incluyendo desde las formas más elementales de vida hasta los organismos más complejos. Se da énfasis especial a la relación entre dosis y efecto, la teoría de blancos, la transferencia lineal de energía y el efecto del oxígeno. La enseñanza consiste de veintisiete horas de conferencias y nueve sesiones de laboratorio por un periodo de dieciocho semanas. NPR 615. EFECTOS DE LA RADIACIÓN EN MAMÍFEROS Y EN HUMANOS. Dos horas crédito. Este curso se puede considerar como la continuación del curso CNPR 510 (Radiobiología) y trata sobre los efectos biológicos de la radiación en los mamíferos y los humanos desde el punto de vista fisiológico y patológico. Se da énfasis especial a la relación entre dosis y efecto, efectos debidos a la exposición a la radiación en forma aguda y crónica. La enseñanza consiste de dos horas semanales.

de conferencias por un periodo de dieciocho semanas. Requisito previo: CNPR 510 y los productos por radiación y efectos tardíos, este NPR 520. DETECCIÓN DE RADIACIONES para familiarizarse con los conceptos, dos horas crédito. Este curso se centra en los principales métodos y directrices para la detección de radiación. Se da énfasis especial a los tipos de detectores (detectores de gases, detectores de centelleo, detectores en estado sólido) y sus aplicaciones para detectar radiación alfa, beta y neutrones. La enseñanza consiste en horas de conferencias y una sesión de laboratorio, por un periodo de dieciocho semanas CNPR 625, DOSIMETRÍA DE RADIACIONES. Dos horas crédito. En este curso se discuten la tecnología, métodos y técnicas para medir las dosis de radiación. Se da énfasis especial a la métrica de dosis absorbida. Se incluyen todos los tipos de fuentes de radiación. El curso está diseñado para familiarizar al estudiante con los distintos tipos de dosímetros conocidos y sus aplicaciones.

---Page Break--- La enseñanza consiste en veintisiete horas de conferencia y nueve sesiones de laboratorio por un periodo de dieciocho semanas. Requisito previo: NPR 501 y CNPR 520. NPR 530. ANÁLISIS DE LOS RIESGOS RADIOLOGICOS. Dos horas crédito. Se discute la filosofía de la protección radiológica y el desarrollo de normas para dicha protección. Se da énfasis especial al análisis de los riesgos radiológicos y las medidas de protección, celdas de blindaje, concepto de efectividad biológica relativa, factor de calidad, dosis máximas permisibles y concentraciones máximas permisibles. La enseñanza consiste en treinta y seis horas de conferencias. CNPR 835. PROTECCIÓN CONTRA RAYOS X. Una hora crédito. Se discute la física de la producción de rayos X, los componentes de las unidades de rayos X y los riesgos que presenta este tipo de radiación para el personal médico y paramédico. Se da énfasis especial a los monitores para el personal y la calibración y supervisión de las unidades de rayos X convencionales. La enseñanza consiste en doce horas de conferencias y doce sesiones de

laboratorio, NPR 540. DECONTAMINACIÓN Y MANEJO DE DESPERDICIOS RADIATIVOS. Una hora crédito. Se discuten la contaminación accidental y los procedimientos de decontaminación. Además, se discute el manejo de desperdicios radiactivos y los modos de disponer de éstos. Se da especial énfasis al tratamiento de desperdicios radioactivos de nivel alto e intermedio. La enseñanza consiste de doce horas de conferencias y doce sesiones de laboratorio. NPR 545, LEYES Y REGLAMENTOS SOBRE SALUD RADIOLOGICA. Una hora crédito. En este curso se discuten las recomendaciones del Comité Nacional para Protección Radiológica y el Comité Internacional de Protección Radiológica. Se da especial énfasis a los de Energía Atómica y el Departamento de Transporte y el Código de Reglamentos Federales en

Título 10 Partes 20 y 30. El curso está diseñado para familiarizar al estudiante con las leyes y reglamentos federales y estatales que rigen la producción, posesión, uso y transferencia de materiales radiactivos. La enseñanza consiste de una hora de conferencia semanal por un periodo de dieciocho semanas. ---Page Break--- CNPR 565. ELECTRÓNICA BÁSICA. Dos horas crédito. En este curso se discuten los principios fundamentales de electricidad y los circuitos básicos, dando énfasis a aquellos circuitos usados comúnmente en los aparatos de conteo. La enseñanza consiste de dieciocho horas de conferencias y treinta y seis horas de laboratorio. NPR 599. PRÁCTICA EN EL CAMPO DE OPERACIÓN. Cuatro horas crédito. Esta práctica provee al estudiante la oportunidad de observar la administración de programas de Protección Radiológica en centros nucleares previamente seleccionados. Se ponen a disposición del estudiante las facilidades del Centro Nuclear de Puerto Rico, incluyendo el reactor para investigación de 2 MW-TRIGA, el reactor de bajo potencia, el acelerador lineal, así como fuentes de Cobalto-60 y las unidades de teleterapia. También se cuenta con las facilidades de reactores de potencia según estas se van desarrollando, las facilidades del Departamento de Salud de Puerto.

Rico y del Centro Médico. El entrenamiento permite suficiente flexibilidad como para adaptar las necesidades e intereses del estudiante. El estudiante debe someter un informe serio al final del período de adiestramiento. La práctica cubre los temas dos CNPR 550. RADIATIVIDAD AMBIENTAL. Dos horas crédito. En este curso se discuten la radiactividad natural, las leyes de desintegración radiactiva, y se le da especial énfasis a las técnicas de conteo a bajo nivel y de muestreo ambiental. Se incluye además el análisis del aire, agua, terreno, vegetación y leche. La enseñanza consiste en dieciocho horas de conferencias y treinta y seis horas de laboratorio. NPR 555, SEGURIDAD EN LA OPERACIÓN DE REACTORES. Una hora crédito. Este curso está diseñado para familiarizar al estudiante con los fundamentos del control de la reacción nuclear en cadena. Se da énfasis a los circuitos especiales y dispositivos de seguridad. El curso incluye visitas a reactores nucleares. La enseñanza consiste en 16 horas de conferencias y demostraciones. SCRAM NPR 560, TECNOLOGÍA DE REACTORES. Dos horas crédito. Este curso familiariza al estudiante con el desarrollo actual de la tecnología de reactores, los básicos del diseño de reactores, el uso de la energía nuclear en reactores de potencia, y los problemas. Incluye el estudio de fisión, reacciones en cadena y elementos de radiación involucrados. También se ofrece para estudiantes que no se especializan en Salud Radiológica. MPSP 251. FUNDAMENTOS DE SALUD RADIOLOGICA. Dos horas crédito. Para candidatos a los grados de Maestría en Salud Pública, Maestría en Ciencias Sanitarias y Maestría en Educación Sanitaria. Este curso se ofrece por espacio de dieciocho semanas a razón de una conferencia de dos horas por semana. Conceptos básicos de física nuclear, radioquímica y radiobiología. Principios y métodos de protección contra riesgos de las radiaciones enfatizando los aspectos de seguridad radiológica y el uso médico de los radioisótopos y otras fuentes de radiación. Naturaleza e interacción de las

radiaciones con la materia detección y medición de la radiación; efectos biológicos clase de exposición: métodos de protección; control y eliminación de desechos radiactivos; aspectos legales y administración de programas de higiene radiológica. Recinto de Mayagüez, (UPR) BIOL, 601. FÍSICA RADIOLOGICA I. Cuatro horas crédito. Tres conferencias y periodo de tres horas de laboratorio por semana. Enfoque biológico al estudio de los efectos de la radiación y la radiología con el propósito de recuperar los síntomas y desarrollar medios efectivos para reducir al mínimo la exposición del hombre a las radiaciones. Requisito previo: FIS. 446. o FIS. 656. BIOL, 699, INVESTIGACIÓN DE TESIS, seis horas crédito a ---Page Break--- ---Page Break---