



UNIVERSIDAD NACIONAL DE CORDOBA
Facultad de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales
REACTOR NUCLEAR RA-0
CENTRO UNIVERSITARIO DE TECNOLOGÍA NUCLEAR CUTeN

a) Denominación

Diplomatura universitaria de formación continua en Reactores, Centrales Nucleares y Protección Radiológica.

b) Requisitos de ingreso (estudios primarios/ secundario/pregrado/grado/ posgrado, formación en área específica, etc).

Tener título técnico o de grado.

c) Objetivos

Generales:

Transferir al alumno conocimientos teóricos y prácticos relacionados con reactores y centrales nucleares.

Que el alumno comprenda la importancia de la Seguridad Radiológica y los métodos y mecanismos de seguridad en una instalación nuclear.

Específicos:

- Entender la física que rige el funcionamiento de un reactor nuclear.
- Interiorizar sobre el principio de funcionamiento de un reactor nuclear, tanto experimental como de potencia.
- Comprender los procedimientos de control y operación de un reactor nuclear.
- Entender las medidas de seguridad nuclear que se adoptan en las instalaciones con reactores nucleares.
- Comprender las medidas de Seguridad Física impuestas por los organismos reguladores.
- Comprender las etapas y las fases en la operación de un reactor nuclear: arranque, marcha, variaciones de potencia, apagado.
- Estudiar las soluciones técnicas a los sistemas de control de un reactor nuclear.
- Analizar potenciales accidentes en instalaciones nucleares y las medidas de mitigación.
- Adquirir conocimientos teórico-prácticos en Protección Radiológica.
- Analizar los instrumentos para la detección de radiaciones y los procedimientos para la calibración de detectores e instrumentos.

d) Justificación

La diplomatura se genera para transferir conocimientos y práctica experimental necesaria para tramitar permisos individuales para el manejo de radioisótopos y radiaciones ionizantes; como así también para renovar permisos individuales, o ante la necesidad de obtener formación para desempeñarse en el área nuclear, tanto en reactores de investigación, producción de radioisótopos, y radioprotección en el ámbito de reactores, ciclotrones, y de medicina nuclear.

Si bien el Centro Universitario de Tecnología Nuclear dicta cursos específicos, ninguno tiene la duración ni el alcance de una diplomatura, por su completitud.



UNIVERSIDAD NACIONAL DE CORDOBA
Facultad de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales
REACTOR NUCLEAR RA-0
CENTRO UNIVERSITARIO DE TECNOLOGÍA NUCLEAR CUTeN

Se espera brindar a la sociedad interesada en temas nucleares, la posibilidad de alcanzar un nivel de conocimientos teóricos y prácticos de nivel universitario.

e) Destinatarios (enunciar el perfil del postulante)

Es condición suficiente para el cursado de la diplomatura, que los postulantes acrediten una formación básica en ciencias exactas. De esta manera, el perfil de los postulantes abarca a títulos de grado y técnicos en el área de ingeniería

f) Pertinencia respecto a la/s unidad/es académica/s que la proponen

Las unidades académicas son:

Física, Química, matemáticas. Tecnicaturas en ciencias exactas, ingeniería, ciencias naturales.

Esta diplomatura es pertinente con las carreras de ingeniería dado que los profesionales-técnicos pueden optar por trabajar en los reactores y centrales nucleares del país, a partir de completar los conocimientos adquiridos en la FCEFyN, con los obtenidos en la diplomatura.

g) Estructura (módulos, unidades, carga horaria por módulos o por unidad, metodología)

La diplomatura debe abarcar un amplio contenido pertinente a reactores y centrales nucleares, como así también el de protección radiológica. El temario de contenidos está conformado por las siguientes unidades:

- **Reactores y Centrales Nucleares.** 32 horas
- **Física Nuclear.** 24 horas
- **Física de Reactores Nucleares.** 24 horas
- **Seguridad Radiológica.** 24 horas
- **Seguridad Nuclear.** 24 horas
- **Actualización en Protección Radiológica y Transporte.** 32 horas
- **Desarrollo de instrumentos portátiles de medición y detección de radiaciones.** 30 horas
- **Calibración de dispositivos para el control de calidad en unidades de radiodiagnóstico.** 30 horas
- **Calibración de dispositivos para el control de calidad en medicina nuclear.** 30 horas

Para alcanzar los objetivos formativos de cada una de las unidades, para el total de horas asignadas se tendrán en cuenta las horas frente a estudiantes, más las horas de trabajo autónomo previsto, como la preparación de trabajos y evaluaciones descriptas en el punto k) Modalidad de cursado.



UNIVERSIDAD NACIONAL DE CORDOBA
Facultad de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales
REACTOR NUCLEAR RA-0
CENTRO UNIVERSITARIO DE TECNOLOGÍA NUCLEAR CUTeN

h) Contenidos de cada unidad o módulo

- **Reactores y Centrales Nucleares.** Conceptos. Diferencias entre los reactores de experimentación y las centrales de potencia. Los reactores en Latinoamérica. Las centrales nucleares argentinas. Centrales PWR – BWR - PHWR.
- **Física Nuclear.** El átomo. Partículas subatómicas y sus interacciones. Radiaciones ionizantes. Decaimientos radiactivos. Interacción de la radiación con la materia. Detección de las radiaciones. Interacción de los neutrones. Fisión nuclear. Detección de neutrones.
- **Física de Reactores Nucleares.** Procesos físicos en el funcionamiento de un reactor. Origen de los neutrones. Tipo de interacción de neutrones en combustible, elementos estructurales y reflectores. Venenos neutrónicos. Combustible nuclear. Quemado de combustible. Espectro del flujo de neutrones. Ciclo de vida de los neutrones. Reactividad. Estados operativos de un reactor.
- **Seguridad Radiológica.** Magnitudes dosimétricas. Mediciones de dosis. Magnitudes operativas. Límites de dosis. Personal ocupacionalmente expuesto, pacientes y público. Dosis por irradiación e incorporación. Procesos metabólicos. Efectos biológicos de las radiaciones. Síndrome Agudo de Radiación. Protección Radiológica. Blindajes. Reducción de dosis por irradiación externa. Reducción de dosis por incorporación. Accidentes con fuentes radiactivas. Estudio de casos.
- **Seguridad Nuclear.** Mecanismos de seguridad en la operación de un reactor nuclear. Barras absorbentes de neutrones. Dispositivos de parada de emergencia. Sistemas de extinción. Análisis de una excursión de potencia. Prevención de accidentes de criticidad. Análisis de una pérdida de refrigerante en el circuito primario. Cultura de la Seguridad. Condiciones operativas sobre aseguramiento de la calidad.
- **Actualización en Protección Radiológica y Transporte.** Análisis de documentación del ICRP. Modificación de los límites de dosis a lo largo de los años. Principios Básicos de Protección Radiológica. Justificación. Limitación de Dosis. Optimización. Marco regulatorio. Normativas para el transporte de fuentes. Mecanismos de seguridad.
- **Desarrollo de instrumentos portátiles de medición y detección de radiaciones.** Planificación y desarrollo de instrumentación radiológica. Protocolos y procedimientos asociados a la dosimetría ambiental y personal.
- **Calibración de dispositivos para el control de calidad en unidades de radiodiagnóstico.** Consta de prácticas a realizarse en laboratorios del Reactor Nuclear RA-0, y del Hospital de la UNC.
- **Calibración de dispositivos para el control de calidad en medicina nuclear.** La práctica se realizará con instrumentos disponibles en el Reactor Nuclear RA-0.

i) Carga horaria total expresada en horas reloj y/o RTF

La carga horaria total es de 250 horas reloj.

j) Requisitos de ingreso, en virtud de las modalidades definidas.

Ser profesionales o técnicos de las áreas de ciencias exactas.



UNIVERSIDAD NACIONAL DE CORDOBA
Facultad de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales
REACTOR NUCLEAR RA-0
CENTRO UNIVERSITARIO DE TECNOLOGÍA NUCLEAR CUTeN

k) Modalidad de cursado

Modalidad de formato mixto. Uso de plataformas educativas para clases a distancia, y laboratorios del Reactor Nuclear RA-0 y Hospital de Clínicas para la parte práctica. Se utilizarán aulas híbridas provistas por la FCEFN. La fundamentación de la modalidad es con la intención de hacer extensiva la diplomatura a todo el país y a países vecinos que se desarrollan en el ámbito nuclear.

Las aulas virtuales estarán configuradas para que los estudiantes se puedan interrelacionar y compartir conocimientos. Durante el proceso de aprendizaje se hará un seguimiento y orientación. Para ello se dispondrá de foros (como espacio de construcción colectiva del conocimiento), donde se subirán los trabajos propuestos por el docente, tanto grupales como individuales, y herramientas de autoevaluación. Se trabajará en la resolución de situaciones problemáticas, propias de la temática abordada, con la finalidad de promover la búsqueda bibliográfica, investigación, y el trabajo en grupo.

Las prácticas consistirán en la resolución de ejercicios, preguntas, planteo de situaciones problemáticas, a modo de tareas grupales o individuales.

En la parte presencial, se trabajará con instrumentos de laboratorio y de prácticas en reactores nucleares., con la finalidad de transmitir conocimientos prácticos y destreza en la ejecución.

l) Cronograma de dictado

A convenir con cada cohorte, en función de grupos nacionales, internacionales o mixto. Una propuesta general es de lunes a viernes de 8 a 18 hs.

A continuación, se presenta un modelo:



UNIVERSIDAD NACIONAL DE CORDOBA
Facultad de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales
REACTOR NUCLEAR RA-0
CENTRO UNIVERSITARIO DE TECNOLOGÍA NUCLEAR CUTeN

Semestr e	ESPACIO CURRICULAR	Carga Horaria			Cronograma
		Teórica	Práctica	Total	
1	I. Reactores y Centrales Nucleares	25	7	32	Lunes a viernes de 8:00 a 18:00
1	II. Física Nuclear	20	4	24	Lunes a viernes de 8:00 a 18:00
1	III. Física de Reactores	20	4	24	Lunes a viernes de 8:00 a 18:00
1	IV. Seguridad Radiológica	20	4	24	Lunes a viernes de 8:00 a 18:00
1	V. Seguridad Nuclear	20	4	24	Lunes a viernes de 8:00 a 18:00
1	VI: Actualización en Protección Radiológica y Transporte	28	4	32	Lunes a viernes de 8:00 a 18:00
1	VII. Desarrollo de instrumentos portátiles de medición y detección de radiaciones	5	25	30	Lunes a viernes de 8:00 a 18:00
1	VIII. Calibración de dispositivos para el control de calidad en unidades de radiodiagnóstico		30	30	Lunes a viernes de 8:00 a 18:00
1	IX. Calibración de dispositivos para el control de calidad en medicina nuclear		30	30	Lunes a viernes de 8:00 a 18:00
Totales			138	112	250



UNIVERSIDAD NACIONAL DE CORDOBA
Facultad de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales
REACTOR NUCLEAR RA-0
CENTRO UNIVERSITARIO DE TECNOLOGÍA NUCLEAR CUTeN

m) Currículum vitae y datos de contacto del docente presentante.

En Anexo I.

n) Nómina de cuadro directivo o consejo académico (si lo presenta) y

Docentes

Director de la diplomatura: Carlos Sosa

Docentes: Carlos Sosa, Carlos Murúa, Eugenia Beyfeld.

o) Modalidades de evaluación

El aprendizaje se va a valorar con evaluación continua. Los estudiantes enviarán semanalmente sus actividades a los tutores, quienes harán las devoluciones utilizando las aulas virtuales que permiten calificar con valores de aprobado, insuficiente o corregir. Al igual que las autoevaluaciones, que son cuestionarios que califican automáticamente, y permiten al tutor hacer un seguimiento de cada estudiante. Este tipo de evaluación continua permitirá valorar el avance progresivo en el logro de las competencias propuestas. Finalmente habrá una evaluación sumativa para considerar la integración de los conocimientos en la resolución de un caso concreto, el cual se planteará teniendo en cuenta la aplicación de todos los conocimientos teóricos y prácticos adquiridos durante el desarrollo de la diplomatura. Se tendrán en cuenta todas las formas de evaluación para obtener el resultado final.

La combinación de ambas formas de evaluación se considera como una evaluación formativa, en la cual se promueve el desarrollo de procesos de pensamiento más que la exclusiva adquisición de conocimientos.

p) Requisitos de aprobación

Haber asistido al 80% de las clases teóricas y al 100% de los prácticos de laboratorio.

q) Bibliografía

Apuntes modulares provistos por el cuerpo docente. Como referencia la siguiente:

1. S. Glasstone, Ingeniería de reactores nucleares. 4ta ed., Barcelona: Reverté, 1968.
2. I. Kaplan, Física Nuclear. 2da ed., Madrid: Aguilar, 1962.
3. K. Krane, Introductory Nuclear Physics. 3ra ed., Nueva York: John Wiley and Sons, 1987.
4. J. Lamarsh, Introduction to Nuclear Reactor Theory, 3ra ed., LaGrange Park, 2002.
5. J. Ahn; F. Guarnieri, Resilience: A New Paradigm of Nuclear Safety. 1era.ed., USA: University of California Berkeley. 2017
6. IAEA, Radiation Protection Aspects of Design for Nuclear Power Plants, IAEA Safety Standards Series No. NS-G-1.13, 2005.
7. Prevención en el uso de radiaciones ionizantes. Superintendencia de Riesgos de Trabajo. 2021. Disponible en:

https://www.argentina.gob.ar/sites/default/files/prev_ionizantes_nov2021.pdf



UNIVERSIDAD NACIONAL DE CORDOBA
Facultad de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales
REACTOR NUCLEAR RA-0
CENTRO UNIVERSITARIO DE TECNOLOGÍA NUCLEAR CUTeN

8. Nuclear Physics Explained. Lawrence Weinstein. The Great Course. 2018.
<https://archive.org/details/nuclear-physics-explained/mode/2up?q=nuclear+physics>
9. IAEA, SSG-56 Design of the Reactor Coolant System and Associated Systems for Nuclear Power Plants, Viena, 2020.
https://www-pub.iaea.org/MTCD/Publications/PDF/PUB1878_web.pdf
10. Kestelman, Abraham J. y Ponce, Víctor H. (2020) Física Nuclear Básica para Ingenieros. / Basic Nuclear Physics for Engineers. Instituto Balseiro, Universidad Nacional de Cuyo, San Carlos de Bariloche. Disponible en:
<https://ricabib.cab.cnea.gov.ar/905/>

r) Modelo de Certificado a otorgar, de acuerdo al ANEXO II, que deberá

incluir la leyenda “El presente certificado no habilita para el ejercicio profesional”

Se utilizará el certificado que emite la Secretaría de Extensión de la FCEFYN de la UNC. Se adjunta un modelo.



UNIVERSIDAD NACIONAL DE CORDOBA
Facultad de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales
CENTRO UNIVERSITARIO DE TECNOLOGIA NUCLEAR
REACTOR NUCLEAR RA-0

ANEXO II

La **Facultad de Ciencias Exactas Físicas y Naturales** certifica que

XXXX
DNI/PP XXXX

Alcanzó la calidad de aprobado en la diplomatura de formación continua

Reactores, Centrales Nucleares y Protección Radiológica

de 250 horas de duración y un valor de 10 (diez) de CRE con evaluación final, desarrollada desde el 31 de marzo de 2023 al 4 de agosto de 2023.
Actividad aprobada por resolución RD-2023- -E-UNC-DEC#FCEFYN.
Se otorga el presente certificado a los 10 días del mes de septiembre del 2023.
El presente certificado no habilita para el ejercicio profesional.


Ing. Prof. Luis A. Bosch
Secretario de Extensión
F.C.E.F.y N.


Mg. Norma Adriana Chautemps
Directora CUTeN
Responsable Académica
F.C.E.F. y N.

