

# PRNC152

PRNC -152

PROGRAMAS DE ADIESTRAMIENTO

Y ESTUDIOS

CENTRO NUCLEAR DE PUERTO RICO

DIRIGIDO POR LA UNIVERSIDAD DE PUERTO RICO PARA (A COMISION DE ENERGIA

ATOMICA DE LOS ESTADOS UNIDOS DE AMERICA SEGUN CONTRATO ~ AT (40-70-1823

---Page Break---

---Page Break---

?TABLA DE CONTENIDO

Informacion General ceed

?Trasfondo Institucional 1

Facilidades Generales . 2

Programas de Adiestramiento y Estudios 3

Investigacion 4

Estudios Académicos 4

Informacion Sobre Admision 4

Cursos Académicos 7 5

Servicios de Informacin y Eduesci3n 5

Becas 8

Aplicaciones Clinicas de Radioisstopos Lee 8

Ciencias Agricolas Tropicals. 6... u

Ciencias Fisieas . 15

Ciencias M3dicas y Radiobiologia 9

Giencia Nuclear 23

Ingenieria Nuclear See a

Radioecologia See 33

Hadioterapia y Oncologia 2 a8

Salud y Seguridad... See a

---Page Break---

---Page Break---

## INFORMACION 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 respondió esencialmente a la necesidad de proveer un entorno de actividades de investigación

?nuclear para serie de América Latina

La primera pelda del CNPR fue colocada en 1

¿ibn del comps

¿ones del campus del Recinte Univers

a iniciase a consteue

oe faiidades del reactor nuctew ubiwado en las inmedia

Ro, Simultan

1 de Mavagen «L .

rmiente, se estableció un programa de adiestramiento en tadisterapia y oneolo

sa en eonjuneión eon as facilis del Recintw de Ciencixs Medien localiza

ddo.en el área metropolitana de Sun tan. A partir de M51 ox divers prograr

mun del CNPR que colaboran ot alguns medida von los Revintos Univeestarios

n Juan y Rio Pec fueron agrupados en el Ediiciy iomédiew del Cen-  
tre Médico de Puerto Rico, stato en ef ee vis del Jes metropolitan en  
Rio Pied,

en

foment

rman

+ uhieuen de fos programas del Centro responde a

n prelominente de fis revintos univetsitarias co que mayoeRe:

te colaboran Ast puss los programas rela tonal con las wieneias médcns

p localizhosen Rio Purss, importante sector de la vapital puerto

"Mauna de 800,000 habitantes. Las programs roloewonados vn ts agriculture

1 ngemteria se encuentran en Mag 1 india de

7OWUO hubtantes radieada en ts costa occidental de Puerto Ri

a dos y me:

a hors por avin, Existen programas

nedeas y Mags,

ener ste, 8 Quimies ¥ Fi

El medissnbiente

tas y acoetns plays hacen dost ska un fuga ileal pr las vidas

sno de Pere Rice selmi rade, bells camp

feucainas «ha mvestyicrin, Resta, ade, us medio eeukigaeament

{eyoso pas estudiar as aplicaciones de a cen mule a los pleas

?ondlicomes kas amas tropicals, Por tn

wim eel we de fas Américas,

+1 Centro es lugar de encuentro de eienticos. gnieron exhicadares de todo

Com foe ampartante de ly setiidades nusteares eke Amétiea  
Latina. et CNPIC seve la catia universal del progres elentiion

---Page Break---

## PACILIDADES GENERALES

El CNPR cuenta con failidades fsicas amplias y diversificadas, el mas ade-  
lantado equipo disponible y personal altamente eapacitado. Las facilidades  
principales del Centro extrn stuodas en Rio Piedras (cede administrativa)  
dentro del complejo institucional del Centro Médico de Puerto Rico, y en  
?Mayagiie x dentco del complejo institucional formado por el Recinto Universi  
dex (UPR) y la Bstacidn Experimental Federal. Existen instala-  
ies en of Bosque Nacional de Luguillo ¥ en Punta Guanajbo  
(tayagivez), El Ceniro cuenta con un personal total de alrededor de 250 em.  
pleados

## 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 radiología química, radiobiología, bioquímica, biofísica, localización de tumores por imagen y radioterapia. Cuenta además, con talleres, alojamientos para animales, sala de recuento y de descontaminación. depósito de radioisótopos, salones de clase y demás instalaciones necesarias, Hay también un equipo completo de laboratorio para el adiestramiento en todas las técnicas de radiología,

En otro campo de la medicina, el Centro Nuclear posee una unidad de teleterapia de 6000 curies de cobalto 60 y fuentes de Lantano diversos. 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 otros 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 disponibles de los participantes en los programas del Centro Nuclear.

MayaGuez

1 Edificio del Reactor y anexa en Mayaguez dispone de gran variedad de elementos para la investigación. Tiene un reactor tipo piscina de dos megawatts capacidad de pulsar de dos mil megawatts, con tubos de haces de neutrones columna termal. Cuenta de irradiación gamma, generador de neutrones de 150 KV, y otras importantes instalaciones de equipo experimental. Incluyendo dos espectrómetros para detectar de neutrones, Existe una piscina subterránea de uranio natural, moderada por grafito. Y un reactor homogéneo de diez watts. Estos se usan para entrenamiento e investigación, Otros medios

---Page Break---

ora la iradiaciin son: uns fuente gama de eobalto-60 de 2,000 curies,  
[equehas fuentes de neutrones, mquinas especiales de rayos X y celdas  
?calientex? pura manejar material altamente radioactivo. Hay laboratorios  
?especialmente equipados para trabajos en radioquiimica,fsica del estado soli-  
do y enstalografia de rayos X. Ademisi. hay laborstorios especializados que  
'neluyen invernaderos pars estudios biologicos. El laboratorio de conteo tiene  
varios anaizadores multcanales. de transistores, asf coma contadores conven-  
cionales. Tambi3n hay disponibles talleres de meccinica,electrnica y soplado,  
de vidrio. El programa de biologia marina tiene un laboratorio para andlisis de  
ementos trazay yun barco de investigaei3n marina, el Palumbo de 275  
toneladas y 95 pies de largo.

## PROGRAMAS DE ADIESTRAMIENTO Y ESTUDIOS

to Nuclear de 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 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 conocimientos 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: Aplicativo

es Clínicas de Radioisótopos. Ciencias Agrícolas Tropicales, Ciencias Físicas,  
Ciencias Médicas y Radiobiológicas, Ciencia Nuclear, Ingeniería Nuclear, Radio-  
ecología, Radioterapia y Cáncer. Reactores, Salud y Seguridad. Las Divisiones  
operan en forma administrativamente autónoma bajo una administración

central toda correspondencia relativa a sus programas deberá ser dirigida  
directamente a las mismas

## ADiestramiento

Los programas de adiestramiento giran en torno al aprendizaje práctico de  
técnicas nucleares y la utilización de material radiactivo. El adiestramiento  
puede consistir de períodos variables de entrenamiento práctico informal

de seminarios y cursos de organización más formal. Por lo general el participante  
en este tipo de actividad busca perfeccionarse en algún área de conocimientos  
relacionada a su campo profesional o académico, salvo determinadas excepciones

---Page Break---

Jos cursos de adiestramiento no conllevan reconocimiento académico por ta Universidad de Puerto Rico. Cada Divisin es responsable por sus propias actividades de adiestramiento y determina la eligblidad del interesado para participar de las mismas. El solicitante deber? entrar en acuerdo con la Divi ?sin que administra el tipo de adiestramiento que interes

## INVESTIGACION

[Los programas de investigacin del CNPR hacen énfasis en la aplicacin de téenieas, equipo ¥ materiales nucleares al desarrollo del conoeimiento cienttico. El adistramiento en el uso de las mismas es necesariamente parte Jntogrante de est actividad. En general. las investigaciones que se realizan

bajo cada Divisin proveen amplio campo al estudiante avanzado para com pletar sus estudios de tesis al nivel de Maestefa 0 Doctorado en Ciencias (Ph.D.)

La participacin en proyectos del CNPR. o el uso de sus facilidades para, Investigaciones de tess est ablerto al estudiante mediante arteglos hechos a traves del Departamento universitario o nstitución que lo auspicia la Div: ibn correspondiente del Centro, Adems de las facldades, se provee asesora- rmiento individual en tos trabajos que se realizan,

## ESTUDIOS ACADEMICOS

Los cursos universitarios listados en este Boletín son ofrecidos como elaboración 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 en mayor parte de los programas de cursos hacia los grados en los cursos en las facultades del Centro por personal de esta institución nombrado conjuntamente por la Universidad. En ambos casos, los Departamentos correspondiente 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.

## INFORMACION SOBRE ADMISION

### ADIASTRAMIENTO

Por lo general la matrícula en los programas de adiestramiento y cursos especiales ofrecidos por el CNPR resulta del contacto y/o correspondientes que

---Page Break---

Se establece el interés con la División correspondiente, y depende de acuerdos y artículos matutinos elaborados al efecto. Para solicitar la admisión formal el candidato deberá someter el formulario de Solicitud de Admisión debidamente cumplimentado, acompañado 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

Oficina del Director

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 las UPR a través de los cuales se ofrecen los cursos académicos en lista,

## SERVICIOS DE INFORMACION Y EDUCACION

La División de Servicios de Información y Educación provee diversos servicios esenciales para el buen funcionamiento de los programas educativos del CNPR,

Coordina la programación de las actividades de adiestramiento de las otras

Divisiones, especialmente con respecto a uso de los salones y otras facilidades

del Centro. Asimismo administra la utilización de servicios tales como salón de lectur, talleres de reproducción y fotografía, asistencia editorial,

te, Mantiene los archivos sentrales de todas las publicaciones« informes

?originados en el Centro. La Division también es responsable de prepara infor

?mes sobre actividades educacionales para la Comision de Energia Atomica y

agencias,

La Division provee una gama de servicios para los estudiantes y visitantes|

?del Centro Nuclear. Atiende + los estudiantes extranjeros y nuevo personal

---Page Break---

yudkindolos a encontrar alojamiento, recibir sus pertenencias y expedir los

?wimites de visa, Recibe estudiantes visitantes, ofreckéndoles peculss y conte  
renciasinformales y mostrindoles las facilidades del CNPR. También opera  
tuna filmoteca de la Comision de Energia Atomica que proporciona peliculas  
para ser exhibidas en todo Puerto Rico,

## BECAS

El Director de esta Division. como Ofiial de Educaciin det CNPR admi  
nistrados programas de becas. El Programa Keyonal de Desarrollo Teeno-  
logico y Cientfico de la OBA. y el Programa de Asistencia Economica para  
Estudiantes del CNPR de América Latina

Profesionsles de América Latina son elegibles para becas del Program  
Regional de In OEA para estudiar varias aplicaciones pactficas de la ene  
nuclear. Requisitos incluyen (a) Ser eiudadano o residente permanente de  
tuno de los Estados miembros de la OBA no sede del curso. ch Poseee un  
titulo profesional de nivel universitario con especializacin en uno de Jos  
?campos relacionsdos. (c) Poseer buen conocimiento dl idioma espaol si éste  
ro eç su verniculo. (d) Ser recomendado por una entidad gubernamental o  
privada que deberd garantizar que utilizard a su regreso sus servicios ¥ 10s co-

nocimientos 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 Latinoamericano que desea realizar estudios avanzados en el CNPR. Un comité selecciona los becarios y les otorga estipendios máximos, que generalmente cubren gastos de alojamiento, según las circunstancias de cada uno. El interesado deberá comunicarse con el rector de la División del CNPR donde expone adie

Divers instrumentalidades gubernamentales de Estados Unidos y organismos internacionales proveen oportunidades de beca para estudiantes de América Latina. Algunos de los programas más importantes son los siguientes:

---Page 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

jos de salud de los gobiernos pureipantes, promuwv la cooperacion entre  
srupos cietifies y profesionales que contribyen al mejoramiento dela  
salud y mejorar los estindares de ensefianza y ndhestramiento en las profesion.  
?es afines a la salud y la medicina. El eandidato deberd tener el endoso de su  
{Eobierno y comprometerse a series programa nacional de salud por un petio  
do de tes aos al finalizar sus estudios. El interesido deberi sliitar através  
del servicio nacional de salud de su pas o seribiendo dirvctamente a: Pan  
American Health Organization (PAHO), Par American Sanitary Bureau,  
Regional Office of the World Health Organieation, 525 Twenty-?Thinl Street,  
Washington, D.C.. 200037, US...

El Onganismo Internacional de Energia Atbmica (Internat  
Energy Agency) Kaerntnerring 11, Vienna I, Austeaa,afece becas aseguibles  
?estudiantes de América Latins, Este programs no cubre las reas de estudios  
en medicina

---Page Break---

---Page Break---

## APLICACIONES CLINICAS DE RADIOISOTOPOS

La Division de Aplicaciones Clinicas 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 énfasis en el manejo de técnicas que en su análisis científico. No conllevan acreditación universitaria, El solicitante para la mayoría de los cursos deberá acreditar conocimientos equivalentes al "Curso Básico de Técnicas de Radioisótopos" (Vea Ciencias Físicas)

Para desarrollar los cursos contamos con los siguientes elementos que extraeremos de las disposiciones de los estudiantes todo el tiempo que dure su entrenamiento

CCimara de Anger, cetero de grafo lineal, equipo de dos cabezales de instal

plano de inseripei n sineronzado para renogeamas y pruebas funcional,  
?equipos de un eaberal de cristal plano pura captación, eontadores de poz0.  
excalímetros. inseriptor de cuentas minuto « minuto, reproductor de foto  
rastreo a color, contador de cuerpo entero, ex  
?ara realizar pruebas diagnósticas. salas de exsimenes clínicos, de extracciones. de  
econtaminacion y esterilización, ete, Conlanos ademis con biblioteca, salon  
  
de conferencias y faeiidades pars proyección

?Todos los cursus ve oftecen en el CNPR Edificio bio-M dhe, Centro Médico  
{de Puerto Ries) Rio Piedras. donde se puede sliitarinformacin adicional  
Yyadmision « los mismos. La direcei n postal es  
Heights. San Juan, Puerto Rico 00936,

## CURSOS OFRECIDOS

?CURSO BASICO DE APLICACIONES CLINICAS DE RADIOISOTOPOS.

Este curso formal de ocho semanas, ofeefido al menos dos veces por af, pro:



vee a estuDisnte a oportunidad de aprender por experiencia directos los usos de radioisotopos 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 obtención, esto se logra mediante un programa de conferencias que incluye los procedimientos usados actualmente en las siguientes áreas de diagnóstico médico: desórdenes de tractos, sistemas cardiovascular, sistema renal, hígado, absorción gastrointestinal, aplicaciones hereditarias, 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  
regidas por ejercicios prácticos de radioisótopos en el Laboratorio: diseña  
las líneas de pacientes que han concurrido para pruebas diagnósticas, obser  
vación de procedimientos de laboratorio y demostraciones. La mayor parte  
del curso se desarrolla con participación personal o desempeño de trabajo di  
recto de laboratorio bajo la tutela de la facultad médica y técnica de la Divi  
sión, Al final del curso, el estudiante ha completado un promedio de por lo  
menos cinco procedimientos diagnósticos. El rendimiento mínimo exigido es  
de ochenta procedimientos adecuadamente ejecutados durante todo el período,

entrenamiento práctico en cualquiera de las áreas principales de la medicina  
nuclear bajo el tutelaje de la facultad de línea 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,

ADiestraniento en invesiigacion clinica. El participante concen-  
ta su atencion on algunas Gentes hscas y desanroll un proyecto de invest:  
scion clinica de st sntents particular, siempre que éte se considere dentro del  
?campo del programa de inventigicin del CNPR. Se tomard en cuenta la prepara  
alguns fase del proyecto, el cual seri considerado  
?con el objeto de hacer su peesentacion en una reunion cientifies 0 de su public

cin de un tabajo exert

feaciGn en alguna revista (Gente

INTERPRETACION CLINICA DE PRUEBAS CON RADIOISOTOPOS.

[A pedido de grupos de méaicos de determinadas expectaidades se ofrecen  
?cursos de interpretactnn clinics de fis pruebas eon radiolsétopus dentro dela  
specialidad deseads,

ORIENTACION A TRCNOLOGOS MEDICOS EN EL USO DE RADIOISO.

?TOPOS, Provee a lus estudiantes de tecnologia médica na introducein ala  
metodologi de los provedisientos de dignéstico eliice y de laboratorio con  
radiois6topos. Cube It aplicacin general de radiisStopos en diagnósticos y  
trstamientos que se usan actualmente en la pretica de ta medicina, Se hacen  
demostraciones para repaid ls orientacion tebe

CURSOS DE ACTUALIZACION DE UN TEMA PARTICULAR. Se suelen

?organiza cursos de alto nivel donde se pone al dis una o mis téenieas en particulse. como por ejemplo ano subre el eetud» de problemas pulmonares on radioistopwos pars médicos expecilistis,dictady por un profesor invitado, ben reconwcido comme desta en et tem

0

---Page Break---

## CIENCIAS AGRICOLAS TROPICALES

La Division de Ciencias Agricolis Tropicals del CNPR orece adiestramiento fen investigacin agricola y bioldgica, con énfasis en la utszaeiém de téemicas nucleares para resolve

Desarrolin programas de investigacin bisica en que resultan especialmente aplt cables las técnicas nuceares como instrumentos de anilisis, Lis cursos avanza 8 y la supervision de tess que se ofrece a través de st division peemiten a

?estudiantes interesados completar sus requinitos para e? grado de Maestefa en Ciencias Agrícolas, Biolgieas © Químicas.ofrecido por a Universidad de Puesto Rico (UPR)

problemas en el laboratorio encontradas en el campo:

Se cuenta con varias facilidades y moderna equipo para el estudio de aplicaciones nucleares a la agro-biología. Hay un nuevo edificio para laboratorio. Hay invernaderos, cámaras de crecimiento bajo condiciones controladas, parcelas de terreno para la siembra experimental, piscina de radiación gamma, cámara de rayos-X monocromáticos, equipo de cromatografía de gases y electroforesis, radiador de neutrones, etc. El ciclo de radionúcleos 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 con la acreditación universitaria). Los cursos son ofrecidos en Mayagüez por los Departamentos de Agronomía, de Biología y de Horticultura. El interesado deberá informarse directamente.

te-con el Departamento correspondiente,

## ADiestRAMIENTO ESPECIAL

### APLICACION DE TECNICAS NUCLEARES A LA AGRICULTURA.

Disponible por medio de arreglo especial con la Division de Ciencias Agrfoolas Tropicales del CNPR. £1 participante recibe adiestramiento sobre el uso de radiacin y radioisdtopos en la investigaein agricola. Puede inclu el ato de ?eutrones,radiacion beta, gama, rayos-X, y el uso de trizadores en sistemas bioldgicos,

u

---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 un bromo

en uno o más genes específicos tratando material en una fase determi-

na de la síntesis de DNA. Además, rayos X monocromáticos de energía igual o ligeramente sobre el límite de absorción-K del bromo se sabe son preferentemente absorbidos en átomos de bromo 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 con bromo 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 beneficiosas 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. 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  
levadas y alto contenido de metionina en la proteins del grano. Se estin per  
feccionando técnicas de tratamiento con calor a efecto de seleccionar mutan-  
testolerantes al calor y un método de dikución sot6pica para alslar mutantes  
?con alto contenido de metionina

?Se esti planeando un programa general de radiobiología de neutrones aplics  
doa las plantas fin de usar el exetor de investigieiones y el yenerador mono:  
cenergético de neutrones, La retardación en el crecimiento de plantas de semillero  
\_¥ cambios en patrones ioenaimticos de varios enzimos (peruxidasa.esterass,  
?dehidrogenass) en soya han sido empleados como indies en los estos,

?Téénicas nuclear tales como dilucion sotdpiea y anslisis por activación de  
n de micro cantidades de aminodcidos y ciertos  
elementos que constituy?en grupos prostéticos en sistemas enzimticos y vita  
rminas, sç stn probando como métodos ul  
evan a cab extudios del efecto de la radaciin en polfmeros macromoleculares  
?sistemas cnzimitico tals como : estudio del efeto de la radseién en el peso  
rmolectlar. procesos de depolimerizacidn, y einética de la accion de enzimas en



les on micro anslisis. También se

2

---Page Break---

?Sistemas enzimaticos expuestos a a radiaetén ionizante,

{Las relaciones entre la facultad de la Divisién y cientificos de Centro y Sur América permite ls extensin y correlacin de las dreas de investigacin arriba ?mencionadas a problemas significativos a través de as Américas,

(CURSOS OFRECIDOS EN COLABORACION CON  
EL RECINTO DE MAYAGUEZ (UPR)

AGRO. 562 - TECNICAS NUCLEARES EN LA INVESTIGACION AGRICOLA.

?Tees horas crédito. Dos conferencias y un laboratorio de tres horas por semana

Este curso es una introducción al uso de eudiación y al manejo de radioisótopos

en la agricultura, El laboratorio consiste de demostraciones y experimentos

diseados para ilustrar estos usos. Requisitos previos: MAT. 102 y QUIM. 102

AGRO. 699 - INVESTIGACION Y TESIS EN AGRONOMIA. Una a seis horas crédito, Uno ses periodos por semana, Investigacion sobre cosechas a nivel de Maestria. Incluye la presentacin y diseusion de una tess como parte de los equisitos para la Maestriaen Ciencias con una concenteaci en cosechas,

HORT. 605 - TECNICAS NUCLEARES EN LA INVESTIGACION HORTICOLA.  
Para descripeid ve AGRO. 582,

HORT, 699- INVESTIGACION ≠ TESIS EN HORTICULTURA. Dos a seis horas crédito. Uno a tres periods de investigacion por semana cada semestre. Investigacion sobre horticultura aun nivel de Maesteia, inciuyendo la presenta ción y discusion de una tesis como parte de los requisitos para la Maestrfa en Gieneias Agrondmicas con concentracién en horticultura

BIOL. 614. TECNICAS NUCLEARES EN LA INVESTIGACION BIOLOGIA,  
?Tres horas crédito, Dos conferencias de una hora y un laboratorio de tres horas por semana. El curso cubre el uso de radiaciones y rodioisStopos en investigacio-

es botanicws,zooldgieas y biologia marina, Requisito Previo: BIOL. 811

BIOL, 618 - CITOGENETICA. ?Tres horas crédito, Dos conferencias y un labo  
?ntorio de tres horas por semana, Estudio de los prinipios hisicos de citogenet  
«a incluyendo heveneix mendeliana, significado evolutive y genética de las  
Variaciones en la estructura cromosomica, nimeros y comportamiento, efectos  
sitogendticos de agentes iscos, quimicos y biodgieos, y el progreso reciente  
aleanzado en el estudio de os efectos eftogenéticos de la radiacin,

a

---Page Break---

BIOL. 645 - PROBLEMAS ESPECIALES EN BIOLOGIA NUCLEAR. Dos a  
cuatro horas crédito. De dos «cuatro perfodos de investigaciin por semana,  
Problemas de investigacin en la aplicacdn de técnicas nucleares a la biologi,  
{Los proyectos pueden ineluir el uso de neutrones. radiacion beta, gamma,  
?yosX, ete, en sistemas biologicns el uso de trazadores y otros aspectos de  
biologie nuclear, Requisito previo: BIOL. G14 y aprobaci3n del proyecto de

investgacion por to menos dos meses untes de matricukase nel curso

BIOL. 699 -INVESTIGACION. De uns seis horas evi. Uno a seis

períodos de investigación por semana, Investigación para tesis.

QUIM, 566 - QUIMICA DE ALIMENTOS. Cuatro horas crédito, Curso para estudiantes avanzados resumiendo la química de los cursos alimenticios principales y de los aditivos en Tox alimentos. Incluye la nutrición y los efectos de los tratamientos de procesamiento en su composición química. El laboratorio demuestra métodos de análisis de alimentos. Requisito previo: QUIM. 561

QUIM, 601 - RADIOQUIMICA, 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 básicas para medicina de radiactividad y su aplicación a problemas químicos: se dan consideración a tres temas de protección radiológica,

PARA TESIS DOCTORAL. De una a doce

QUIK, 699 - INVESTIGACION

horas crédito por semest

u

---Page Break---

CIENCIAS FISICAS

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 Instituto 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 (UR) ofreciendo cursos en apoyo de respectivos programas de estudio hacia la Maestría en Ciencias. Ofrece también oportunidades y facilidades para la investigación al nivel graduado en favor de la 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 en toda la vida académica de los estudiantes del Departamento 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 espectrometros para ultravioleta, visible e infrarrojo, un espectrofotómetro, dos cromatografos de gases, un polarímetro y un aparato de fotofluorimetría,

Todos los cursos ofrecidos a través de la División tienen lugar en el Laboratorio Biológico del CNPR en el Centro Médico de Puerto Rico, en Río Piedras.  
© en el Laboratorio de Ciencias Naturales del Recinto Universitario de Río Piedras.

Información adicional y admisión al curso bis 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.

6

---Page Break---

#### 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

biológica, estadísticas y otros temas relacionados con el uso de sustancias

radioactivas. Además de las conferencias, el trabajo de laboratorio adiestra

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

que haya un uso individual de los instrumentos disponibles. Este curso es

reconocido por la Escuela de Medicina como Bioquímica y Nutrición 413 (re-

quisito previo: tener preparación académica

equivalente a un Bachillerato en Ciencias

## INVESTIGACIONES

En física de estado sólido actualmente se estudia 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 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 paramagnética y la absorción simultánea de dos fotones. Se han detectado centros

con valores G distintos. Algunos de los centros 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 radiométricos

La primera de ellas incluye estudios de la radiólisis de compuestos orgánicos de azufre, efectos estereoquímicos en química de las radiaciones y la síntesis de clones de las moléculas heterocíclicas por medio de la técnica de aislamiento en matrices. Otro tema de investigación es el mecanismo de sustitución aromática inducido por radiación, especialmente de hidroxilación por medio

de irradiación de soluciones acuosas de compuestos aromáticos. Se relaciona este estudio con el trabajo de este autor. También se investiga la marcación con tritio de retroceso de sales orgánicas de litio.

{Los estudios radioisotópicos incluyen la preparación de sustancias orgánicas marcadas con  $TiO$  y  $C^{14}$  y sus usos en el estudio de mecanismos de reacción: y estudios de centelleo en fase gaseosa. Se realiza, además, investigación en apoyo de estos estudios sobre la cinética de las reacciones orgánicas y

6

---Page Break---

sobre efectos cuántico-mecánicos.

CURSOS OFRECIDOS EN COLABORACION CON LA  
UNIVERSIDAD DE PUERTO RICO

(Departamentos de Física y Química, Recinto de Río Piedras)

FIS. 501. . INVESTIGACION PARA TESIS DE MAESTRIA EN FISICA. Una  
8 seis horas crédito, Investigación bajo supervisión de un miembro de la facultad para aquellos estudiantes que preparen una tesis para crédito.

QUIM. 364 - QUIMICA FISICA II, Tres horas crédito, Estudio de los estados

de estado, regla de fases, química de soluciones y electroquímica. Introducción

QUIM, 397.398. - INVESTIGACION NO.GRADUADA. Mediante autorización:

«Por especial del director del Departamento se utilizan las facilidades de laboratorio

del CNPR para investigación a nivel de bachillerato,

QUIM. 464. - QUÍMICA FÍSICA AVANZADA. Tres horas crédito, Conferen-

cias 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 propieda-

des de sustancias radiactivas; aspectos químicos de los procesos nucleares,

técnicas 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 ala estructura y simetela molecular, deducida de los espectros de rots  
ción y de vibración, Incluye el eileulo de funciones termodinimicas de los  
datos espectrosepicos.

QUIM. 599, . INVESTIGACION PARA TESIS DE MAESTRIA EN QUIMICA.

Maximo de seis horas crédito. El estudiante realizar au trabajo de investigacibn  
bajo a direceidn de au consejero. La presentacién de una testes requisito para  
obtener crédito.

QUIM. 660. - FOTOQUIMICA ¥ QUIMICA DE RADIACION. Tres horas  
crédito, Tres horus de conferencis por semana, Presentacidn de los peinelpios

n

---Page Break---

2a y consecuencias qufimicas de la acein re

bisicos para entender la nat

proceso de la radiación electromagnética con la materia,

QUIM. 699, - INVESTIGACION PARA TESIS DOCTORAL EN QUIMICA.

De una a doce horas crédito por semestre

18

---Page Break---

## CIENCIAS MEDICAS Y RADIOBIOLOGIA

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 se dirige a resolver problemas que se presentan en zonas tropicales, no por eso se deja de estudiar aplicaciones de las radiaciones y los isótopos radiactivos en estas zonas climatológicas,

La División cuenta con facultades para realizar estudios en biología molecular, radiobioquímica, 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,  
e adiestramiento y entrenamientos especiales sobre algunos problemas de  
Laboratorio, ofrecidos en las facultades del Centro; y cursos con acreditación  
académica ofrecidos total o parcialmente en el Recinto de Ciencias Médicas o  
?on 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  
cuya dirección es: Estación Postal de Caparra Heights, San Juan, Puerto  
Rico 00985. La matrícula para cursos con el propósito de obtener acre  
?ditación solo podrá hacerse a través del Departamento correspondiente  
del recinto de Ciencias Médicas

## CURSOS REGULARES

Cursos ofrecidos regularmente por la División, Los cursos numerados con-  
Nevan acreditación académica solamente cuando son tomados como cursos  
Descripción y autorizados por el Departamento correspondiente del Recinto de  
Ciencias Médicas de la UPR,

VIROLOGIA (MICROBIOL. 402) tres horas crédito, Estudio de las caracte-  
rísticas fundamentales de los virus. Conferencias, laboratorio, demostraciones  
y lecturas asignadas, Matricula mediante acuerdo especial

19

---Page Break---

CULTIVO DE TEJIDOS Y TÉCNICAS DE RADIOISÓTOPOS A NIVEL  
CELULAR Y SUB-CELULAR, RADIOBIOLOGIA Y TUMORGENESIS  
(MICROBIOL, 405), Técnicas 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, laboratorio, demostraciones y lecturas asigna-  
das, Matricula mediante acuerdo especial

RADIOBIOLOGIA 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 radiobiología diseñado para familiarizar al estudiante con los efectos de la radiación en organismos más complejos. Se da énfasis especial al relación entre dosis y efecto, la teoría de blancos a transferencia lineal de energía y el efecto del

sesiones de laboratorio por un periodo de dieciocho semanas.

NPR 515, EFECTOS DE 1. RADIACION EN MAMIFEROS 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 psicológico, Se da énfasis especial al relación entre dosis y efecto. efectos



debidos a exposicion « la radisetin en forma aguas y erémica.sindomes

cm en tos mamiteros ¥

?producidos por nidivciin y efectos trios, etc. La ensehunza consiste de dos horas semanales de conferencia por un petiido de dieciocho seman

Requisito previ: CNPR520,

?TECNICAS INSTRUMENTALES EN INVESTIGACIONES BIOQUIMICAS

Y APINES, (BIOQ\_V NUT. 414) Dos horas eréito, Introduces a la inves-  
tigacton form en Bolo ¥ Bioguimiea, Tos estudiantes se familiarizan con  
tuna gran varied de

vos et lugar de ners: manipalaciin de insteumentos especicos, Conferen:

?as, visitas ¥ demostractones de lborator,

trumentos desde el enfoque de tos prineipios envuel-

ADIFSTRAMIENTOS ESPECIALES

+ ofreadesteamiente especial en ls utiizacibn de diversas thems y

ko tenes médias y

dos sin aevetac

wiobislogia, A igual que en e caso

el adiestramiento

indo son

20

---Page Break---

especial esti ahierto a personal médieo 0 téenico cuyas actividades profesiona:

les requiere la ampliacion de determinados conocimientos metodalégicos, Se

oftecen los siguientes

**ADIESTRAMIENTO ESPECIAL**

PARA EL ESTUDIO DE PARASITOS Y VIRUS POR MEDIO DE RADIOISOTOPOS,

ADiestramiento Especial

EN CENTRIFUGACION POR GRADIENTE DE DENSIDAD Y OTRAS TECNICAS

DE BIOLOGIA MOLECULAR,

ADiestramiento Especial,

EN EL USO DE RADIOISOTOPOS EN EL METABOLISMO INTERMEDIARIO,

ADiestramiento Especial

EN MICROSCOPIA ELECTRONICA

INVESTIGACIONES,

Los programas de investigacion que cubre la Division se refieren a aspectos radiobiologicos en diferentes sistemas, muchos de los cuales tienen importancia en paises tropicales. La Division 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 conocer

relacion 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 detalles informen sobre los trabajos de investigacion que se realizan referase al más reciente Informe Anual del CNPR,

## INVESTIGACIONES DE TESIS

La Division hace disponible sus faciidades y la atesorfa de miembros de su facultad a estudiantes avanzados que realizan investigaciones de tess. Dicho servicio se provee para estudiantes de los programas de Maestris y Doctorado en Ciencias ofrecidos por los Departamento graduados de los Recintos Universitarios de Rio Piedra y de Ciencias Médicas, en los que miembros de la facultad de esta Division

cn nombramiento conjunto como prof

By

---Page Break---

En términos generales, los cursos de tesis numerados 500 corresponden a la Maestría y conllevan un máximo de cuatro horas de acreditación, Los cursos de tesis numerados 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,

---Page Break---

## CIENCIA NUCLEAR

[La División de Ciencia Nuclear del CNPR tiene como finalidad elaborar 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 un 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 radiografía 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 estar ofreciendo

algunos de los mismos. Si interesado debes dirigirse directamente al Departamento correspondiente del recinto referido, donde podrías obtener información completa sobre los programas de estudio, preparación requerida, y procedimiento

8 seguirse para obtener admisión

¿CURSO ESPECIAL,

ADIASTRAMIENTO EN APLICACIONES NUCLEARES EN LAS CIENCIAS,  
FÍSICAS. Ofrecido en las facilidades del CNPR en Mayaguez, 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 (etourea, metionina,  
¿tioning, te.). También se estudia  
(Resonancia electrónica paramagnética), Se estudian los ¿tomos ealientes?  
CF) en compuestos aromáticos sólidos y líquidos.

resclives intermedios mediante REP

---Page Break---

En física se estudian las propiedades físicas estructura y efectos de radiación en sólidos. También el comportamiento "exótico" (T<sub>T</sub>) de materiales ferroeléctricos y magnéticos. Además, propiedades electrónicas y Ópticas de muestra cristalinas: halógenuros 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 armonización, 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 COLABORACION CON  
EL RECINTO DE MAYAGUEZ (UPR)

FIS, 587.597. INTRODUCCION A LA FISICA DEL ESTADO SOLIDO.



Seis horas crédito, Tres conferencias semanales cada semestre. Introducen 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 electrones libres de los metales, superconductividad, excitones, fotoconductividad y luminiscencia. Requisito previo: FIS. 476.

FIS. 649, INTRODUCCION A LA ESTADISTICA FISICA. Tres horas crédito, Tres conferencias 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, INVESTIGACION FISICA. 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. QUIMICA DE ALIMENTOS, Cuatro horas crédito. Un curso para graduados y no graduados avanzados, que reseta la química y las principales fuentes de alimentos y aditivos de alimentos, cómo se desempeñan éstos en la nutrición, y el efecto producida por procesos de tratamiento en su composición química. Demostraciones de métodos de análisis de alimentos en el laboratorio, Requisito previo: QUIM. 861

QUIM, 571. QUIMICA NUCLEAR. Tres horas crédito, Tres conferencias semanales. Descripción de los conceptos fundamentales de la física nuclear. Temas escogidos sobre propiedades nucleares, fuerzas y estructuras nucleares, radiactividad y relaciones matemáticas de la desintegración radiactiva; estática, reacciones nucleares, efectos de radiaciones y transiciones nucleares; aplicación de los fenómenos nucleares a química y a campos relacionados, Requisito previo: MAT. 122 y QUIM, 102,

cia nuclear.

QUIM, 601. RADIOQUIMICA. Tres horas crédito. Dos conferencias y un periodo 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. TECNICAS DE RADIOQUIMICA AVANZADA. Tres horas crédito, Dos conferencias y un periodo de cuatro horas de laboratorio por semana, Un curso avanzado que cubre el estudio comprensivo de las aplicaciones químicas del fenómeno radiactivo con énfasis en operaciones específicas de radioquímica, Requisito previo: QUIM. 571 ó QUIM. 601.

QUIM. 674. CINÉTICA QUÍMICA. Tres horas crédito, Tres conferencias semanales, Teoría de electrolitos 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. INVESTIGACION QUIMICA. Seis horas crédito, Cada estudiante  
?escogerá como consejero a un miembro de su facultad. Se quiere presentar  
una tesis para recibir crédito por el cuts.

---Page Break---

---Page Break---

## INGENIERIA NUCLEAR

?La División de Ingeniería Nuclear del CNPR ofrece programas de adiestra-  
miento, estudios avanzados e investigación en áreas de la ingeniería que en  
?wuelven 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 cincuenta 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 test 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 con las siguientes facilidades

• 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 Visiflex 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

7

---Page Break---

podría obtenerse directamente a la oficina de esta División en Mayagüez,

Información sobre el programa de Maestría 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 el uso de explosivos nucleares en la minería. Los estudiantes aplican los conocimientos adquiridos trabajando en proyectos especiales asignados individualmente o en grupo.

ADiestramiento ESPECIAL EN INGENIERIA NUCLEAR, Se estudian las diferentes fases de operación y mantenimiento relacionadas 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 subcrítico

que están siendo llevados a cabo. El mayor servicio que se obtiene de los reactores

es la activación de neutrones. En esta área se investiga

así como 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 sub

crítico 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

stn siendo realizado 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 calcopita 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 de punto 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  
INGENIERIA NUCLEAR DEL RECINTO DE MAYAGUEZ (UPR)

ING. NU. 561. INTRODUCCION A LA INGENIERIA NUCLEAR. Tres horas  
crédito, Tres conferencias por semana. Fisiología nuclear y reacciones neutrónicas:  
series 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. RADIOISOTOPOS EN LA INGENIERIA. Dos horas crédito,

Dos conferencias semanales. Fundamentos del uso de radioisótopos en la industria  
y sus aplicaciones en la ingeniería

ING. NU. 565, APLICACION DE LAS UNIDADES DE OPERACION ALA  
PURIFICACION DE MINERALES RADIATIVOS. Tres horas crédito, Dos  
conferencias y un período de tres horas de laboratorio semanales. El curso

---Page Break---

¿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 extracciones líquido-líquido en  
¿3 aplicaciones a la ingeniería químico-nuclear. Requisito previo: MAT. 222,

ING. NU. 601. TECNOLOGIA 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, TECNOLOGIA DE REACTORES NUCLEARES II, Cuatro

horas crédito, Tres conferencias y un periodo de tres horas de demostraciones  
?en el laboratorio semanales. Conducción térmica en elementos combustibles  
?bajo condiciones constantes y condiciones dependientes del tiempo; fusión  
térmica en el disco de intercambiadores de calor; sistemas que usen metales  
líquidos; sistemas de combustible circulante; comportamiento en tiempo, de  
reactores; reactores de cría y conversión; introducción a los aspectos económi-  
?cos en la operación de un reactor; problemas de diseño en la ingeniería de  
reactores. Requisito previo: ING. NU. 601 ó ING. ME, 442.

ING. NU. 603. MEDICIONES NUCLEARES B INSTRUMENTACION. Tres  
horas crédito. Una conferencia y dos periodos 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  
anticoincidencia, análisis de impulsos, espectrometría de neutrones, espectro-  
metría de rayos gamma, etc,

ING, NU. 604. ELECTRONICA DE DETECTORES NUCLEARES. Tres  
horas crédito, Tres conferencias por semana, Teoría básica de tubos electróni-  
cos, 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, discriminadores y cir-  
cuitos de coincidencia y anti-coincidencia,

---Page Break---

ING. NU. 605. ELEMENTOS DE INGENIERIA 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. INSTRUMENTACION DE REACTORES. Tres horas crédito. Dos conferencias y un período 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 neutrónica: 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 período 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 metalografía 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 semanales. 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

---Page Break---

ING. NU. 622, TEORIA AVANZADA DE REACTORES. Tres horas crédito,  
?Tres conferencias por remana, Teoria avanzada del transporte,  
actoresy teorfa de reactores heterogéneos. Requisito previo: ING. NU. 675,  
ING. NU 605, ING, NU. 621. Correquisito: ING. NU. 676.

tia de re-

ING, NU, 625, DISESO DE REACTORES NUCLEARES, Dos horas crédito.  
?Una conferencia y un periado de diseno de tres horas semanales, Aspectos de  
ta ingenierfa del diseio de reactores y del uso dela potencia nuclear. Requisito  
previo: ING. NU, 601  $\phi$  ING. NU. 602,

ING. NU. 626, LABORATORIO DE REACTORES. Tres horas crédito. Dos  
conferencias y perfodo de cuatro horas de laboratorio por semana, Problems  
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 disco 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. INVESTIGACION 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. MATEMATICA DE LA CIENCIA MODERNA 1. 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 estudio de las transformaciones

MAT. 676. MATEMATICA 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---

## RADIOECOLOGIA

La Division de Radioecologia del CNPR ofrece oportunidades de realizar Investigaciones ecológicas utilizando técnicas nucleares especializadas. La Division administra dos programas básicos de investigación, el de ecología marina con sede en Maysgilet y el de ecología terrestre con sede en Rio Piedras, En ambos lugares existen programas activos para científicos y estudiantes graduados interesados en el estudio de la ecología tropical

## BIOLOGIA MARINA,

{Las actividades en biología marina se relacionan con la determinación de los movimientos de elementos trazaseleccionados, 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?  
¿Menciona 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, ¿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

1 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, Centro Nuclear de Puerto Rico, College Station,  
Mayagüez, Puerto Rico, 00708,

## BOOLOGIA TERRESTRE

El objetivo fundamental que persigue este programa es la comprensión de los  
sistemas evolutivos terrestres en el trópico. El enfoque principal se dirige hacia  
el ciclo biogeoquímico, comportamiento animal, y análisis de la cadena alimen-

ta

---Page Break---

ticia 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 alojamiento para investigadores visitantes, La estación cuenta con colecciones de referencia de plantas e insectos.

Para información adicional escribir al Director, Biología Terrestre, Centro [Nuclear de Puerto Rico, Estación Postal de Caparra Heights, San Juan, Puerto Rico, 00835.

---Page Break---

## RADIOTERAPIA Y ONCOLOGIA

{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 de 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 desde adiestramiento: unidades de telecobalto, máquinas de rayos-X para terapia: Plutonio, 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 bioestadísticas, salones de conferencias, 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  
de laboratorio relacionados con la enfermedad. Las amplias facilidades, mo-  
delo equipo y reserva de pacientes del Centro Médico de Puerto Rico se uti-  
zan para estudios clínicos relativos a la evaluación de los resultados de tratamien-  
tos de diferentes modalidades terapéuticas así como también de las variaciones  
existentes en fraccionamiento y relación tiempo y dosis de radiación. Los estu-  
dios 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 Radio:

El programa tiene como objetivo el 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

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

li

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 oficina de tumores

Las actividades regulares de la enseñanza abarcan: conferencias semanales sobre planteamiento de las diferentes modalidades de Leaps, conferencias ?emanates sobre diversos problemas clinicos de céneer. conferencias semana:

Jes de las Juntas de Tumores del Hospital Munieipal y del Hospital Universita: rio respectivamente; seminarios semanales del Centro Nuclear, visitas semana les a los pacientes hospitalizados, conferencias de patologin quinirgica, confe- rencias sobre ciencias bisicas y seminari sobre interesantes topicos de efneer. Como parte del programa de adiestramiento se ofrecen los siguientes cursos especiales:

---Page Break---

"A RADIOLOGICA

ESTADISTICAS MEDICAS

RADIOISOTOPOS

RADIOBIOLOGIA



## ?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 radio-  
terapia interesados en conocer técnicas especiales o desearos de llevar a cabo  
proyectos de investigación,

### CURSO PRACTICO SOBRE CANCER 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  
estas neoplasias y aprenden los tratamientos de elección en los diferentes tipos  
de cáncer.

### ADIESTRAMIENTO PRACTICO PARA TECNICOS 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 Divi-  
sion de Radioterapia y Cancer. El adiestramiento es ofrecido en colaboración,  
con la Division de Salud y Seguridad Radiologica

aq

---Page Break---

---Page Break---

## OPERACION DE REACTORES

La División de Reactores 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 conlleven 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 solución acuosa tipo TRIGA 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  
hace, 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 fallidas se encuentran en la sede de Mayaguez del CNPR, localiza-  
da 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, Mayaguez, Puerto Rico, 00708,

## CURSOS OFRECIDOS

CURSO CNPR PARA OPERADOR DE REACTOR, Ofrece « los aprendices  
de operador la preparación académica necesaria para una instrucción técnica  
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 necesi-  
dades del individuo interesado en este tipo de adiestramiento, El aprendiz se  
relaciona con equipo eléctrico, electrónico y mecánico asociado con los

---Page Break---

reactores del CNPR. Aprende las normas y reglamentos que rigen los procedimientos de operación, se familiariza con las técnicas y procedimientos de irradiación de materiales y 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. Se tratan los problemas rutinarios de mantenimiento de equipo y componentes de reactores y también los problemas básicos de seguridad de operación 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  
{el adiestramiento para operador de reactor. Dos meses de duracion

40

---Page Break---

## SALUD Y SEGURIDAD

{a Division de Salud y Seguridad del CNPR administra el programa de  
seguridad del laboratorio, Al efecto tiene a su cargo la implementacion de  
normas de seguridad contra el riesgo de contaminacin e irradiacion, y las  
reglamentaciones de seguridad contra fuegos y contra accidentes del trabajo,

Ademis, la Divisin desarrolla diversos programas educativos que incluyen  
diestramientos en normas técnicas de seguridad del trabajo, con énfais en  
seguridad radiologica; proyectos de investigación en los cuales pueden partic  
Par estudiantes avanzados; y estudios programados hacia la Maestia en Cien-  
as, en Fisiea Radiologica (Mayagez) y Salud Radioldgies (Rio 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 deberá 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 RADIOLÓGICA.** Enseñanza práctica de técnicas que abarcan: dosimetría en radioterapia, física 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 RADIOLÓGICA.** Enseñanza práctica de técnicas en todas las áreas de salud radiológica. Se incluye dosimetría del personal

?mantenimiento de registros, vigilancia ambiental, y salud radiologica en hospi  
tales. Se cuenta con un laboratorio de dosimetefa de pelcul, de salud ambien  
tal, un reactor de un milién de vatis de tipo piscina y departamentos moder  
nos de medicine nuclear y radioterapia,

a

---Page Break---

## MAESTRIA EN CIENCIAS EN FISICA RADIOLOGICA

I programa hacia la maestafa en Fisica Radioldgiea se oftece através del  
Departamento de Biologia del Recinto Universitario de Mayagez (UPR Jen  
?colaboracién von el CNPR. El programa es similar en contenido tematico al  
de Salud Radiologi ofrecido en Rio Piedras. Su enfoque es mas acadmico  
{que este timo y por tanto permite mayor énfasis en investigucion y espe-  
cializacién,Ineluye la investigacion de tess y requierearreglos especiales a  
través del Director det Programs para cursos que no se oftecen en Mayagez  
¥ tienen que tomaree en of Recinco de Ciencias Médicas en San Juan,

Información completa sobre este programa podrá obtenerse mediante

correspondencia con el: Director de Estudios Graduados, Recinto Universita-

rio de Mayagüez (UPR), Mayagüez. Puerto Rico, 00708,

## MAGISTERIO EN CIENCIAS EN SALUD RADIOLOGICA

Un programa hacia el Magisterio 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 radio-

lógica a candidatos provenientes de los campos de las ciencias físicas, ingenie-

ras y disciplinas médicas y paramédicas relacionadas con la salud pública



El programa

práctica. Puede extenderse dependiendo de las necesidades del estudiante,  
¿debe completarse en un periodo no mayor de cinco años.

con una duración de doce meses incluidos dos meses de

El candidato deberá poseer el grado de Bachiller en Ciencias o su equivalente:

en alguna de las siguientes especialidades: ciencias físicas, ingeniería, matemáticas

o poseer un índice académico aceptable. Debe haber aprobado por lo menos

un curso de un año (Seis horas crédito) nivel universitario de cada una de

de las siguientes materias: física, química y biología. Es deseable que haya aprobado

dos cursos de matemáticas incluyendo el estudio de ecuaciones diferenciales,

Aquellos que no tengan los requisitos de admisión pueden cumplir

los requisitos el verano anterior a la apertura del curso o mediante acuerdo con el

Director del Programa

los durante

a2

---Page Break---

Candidatos extranjeros que no llenan 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 créditos 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 desechos durante los exámenes abdominales.

les 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 tipo piscina

?CURSOS OFRECIDOS EN COLABORACION  
CON LA UNIVERSIDAD DE PUERTO RICO

Recinto de Ciencias Médicas

?CNPR 601. FISICA 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. RADIOQUIMICA. Dos horas crédito, Curso general de radio:

¿químico diseñado para familiarizar al estudiante con la producción de radicales libres y los efectos químicos de las radiaciones en general, Se da énfasis especial « radioquímica de las soluciones acuosas inorgánicas, orgánicas y macromolecular). La enseñanza consiste de dos horas semanales de conferencia por un período 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 consistió de veintisiete horas de conferencias y nueve sesiones de laboratorio por un período 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 exposición a la radiación en forma aguda y crónica

La enseñanza onsite de dos horas semanales de conferencias por un período de dieciocho semanas. Requisito previo: CNPR 510

síndromes producidos por radiación y efectos tardíos, etc

CNPR 520. DETECCIÓN DE RADIACIÓN

Este curso familiariza al estudiante

CONES, Dos horas de teoría, Este curso

trabaja con los principales métodos de

detección para la detección de radiación, Se da énfasis especial a Tsien de los detectores (detectores de gases, detectores de centelleo, detectores en estado sólido) y sus aplicaciones para detectar radiación alfa, beta y neutrones, La enseñanza consistió en horas de conferencia y un laboratorio

y una sesión de

al, por un período de dieciocho semanas

CNPR 625, DOSIMETRIA DE RADIACIONES. Dos horas créditos. En este

curso se discuten la te

los métodos y técnicas para medir las dosis de ra

ción. Se da énfasis especial a la medición de dosis absorbida, Se incluyen todos

los tipos de fuentes de radiación, El curso está diseñado para familiarizar ab

al estudiante con los distintos tipos de dosímetros conocidos y sus aplicaciones,

4

---Page Break---

La enseñanza consiste de veintisiete horas de conferencia y nueve sesiones

de laboratorios por un período de dieciocho semanas, Requisito previo:

NPR 501 y CNPR 520.

NPR 530. ANALISIS DE LOS RIESGOS RADIOLOGICOS. Dos horas

ito. 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, células de blindaje, concepto de efectividad biológica relativa, factor de calidad, dosis máximas permisibles y concentraciones máximas permisibles. La enseñanza consiste de treinta y seis horas de conferencia

CNPR 835. PROTECCION 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 de doce horas de conferencias y doce sesiones de laboratorio,

NPR 540. DECONTAMINACION Y MANEJO DE DESPERDICIOS.

RADIATIVOS, Una hora crédito, Se discuten la contaminación accidental y los procedimientos de descontaminación. 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 bajo 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 aspectos de Energía Atómica y el Departamento de Transporte y el Código de Reglamentos Federales y 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



CNPR 565. ELECTRONICA BASICA. 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. PRACTICA EN EL CAMPO DE OPERACION. 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 la disposición del estudiante las facilidades del Centro Nuclear de Puerto Rico, incluyendo el reactor para investigación de 2 MW-TRIGA, el reactor de baja 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 adaptarse a 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 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 de dieciocho horas de conferencias

y treinta y seis horas de laboratorio.

NPR 555, SEGURIDAD EN LA OPERACION DE REACTORES. Una hora

crédito, Este curso está diseñado para familiarizar al estudiante con los funda

mentos del control de la reacción nuclear en cadena, Se da énfasis a los circu

tos especiales y dispositivos de seguridad, El curso incluye visitas a reactores

nucleares. La enseñanza consiste de 16 horas de conferencias y demostraciones

SCRAM

NPR 560, TECNOLOGIA DE REACTORES. Dos horas crédito, Este curso

familiariza al estudiante con el desarrollo actual de la tecnología de reactores.

= básicos del diseño

de reactores, 1 uso de la energía nuclear en reactores de potencia, y los proble-

Incluye el estudio de fisión. reacciones en cadena elemen

?mas de radiación envueltos. También se ofrece para estudiantes que no se  
especializan en Salud Radiológica,

46

---Page Break---

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, radiológica 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 mater

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. FISICA RADIOLOGICA 1 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 reconocer 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, INVESTIGACION DE TESIS, Sets horas crédito

a

---Page Break---

---Page Break---