



MENDOZA, 3 de mayo de 2024.

VISTO:

El Expediente 732/2024, donde el Instituto Balseiro somete a consideración y ratificación del Consejo Superior la Ordenanza N° 5/2024-C.A., referida a la creación y organización curricular de la **DIPLMATURA DE POSGRADO EN FÍSICA MÉDICA CLÍNICA EN RADIOTERAPIA**, y

CONSIDERANDO:

Que dicha Diplomatura tiene como objetivo general capacitar al físico médico para que pueda desempeñarse de manera independiente, segura y eficaz en el ámbito clínico, siguiendo los lineamientos y recomendaciones del OIEA para el entrenamiento clínico supervisado.

Que los objetivos específicos son: cubrir las recomendaciones nacionales e internacionales respecto de la formación de físicos médicos clínicamente calificados; responder a la necesidad de implementar, de manera regular y sistemática, un programa de formación para físicos médicos que brinde los conocimientos y aptitudes óptimas para desempeñarse en el ámbito clínico como físico médico clínicamente calificado; entre otros.

Que, en Nota 29489/2024, obra informe técnico sobre la referida Diplomatura, en el que el Área de Diplomas y Carreras de la Secretaría de Investigación, Internacionales y Posgrado del Rectorado analiza el proyecto presentado en el marco de lo dispuesto por la normativa vigente en materia de Diplomaturas, Ordenanza N° 2/2015-C.S. y Resolución N° 3062/2015-R.

Que en Nota 35968/2024, contenido en las presentes actuaciones, obra el visto bueno de la Secretaría de Investigación, Internacionales y Posgrado del Rectorado y del Consejo Asesor de Posgrado.

Que la Comisión de Investigación, Internacionales y Posgrado de este Cuerpo aconseja ratificar la Ordenanza N° 5/2024-C.A. del Instituto Balseiro.

Por ello, atento a lo expuesto, lo establecido en el Artículo 20, Inciso 14) del Estatuto Universitario, lo dictaminado por la Comisión de Investigación, Internacionales y Posgrado y lo aprobado por este Cuerpo en sesión del 17 de abril de 2024,

EL CONSEJO SUPERIOR DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE CUYO
ORDENA:

ARTÍCULO 1º.- Crear, en el ámbito del Instituto Balseiro, la DIPLOMATURA DE POSGRADO EN FÍSICA MÉDICA CLÍNICA EN RADIOTERAPIA.

ARTÍCULO 2º.- Ratificar la Ordenanza N° 5/2024-C.A. del Instituto Balseiro, que como Anexo I, con CUARENTA Y NUEVE (49) hojas, forma parte de la presente norma, **referida a la organización curricular de la DIPLOMATURA DE POSGRADO EN FÍSICA MÉDICA CLÍNICA EN RADIOTERAPIA.**

Ord. N° 34/2024 _ _ _ _



-2-

ARTÍCULO 3°.- La presente norma, que se emite en formato digital, será reproducida con el mismo número en soporte papel.

ARTÍCULO 4°.- Comuníquese e insértese en el libro de ordenanzas del Consejo Superior.

Cont. Estelania Noelia VILLARRUEL
Secretaria General
Universidad Nacional de Cuyo

Cont. Esther Lucía SÁNCHEZ
Rectora
Universidad Nacional de Cuyo

ORDENANZA N° **34/2024** _ _ _ _ _

DIPLOMATURAS
ec_732-FÍSICA.MÉDICA IBA

ANEXO I

-1-



San Carlos de Bariloche, 16 de abril de 2024

VISTO:

La Ordenanza C.A./IB N° 8/23, obrante en Expediente N° 732/2024, por medio de la cual se aprobó la creación y organización curricular de la "Diplomatura de posgrado en Física Médica Clínica en Radioterapia", y

CONSIDERANDO:

Que, el 22 de diciembre de 2023, la Comisión Nacional de Energía Atómica ha brindado su conformidad a la creación de la citada Diplomatura (IF-2023-152035155-APN-CNEA#MEC).

Que, con posterioridad, la Universidad Nacional de Cuyo informó que en dicha ordenanza se definió incorrectamente a la mencionada diplomatura como carrera.

Que, por ende, el único cambio requerido es la mención al término "carrera" en la ordenanza correspondiente, lo cual constituye una corrección de carácter formal, no sustancial, manteniéndose invariables el resto de los términos de la ordenanza.

Por ello, atento a lo expuesto y en ejercicio de sus atribuciones:

EL CONSEJO ACADÉMICO DEL INSTITUTO BALSEIRO ORDENA:

ARTICULO 1°: Derogar la Ordenanza C.A./IB N° 8/23.

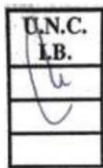
ARTICULO 2°: Solicitar al Consejo Superior de la Universidad Nacional de Cuyo que apruebe la creación de la "Diplomatura de posgrado en Física Médica Clínica en Radioterapia".

ARTICULO 3°: Aprobar la organización curricular de la "Diplomatura de posgrado en Física Médica Clínica en Radioterapia", a desarrollarse en el ámbito del Instituto Balseiro, según se detalla en el Anexo que consta de CUARENTA Y OCHO (48) hojas.

ARTÍCULO 4°: Solicitar al Consejo Superior de la Universidad Nacional de Cuyo la ratificación de la presente ordenanza.

ARTÍCULO 5°: Comuníquese e insértese en el libro de Ordenanzas del Consejo Académico.

ORDENANZA C.A./IB N°: 5/2024




Dr. Mariano I. Cantero
Director
Instituto Balseiro

ANEXO I

-2-

ANEXO

Diplomatura de posgrado en Física Médica Clínica en Radioterapia

1. Presentación

La propuesta de Diplomatura es elaborada en conjunto por el grupo de Física Médica del Departamento de Radioterapia de INTECNUS, en colaboración con la dirección del Área de Ciencias del Instituto Balseiro (IB).

El programa está en concordancia con las recientes recomendaciones del programa ARCAL del Organismo Internacional de Energía Atómica y la Asociación Latinoamericana de Física Médica¹, como así también con los lineamientos de los siguientes organismos nacionales e internacionales:

- IAEA – TCS50 - Capacitación clínica de físicos médicos especialistas en medicina nuclear.
- IAEA – TCS47 - Capacitación clínica de físicos médicos especialistas en radiodiagnóstico.
- IAEA - El físico médico: Criterios y recomendaciones para su formación académica, entrenamiento clínico y certificación en América Latina

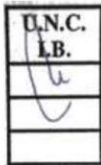
La diplomatura se desarrolla en modalidad presencial y está orientada a brindar una oferta de capacitación de físicos médicos clínicos a nivel internacional, sin el objetivo específico de obtener el permiso individual de la ARN.

2. Identificación del Proyecto

El proyecto está orientado a proveer a físicos médicos altamente formado en las competencias clínicas básicas en Física de Radioterapia, que les permita desempeñarse sin supervisión de otro físico médico en departamentos y servicios de esta especialidad, bajo las indicaciones y aprobación del cuerpo médico.

Unidad académica: Instituto Balseiro – UNCuyo, en estrecha colaboración con el Servicio de Radioterapia de la Fundación Instituto de Tecnologías Nucleares para la Salud (INTECNUS)

Responsables de la elaboración del proyecto por INTECNUS, Ing. Natalia Espector, Dr. Rodolfo Alfonso, Mgter. Julieta Irazoqui; por el Instituto Balseiro Dr. Marcelo Kuperman.



1

https://humanhealth.iaea.org/HHW/MedicalPhysics/TheMedicalPhysicist/IDMP/2021/Guias_LA_Region_E&T_MedicalPhysics_ARCAL_ALFIM.pdf
Anexo de la Ordenanza C.A./IB N° 5/2024

1

ANEXO I

-3-

Director: Mgter. María Julieta Irazoqui

Comité Académico²:

El funcionamiento de la Diplomatura en Física Médica Clínica en Radioterapia será supervisado por un Comité Académico, asesor del Consejo Académico del Instituto Balseiro.

El comité mencionado anteriormente será el mismo comité asignado en la carrera de Especialización en Física Médica Clínica.

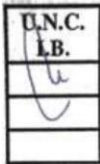
Gestión Académica: Secretaría de Posgrado de IB/UNCuyo.

Gestión Administrativa: Área de actividades académicas, INTECNUS

3. Fundamentación

Las aplicaciones de la Física en la Medicina han aumentado progresivamente, en variedad y cantidad, desde principios del Siglo XX. En el último decenio en Argentina se han introducido nuevas modalidades de tratamiento radiante, tales como la radioterapia guiada por imágenes (IGRT), la radioterapia de intensidad modulada (IMRT), la braquiterapia de alta tasa de dosis (HDR), la radiocirugía (SRS) y la radioterapia estereotáxica extracraneal (SBRT), la radioterapia intra-operatoria (IORT), la terapia con protones (PT), y las terapias metabólicas de medicina nuclear. Estos avances han requerido que el número y calificación de los físicos médicos clínicos que trabajan en instituciones hospitalarias o médicas se incremente, y que su formación académica y entrenamiento clínico se adecúen a las exigencias de las tecnologías modernas.

El papel del físico médico ha sido definido por diversas organizaciones internacionales, tales como el Organismo Internacional de Energía Atómica (OIEA), la Organización Mundial de la Salud (OMS), la Organización Internacional del Trabajo (OIT), la Organización Internacional de Física Médica (IOMP), etc. Según la OIT, en su Informe sobre Clasificación Estándar Internacional de Ocupaciones ISCO 08, del año 2012, ha reconocido a la Física Médica como una profesión dentro del grupo de profesiones correspondientes a Físicos y Astrónomos, señalando que aunque estos profesionales han sido clasificados en este grupo junto a otros físicos, **los físicos médicos se consideran parte integral de la fuerza laboral en salud**, junto con aquellas ocupaciones clasificadas dentro del apartado de Profesionales de salud. Por otro lado, el OIEA en el Human Health Report N°1 del año 2010, establece que *"un físico médico calificado clínicamente (denominado también especialista en Física Médica) es un individuo competente para ejercer profesionalmente y de manera independiente, en una o más de las especialidades de la Física Médica"*.



En la actualidad, el ámbito del diagnóstico y el tratamiento en medicina utiliza de manera intensiva una gran diversidad de equipamiento de muy alta tecnología. En particular, el uso de las radiaciones ionizantes en la salud humana está creciendo de manera acelerada

² Conforme lo establece la Ord. 2/2015 CS acerca de la dirección académica de las diplomaturas.

ANEXO I

-4-

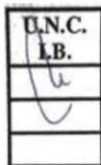
en el mundo y en el país. Las nuevas técnicas disponibles han crecido en eficacia, seguridad y complejidad, siendo cada vez más indispensable contar con personal altamente capacitado y con capacidad de trabajo interdisciplinario.

A los fines del Plan de Estudios propuesto para esta diplomatura, se han tomado las definiciones establecidas en el documento "HHR N°1. Físico médico: criterios y recomendaciones para su formación académica, entrenamiento clínico y certificación en América Latina" del OIEA, dentro de las cuales se destacan:

- a) **Físicos médicos no-clínicos**, quienes desempeñan labores docentes y de investigación académica en universidades, laboratorios de investigación, etc.
- b) **Físicos médicos clínicos**: quienes trabajan en instituciones hospitalarias o médicas, donde desempeñan labores asistenciales, docentes y de investigación, para lo cual han recibido un entrenamiento clínico supervisado en física médica.
 - a. **Físico médico clínicamente calificado (denominado también especialista en física médica)**: es un individuo competente para ejercer profesionalmente y de manera independiente, en una o más de las especialidades de la física médica. Dependiendo de las modalidades de formación explicadas más adelante, obtener esta cualificación puede tomar como mínimo 3 años de entrenamiento académico y clínico posteriores al grado universitario.
 - b. **Experto en física médica**: es un físico médico cualificado clínicamente que cuenta, además, con 6 años de práctica clínica en alguna unidad hospitalaria, generalmente en un área de la física médica.

El físico médico clínicamente calificado forma parte de grupos multidisciplinarios de profesionales que participan del diagnóstico y tratamiento de pacientes, garantizando la calidad, eficacia y seguridad de los procesos. Dentro de sus actividades se encuentran el diseño e implementación de nuevas técnicas de diagnóstico y tratamiento, diseño de instrumentos e instalaciones, control de equipamiento, implementación de procedimientos de medición, protección radiológica, procesamiento de imágenes y planificación de tratamientos radiantes para ser aprobados por el médico radioterapeuta, entre otras. Esto lo hace un profesional con competencias y responsabilidades únicas en relación a los equipos, técnicas y métodos usados en la práctica clínica. Por otro lado, también participa de actividades de docencia para médicos, técnicos, enfermeros y otros miembros del personal de salud, cumpliendo en el ámbito clínico-hospitalario funciones no sólo asistenciales, sino de docencia, investigación, desarrollo, y de gestión administrativa y operativa. En resumen, el físico médico clínicamente calificado es un profesional altamente especializado, indispensable para garantizar el uso seguro y eficaz de radiaciones en la salud.

4. Antecedentes



Las recomendaciones internacionales y la normativa vigente de la Autoridad Regulatoria Nuclear (ARN) requieren que, para la formación de un físico médico clínicamente calificado, un profesional con carrera de grado relacionada a la física o ingeniería realice y apruebe un curso de formación teórica y luego realice una práctica clínica supervisada

Anexo de la Ordenanza C.A./IB N° 5/2024 3

ANEXO I

-5-

en un centro habilitado con un mínimo de horas establecidas. Para la certificación en Argentina, tanto los cursos teóricos como la formación práctica deben ser reconocidas y autorizadas por la ARN.

Con respecto al curso de formación teórica, se destaca que en el año 2003 el Instituto Balseiro inicia un plan de formación de posgrado en Física Médica comenzando con la creación de la carrera de Maestría en Física Médica. Para el desarrollo de esta carrera de posgrado el IB y la Fundación Escuela de Medicina Nuclear (FUESMEN) firmaron en 2004 un Acta Acuerdo en el que, entre otras cosas, establecieron que el convenio tiene por objeto el "fomentar la realización de otras actividades de formación sobre el tema que pudieran servir de complementos adecuados a dicha carrera. La carrera de Maestría en Física Médica del IB es reconocida por la ARN como curso de formación teórico para físicos especialistas en medicina nuclear y radioterapia.

El área de la Física Médica cobra mayor impulso en el año 2014 cuando se establece el Plan Nacional de Medicina Nuclear promovido por el Estado Nacional, y ejecutado a través de la CNEA. En consonancia con dicho plan el Instituto Balseiro aprueba mediante Res. CA-IB 163/14 un Programa de Desarrollo para el área de la Física Médica.

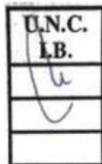
El plan de estudios de esta diplomatura avanza en línea con el Programa de Desarrollo del área de Física Médica con el fin de formar físicos médicos clínicamente calificados tanto en medicina nuclear como en radioterapia, según la orientación correspondiente.

5. Objetivos

El objetivo principal de la Diplomatura en Física Médica Clínica en Radioterapia es capacitar al físico médico para que pueda desempeñarse de manera independiente, segura y eficaz en el ámbito clínico, siguiendo los lineamientos y recomendaciones del OIEA para el entrenamiento clínico supervisado. Se busca de esta manera, brindar al candidato las herramientas necesarias para llevar a cabo sus tareas apropiadamente, en un campo desafiante, de gran crecimiento tecnológico, nuevas prácticas y mejores estándares de calidad. A su vez, el físico clínicamente calificado debe contar con una formación que le permita integrarse a los equipos multidisciplinarios de trabajo, requerimiento esencial para brindar un servicio de calidad. Finalizada la diplomatura se pretende que el candidato haya adquirido las herramientas básicas para desempeñarse de forma autónoma en el ámbito clínico.

Los objetivos específicos de la diplomatura son:

- Cubrir las recomendaciones nacionales e internacionales respecto de la formación de físicos médicos clínicamente calificados.
- Responder a la necesidad de implementar, de manera regular y sistemática, un programa de formación para físicos médicos que brinde los conocimientos y aptitudes óptimas para desempeñarse en el ámbito clínico como físico médico clínicamente calificado.



Anexo de la Ordenanza C.A./IB N° 5/2024

4



ANEXO I

-6-

- Brindar al estudiante un ambiente propicio para que pueda desarrollar sus capacidades desde la práctica, la experiencia y la participación activa en las tareas que se realizan en el servicio de radioterapia.
- Aportar recurso humano formado y entrenado para cubrir el déficit de físicos médicos clínicamente calificados a nivel mundial.
- Formalizar y estructurar la capacitación del físico médico clínicamente calificado, según las recomendaciones internacionales.
- Establecer un estándar de calidad en la formación de los físicos médicos.
- Dar un marco institucional y de prestigio a la capacitación, independiente de las particularidades que se puedan dar en la relación tutor - tutorado.
- Formar y posicionar al físico médico en otras temáticas más allá de las cuestiones técnicas propias del ámbito o de protección radiológica, como, por ejemplo, gestión, coordinación, relaciones humanas, investigación clínica, ética médica, entre otros.
- Ofrecer opciones para el desarrollo profesional de jóvenes físicos médicos para que puedan encontrar oportunidades de crecimiento.

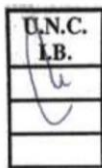
6. Destinatarios

La Diplomatura está destinada a profesionales que hayan cumplido previamente con una formación teórica, a nivel de grado o posgrado, en Física Médica, con vistas a prepararlos como físicos médicos clínicamente calificados en el campo de la Radioterapia Clínica, quienes se podrán desempeñar de forma autónoma y segura en instituciones hospitalarias o médicas, donde realicen labores asistenciales, docentes y de investigación. Por ello, el programa se ha concebido como una formación basada en competencias.

Como profesional, el físico médico posee capacidades para identificar un problema y formular estrategias para su solución, interpretar información nueva, realizar valoraciones sensatas ante situaciones inusuales, transmitir opiniones científicas de forma clara y precisa, reconocer situaciones erróneas y tomar medidas correctivas apropiadas, y establecer sus limitaciones en conocimientos y habilidades.

El egresado de la Diplomatura en Física Médica Clínica en Radioterapia debe desarrollar el siguiente conjunto de competencias generales y específicas:

- Ser un profesional competente e independiente que pueda trabajar sin supervisión de otro físico médico dentro de un grupo multidisciplinario con un alto grado de profesionalidad y seguridad.
- Desarrollar capacidades para desenvolverse de modo respetuoso, ético y reservado dentro del ámbito de la salud.
- Promover y aplicar los conceptos de la protección radiológica del paciente sometido a estudios diagnóstico y/o tratamientos con radiaciones ionizantes.



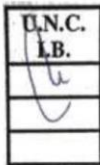
Anexo de la Ordenanza C.A./IB N° 5/2024

5

ANEXO I

-7-

- Llevar a cabo el liderazgo de la cultura de la seguridad y su correspondiente evaluación, promoviendo la mejora continua en dichas prácticas.
- Dar cumplimiento a los aspectos regulatorios en materia de seguridad radiológica y nuclear dentro del ámbito de su incumbencia.
- Realizar los cálculos para el diseño y verificación de blindajes, sectorización de espacios y verificación del cumplimiento de los valores de dosis de diseño para miembros del público y trabajadores.
- Realizar la aceptación y puesta en servicio de equipos.
- Demostrar y comprender los principios de la garantía de calidad aplicada a los sistemas de cada servicio en particular.
- Asesorar respecto de la compra y actualización de equipamiento e instrumentación del área.
- Optimizar el uso de las radiaciones ionizantes para obtener un procedimiento diagnóstico o terapéutico de calidad, teniendo en cuenta la protección radiológica del paciente.
- Participar activamente en los programas de aseguramiento de la calidad implementados o por implementar. Demostrar conocimientos sobre el papel de las auditorías internas y externas, participando activamente en las mismas.
- Realizar y/o supervisar los controles de calidad del equipamiento e instrumentación correspondiente, cumpliendo con las calibraciones periódicas tanto de equipos de medición como de radioprotección, según normativas aplicables.
- Adquirir y procesar datos para asegurar la mejora continua de los procesos.
- Realizar investigación y desarrollo de nuevas técnicas, equipos y métodos.
- Interactuar permanentemente con miembros de otras especialidades con el objetivo de mejorar la prestación asistencial y desarrollar trabajos conjuntos de investigación.
- Proveer educación y entrenamiento en física médica y protección radiológica a médicos, técnicos, enfermeras, y otros profesionales de la salud, como así también a estudiantes y personal de mantenimiento técnico.
- Apoyar los procesos de investigación clínica dentro del grupo multidisciplinario.
- Gestionar los residuos radiactivos generados en sus respectivos servicios médicos de acuerdo con normas regulatorias.
- Desarrollar tareas de docencia e investigación, colaborar en la formación, educación y entrenamiento en aspectos físicos a médicos, técnicos, enfermeros, administrativos, estudiantes y demás personal de salud, además de colaborar con trabajos de investigación de interés en el área.
- Velar por la protección radiológica en la exposición médica, participar en la investigación y reporte de incidentes, promover las buenas prácticas, elaborar y mantener actualizada la documentación requerida por la autoridad competente y cumplir los requerimientos técnicos exigidos en la documentación mandatoria.
- Realizar el análisis de las lecciones aprendidas derivadas de las prácticas realizadas.



Anexo de la Ordenanza C.A./IB N° 5/2024

6

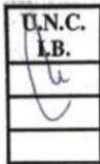
ANEXO I

-8-

- Realizar análisis proactivo de los riesgos asociados a su especialidad, a fin de poder detectar sucesos iniciadores de posibles situaciones anormales, utilizando diferentes herramientas disponibles y así implementar barreras para bajar la probabilidad de ocurrencia.
- Planificar tratamientos radiantes tanto de teleterapia como de braquiterapia, incluyendo las técnicas de 3D conformada (fotones y electrones), Radioterapia de Intensidad Modulada (IMRT) y Braquiterapia de Alta Tasa de Dosis (HDR).
- Elaborar especificaciones técnicas de equipos y diseño de instalaciones de radioterapia, colaborar con la definición de requerimientos para la adquisición de equipos de tratamiento, simulación, sistemas de imágenes, de planificación de tratamientos, y equipamiento dosimétrico. También será capaz de participar en el diseño y verificación de cálculos de blindajes asegurando los requerimientos de seguridad y protección radiológica vigentes.
- Colaborar en la supervisión técnica del mantenimiento de equipos, y ser el responsable de su aceptación dosimétrica post-mantenimiento y autorizar su uso clínico.
- Realizar la calibración de equipos y asegurar el correcto funcionamiento de los equipos según protocolos vigentes y reconocidos.
- Realizar la adquisición, análisis y validación de todos los datos necesarios para el uso clínico de los equipos de tratamiento, simulación y planificación.
- Definir, evaluar y validar procedimientos de cálculos dosimétricos usados en la rutina clínica.
- Elaborar, ejecutar y dar seguimiento a los aspectos físicos del programa de garantía de calidad, asegurar las buenas prácticas relacionadas a la planificación y administración de tratamientos, a la protección radiológica del paciente, personal y público en general, y al control de calidad de equipos y procedimientos.

7. Requisitos de admisión (perfil de la audiencia)

1. Poseer título de grado universitario, en una carrera con una duración mínima de 5(cinco) años, en la que las Ciencias Físicas sean una parte esencial de la formación de grado tal como en carreras de: Ciencias Físicas, Física Médica, Bioingeniería, Ingeniería Nuclear o Electrónica u otras especialidades de la ingeniería que brinden la formación en física y matemática.
2. Poseer formación de posgrado en física médica. Los contenidos de este curso deben cumplir con lo recomendado por ARCAL/ALFIM en capítulo 2 de las "Guías de Formación Académica y Entrenamiento Clínico para Físicos Médicos en América Latina" (https://humanhealth.iaea.org/HHW/MedicalPhysics/TheMedicalPhysicist/IDMP/2021/Guías_LA_Region_E&T_MedicalPhysics_ARCAL_ALFIM.pdf).
3. Aprobar un examen de conocimientos. En el caso de presentar título de Magíster en Física Médica del Instituto Balseiro (UNCu) no será obligatorio rendir el examen de ingreso, y se deberá presentar el certificado analítico de la maestría.



Anexo de la Ordenanza C.A./IB N° 5/2024

7

ANEXO I

-9-

4. Asistir a una entrevista y presentar sus antecedentes personales.
5. Completar y aprobar el examen psicofísico correspondiente.

8. Cupo mínimo y máximo

Mínimo: 1 por año

Máximo: 4 por año

El cupo se estableció en función de la disponibilidad del espacio físico en las instalaciones donde se realizará el entrenamiento supervisado y de físicos médicos expertos, como así también, por la naturaleza de la formación práctica, la cual requiere una cantidad reducida de estudiantes para aprovecharla al máximo.

El Comité Académico establecerá requisitos y cupo para el otorgamiento de becas completas a los alumnos, tanto de organismos nacionales como internacionales, dentro de los cuales se destaca la OIEA (Organismo Internacional de Energía Atómica), la ABEN (Asociación Boliviana de Energía Nuclear) y el FONASA (Fondo Nacional de Salud de Chile), entre otros.

9. Certificación a otorgar

Diplomatura en Física Médica Clínica en Radioterapia, otorgado por la Universidad Nacional de Cuyo.

10. Carga horaria

Consiste en un plan estructurado de módulos teóricos-prácticos, a realizar en el ámbito de un entrenamiento clínico supervisado.

El proceso de formación tendrá una duración de un año con una carga horaria de **1512 horas**, de las cuales 312 hs. corresponden a formación teórica y 1200 horas de formación práctica. Estas últimas representan el núcleo de la diplomatura, donde el estudiante desarrollará actividades de formación todos los días en el centro de salud.

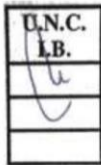
11. Propuesta curricular

a. Asignaturas teóricas

Este tramo de formación tendrá una carga total de **312 horas**. La formación teórica será de aplicación constante y directa durante el desarrollo de la formación práctica. Ambas estarán sincronizadas para lograr un armónico avance del programa de capacitación.

b. Formación práctica: Entrenamiento Clínico Supervisado (ECS)

Consistente en módulos de **formación clínica basada en competencias**, asociados a los contenidos teóricos de la diplomatura. Estas prácticas serán desarrolladas dentro del marco de un programa estructurado de entrenamiento clínico supervisado (PEECS) en Física Médica a desarrollarse en un servicio de radioterapia habilitado por la ARN. Las actividades de ambos tramos estarán sincronizadas para lograr un óptimo aprovechamiento de las actividades de formación teórico-prácticas. Cada estudiante desarrollará sus actividades tutelado por un/a Supervisor/a, quién debe ser un experto en física médica certificado por la ARN (permiso individual vigente y renovado) en el ámbito de la radioterapia. La formación práctica tendrá una duración de **1200 horas**.



Anexo de la Ordenanza C.A./IB N° 5/2024

8

ANEXO I

-10-

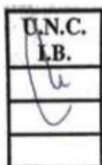
En el siguiente cuadro se presenta el listado de las asignaturas con la carga horaria correspondiente.

CÓDIGO	Asignaturas Teóricas	Carga horaria [hs]
T1	Conocimiento clínico	24
T2	Protección radiológica en el ámbito clínico	48
T4	Sistemas de gestión de calidad	24
T6	Informática y redes clínicas	24
T5	Bioética profesional	24
RT1	Control de calidad y dosimetría en radioterapia	24
RT2	Simulación de tratamientos	24
RT3	Planificación de técnicas básicas de teleterapia	24
RT4	Planificación de técnicas avanzadas de teleterapia	48
RT5	Planificación de tratamientos de braquiterapia	24
RT6	Adquisición de equipos de radioterapia, pruebas de aceptación y puesta en servicio	24
Total asignaturas teóricas		312
CÓDIGO	Entrenamiento Clínico Supervisado (ECS)	Carga horaria [hs]
ECS1	Organización y ambiente en un servicio de radioterapia	90
ECS2	Protección Radiológica	160
ECS3	Dosimetría en radioterapia externa	180
ECS4	Adquisición de equipos, pruebas de aceptación, puesta en servicio y controles de calidad en radioterapia externa	180
ECS5	Planificación de tratamientos con radioterapia externa convencional	370
ECS6	Braquiterapia convencional	220
Total ECS		1200
Total Diplomatura		1512

12. Duración y cronograma

La Diplomatura en Física Médica Clínica en Radioterapia es una actividad académica de formación de modalidad presencial con un plan de estudio estructurado y con un esquema de prácticas que se realizará bajo la modalidad de entrenamiento clínico supervisado.

La Diplomatura en Física Médica Clínica en Radioterapia tiene una duración total de 12 meses. En ese período, cada estudiante debe completar su formación teórica y la realización de un entrenamiento clínico supervisado de un año de duración.



Anexo de la Ordenanza C.A./IB N° 5/2024

9

ANEXO I
-11-

CRONOGRAMA DE DIPLOMATURA

Diplomatura de posgrado en Física Médica Clínica en Radioterapia					PRIMER AÑO			
Código	Asignatura	Horas teoría EClaves	Horas prácticas	Horas totales	1er trimestre	2do trimestre	3er trimestre	4to trimestre
T	Asignaturas Comunes							
T1	Conocimiento clínico	24	0	24				
T2	Protección radiológica en el ámbito clínico	32	16	48				
T3	Sistemas de gestión de calidad	12	12	24				
T4	Informática y redes clínicas	8	16	24				
T5	Bioética profesional	20	4	24				
	Total	96	48	144				
RT	Asignaturas Específicas							
RT1	Control de calidad y dosimetría en radioterapia	16	8	24				
RT2	Simulación de tratamientos	16	8	24				
RT3	Planificación de técnicas básicas de teleterapia	16	8	24				
RT4	Planificación de técnicas avanzadas de teleterapia	32	16	48				
RT5	Planificación de tratamientos de braquiterapia	16	8	24				
RT6	Adquisición, aceptación y puesta en servicio en RT	16	8	24				
	Total	112	56	168				
	Total Asignaturas Teóricas	208	104	312				
ECS	Asignaturas Prácticas (Entrenamiento Clínico Supervisado)							
ECS1	Organización y ambiente en un servicio de radioterapia		90	90				
ECS2	Protección Radiológica		160	160				
ECS3	Dosimetría en Radioterapia Externa		180	180				
ECS4	Adquisición de equipos, pruebas de aceptación, puesta en servicio y QA en radioterapia externa		180	180				
ECS5	Planificación de tratamientos con radioterapia externa convencional		370	370				
ECS6	Braquiterapia convencional		220	220				
	Total ECS		1200	1200				
	Total Diplomatura			1612				

13. Descripción de las actividades curriculares

La descripción detallada de los contenidos de las asignaturas teóricas generales (código T), teóricas específicas (código RT) y los módulos de entrenamientos clínicos supervisados (código ECS) se relaciona en los Anexos 1, 2 y 3, respectivamente.

14. Formas de evaluación y requisitos de aprobación

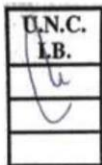
Cada estudiante debe cursar las asignaturas correspondientes al plan de formación teórica, el cual tendrá una carga horaria total de 312 horas. Cada asignatura será evaluada mediante un examen final. En caso de reprobación del examen final de una asignatura teórica, el estudiante deberá rendir un examen complementario, inmediatamente antes del ciclo de la asignatura siguiente. El examen complementario deberá tener características análogas a las de un examen final.

La Formación Práctica consistirá en la realización de un entrenamiento clínico supervisado en Física de Radioterapia a desarrollarse en un Centro de Medicina Nuclear y Radioterapia (CMNRT), siendo INTECNUS el CMNRT de formación central para la realización del mismo durante el desarrollo de la actividad. Eventualmente la formación práctica podrá realizarse y/o complementarse en otros CMNRT que establezcan un convenio con el IB a tal efecto. Cada estudiante desarrollará sus actividades tutelado por un/a Preceptor/a, quien deberá ser un profesional experto de la física médica clínica con amplia experiencia en la especialidad temática correspondiente.

La duración mínima del entrenamiento clínico supervisado será de un año correspondiendo a una carga horaria mínima de 1200 horas. Tendrá una modalidad de

Anexo de la Ordenanza C.A./IB N° 5/2024

10



ANEXO I

-12-

evaluación continua de la práctica asistencial (mediante registro de prácticas y procedimientos, informes), y una evaluación anual teórico-práctica.

15. Características de la evaluación final

La Diplomatura se acredita mediante un Trabajo Final Integrador en el que el/la participante evidencie el logro de aprendizajes previstos.

El mismo se realiza bajo la tutoría del Preceptor/a del entrenamiento clínico supervisado, quien debe ser un profesional de la física médica clínica. El trabajo debe versar sobre alguno de los temas desarrollados a lo largo del entrenamiento clínico supervisado, buscando profundizar en el mismo a través de determinaciones prácticas o desde el punto de vista teórico. El trabajo debe ser presentado en forma de un informe y defendido oralmente. La evaluación será realizada por un panel de expertos designado por el Comité Académico de la actividad. El trabajo final integrador deberá ser presentado en un plazo máximo de un mes, a partir de la finalización de la Formación Práctica. La calificación del Trabajo Final será conforme a la escala que establezca la normativa vigente para las carreras de posgrado de la Universidad Nacional de Cuyo.

16. Cuerpo docente

Los docentes que trabajen en la Diplomatura cumplirán con los siguientes requisitos:

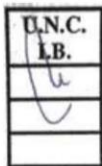
1. Título de grado o de posgrado afín con el espacio curricular que desarrollará.
2. En el caso de los supervisores de los entrenamientos clínicos, experiencia certificada en aspectos físicos y clínicos de Radioterapia (por ejemplo, permisos individuales de ARN).
3. Experiencia en docencia o supervisión de residentes de Física Médica; participación en proyectos de investigación relacionados con el tema.
4. Aptitud y disposición para la conformación de equipos multidisciplinarios y equipos pedagógicos.
5. Manejo de las tecnologías empleadas en Radioterapia

Los docentes responsables de las asignaturas teóricas y módulos de ECS pueden proponer a la dirección de la diplomatura la participación de docentes invitados para algunas actividades puntuales durante el desarrollo del programa.

17. Equipamiento requerido

Para el desarrollo de las prácticas de las asignaturas teórica y sobre todo, los ECS, INTECNUS cuenta con el área asistencias de Radioterapia, conformada por los siguientes espacios físicos:

- 2 salas para los aceleradores lineales de uso médico para teleterapia.
- 1 sala para el tomógrafo de planificación.
- 1 sala para tratamiento con braquiterapia de alta tasa de dosis.
- 1 sala de planificación de tratamientos con 6 puestos de trabajo completos.



Anexo de la Ordenanza C.A./IB N° 5/2024

11

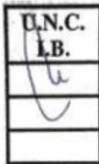
ANEXO I

-13-

- Oficinas para personal de la instalación, principalmente para médicos y físicos médicos.
- 1 oficina para residentes y becarios.

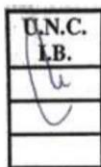
El equipamiento principal disponible para los ECS se describe a continuación:

- Acelerador Lineal Elekta Synergy con colimador multiláminas Agility 160, sistema de imágenes portales iView y sistema de imágenes tomográficas XVI, con capacidad para tratamientos 3-DCRT, IMRT, VMAT, SRS, SBRT, terapia con electrones, TBI, TSEI.
- Acelerador Lineal Elekta Synergy Platform con colimador multiláminas Agility 160 y sistema de imágenes portales iView, con capacidad para tratamientos 3-DCRT, IMRT, VMAT, SRS, terapia con electrones, TBI, TSEI.
- 1 Tomógrafo computado para planificación/simulación de tratamientos GE Discovery CT590RT.
- Sistema de Planificación de tratamientos de teleterapia Elekta Monaco.
- 1 Equipo de Braquiterapia HDR-60Co Elekta Flexitron con capacidad para tratamientos de IGBT en localizaciones ginecológicas, urológicas, mama, C&C, pulmón, etc.
- 1 Arco en C Arco en C GE OEC 9900 Elite para Braquiterapia guiada por imágenes.
- 1 Ecógrafo Hitachi Arietta 65 para Braquiterapia guiada por imágenes.
- Sistemas de planificación de Braquiterapia Elekta Oncentra brachy y Elekta Oncentra Prostate.
- Equipo de dosimetría de haces IBA, con sistema de barrido de haces, cámara de ionización para dosimetría de referencia y relativa, detectores de estado sólido, arreglos de detectores, maniqués para controles paciente-específicos, software de verificación redundante de planes, barómetros, termómetros y demás equipo auxiliar.
- Equipo de dosimetría para calibración y controles de calidad de Braquiterapia.



ANEXO I**-14-****ANEXOS****ANEXO 1. ASIGNATURAS TEÓRICAS (CÓDIGO T)**

CODIGO T1 - CONOCIMIENTO CLÍNICO	
Objetivo	Proporcionar al alumno conocimientos y experiencia relacionados al uso de las radiaciones ionizantes en medicina.
Carga horaria	24hs. Teoría.
Modalidad	Presencial.
Submódulos	<ul style="list-style-type: none">• Organización y ambiente de los servicios.• Roles de los diversos profesionales.• Protocolos.• Anatomía y fisiología esenciales para el físico médico.• Epidemiología y estadística médica.• Actividades clínicas y factores que afectan a la atención del paciente.
CÓDIGO T2 - PROTECCIÓN RADIOLÓGICA EN EL ÁMBITO CLÍNICO	
Objetivo	Desarrollar aptitudes fundamentales en la práctica de la protección radiológica en servicios de medicina nuclear, radiodiagnóstico y radioterapia.
Carga horaria	48hs. (32 hs. teoría, 16 hs. práctica)
Modalidad	Presencial.
Submódulos	<ul style="list-style-type: none">• Normativa de ARN de aplicación en medicina nuclear y radioterapia.• Normativa aplicable a servicios de radiodiagnóstico.• Aplicación de los principios de la protección radiológica en instalaciones de medicina nuclear, radiodiagnóstico y radioterapia.• Monitoreo de dosis personal.• Monitoreo de área y de la contaminación superficial.• Exposición a fuentes no selladas y riesgo de contaminación.• Evaluación de riesgos y asesoramiento al personal, los pacientes y otros con respecto al riesgo de radiación.• Diseño de instalaciones.• Cálculo de blindajes para nuevas instalaciones.• Cultura de la Seguridad a ser aplicada en ámbito médico.• Evaluación de la Cultura de seguridad en dichas prácticas

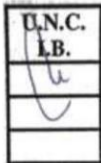


Anexo de la Ordenanza C.A./IB N° 5/2024

13

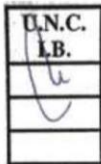
ANEXO I
-15-

	•
CÓDIGO T3 - SISTEMAS DE GESTIÓN DE CALIDAD	
Objetivo	Proporcionar al profesional conocimientos de la organización y la aplicación de un sistema general de gestión de calidad. Demostrar conocimiento del propósito, la ejecución y el análisis de una auditoría clínica.
Carga horaria	24 hs. (12 hs. teoría, 12 hs. práctica)
Modalidad	Presencial.
Submódulos	<ul style="list-style-type: none"> • Introducción a la Calidad y el Sistema de Gestión de Calidad. • Gestión, aseguramiento y controles de calidad. • Auditorías de calidad • Planificación estratégica. • Gestión operativa. • Lean en Salud
CODIGO T4. INFORMÁTICA Y REDES CLÍNICAS	
Objetivo	Adquirir los conocimientos y aptitudes necesarios para operar, mejorar y mantener un sistema informático clínico, incluso redes, y manipular, analizar y procesar eficazmente los datos de imágenes médicas en distintos formatos.
Carga horaria	24 hs. (8 hs. teoría, 16 hs. práctica)
Modalidad	Presencial.
Submódulos	<ul style="list-style-type: none"> • Informática médica • Estándar DICOM • Redes y PACS • RIS (Radiology Information System) • Programación aplicada



ANEXO I
-16-

CÓDIGO T5 – BIOÉTICA PROFESIONAL	
Objetivo	Adquirir y comprender los estándares éticos en el área de la medicina y la salud, y permitir a los físicos médicos comportarse de manera conforme a las líneas éticas de un profesional de la salud.
Carga horaria	24 hs. (20 hs. teoría, 4 hs. práctica)
Modalidad	Presencial
Submódulos	<ul style="list-style-type: none">• Ética médica y medicina basada en evidencias.• Ética médica. Nociones.• Situaciones de controversia ética en la práctica de diagnóstico y tratamiento.• Ética en los ensayos clínicos. Consentimiento informado. Comités de ética independiente. Su función.• Ética en la financiación de proyectos de investigación. Conflicto de intereses.• Legislación vigente y documentos que regulan la ética de la investigación en seres humanos.• Nociones de medicina basada en evidencias. Aplicación a la práctica cotidiana.



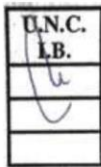
A handwritten signature in black ink, appearing to be 'J. S. C.', written in a cursive style.

A handwritten signature in blue ink, appearing to be 'J. S. C.', written in a cursive style.

ANEXO I
-17-

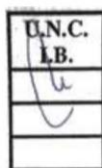
ANEXO 2. ASIGNATURAS TEÓRICAS (CÓDIGO RT)

CODIGO RT1. CONTROL DE CALIDAD Y DOSIMETRÍA EN RADIOTERAPIA	
Objetivo	Introducir en la implementación de programas de control de calidad en equipos de Radioterapia Externa, Braquiterapia y de imágenes. Conocer y aplicar los protocolos de calibración dosimétrica de haces de fotones y electrones, así como de fuentes de braquiterapia.
Carga horaria	24 hs. (16 hs. teoría, 8 hs. práctica)
Modalidad	Presencial.
Submódulos	<ul style="list-style-type: none"> • Dosimetría absoluta • Dosimetrías relativas • Uso de otros detectores para medición de dosis • Verificación de dosis administrada a pacientes • Dosimetría in vivo • Controles de calidad
CODIGO RT2. SIMULACIÓN DE TRATAMIENTOS	
Objetivo	Introducir en los procedimientos asociados a la simulación de tratamientos y adquisición de imágenes para planificación.
Carga horaria	24 hs. (16 hs. teoría, 8 hs. práctica)
Modalidad	Presencial.
Submódulos	<ul style="list-style-type: none"> • Tomografía Computada de simulación. • Protocolos de adquisición e imágenes tomográficas. • Posicionamiento de pacientes.
CODIGO RT3. PLANIFICACIÓN DE TÉCNICAS BÁSICAS DE TELETERAPIA	
Objetivo	Introducir en la planificación de tratamientos mediante planificador computado con las siguientes técnicas terapéuticas con aceleradores lineales: 2D, 3D Conformada, 3D en arco y haces de electrones.
Carga horaria	24 hs. (16 hs. teoría, 8 hs. práctica)
Modalidad	Presencial
Submódulos	<ul style="list-style-type: none"> • Conocimientos básicos sobre cáncer y radio-oncología • Planificación 2D • Planificación 3D Conformada • Planificación 3D en arco • Planificación con haces de electrones



ANEXO I**-18-**

CODIGO RT4. PLANIFICACIÓN DE TÉCNICAS AVANZADAS DE TELETERAPIA	
Objetivo	Introducir en la planificación de tratamientos mediante planificador computado para aceleradores lineales y colimadores multiláminas
Carga horaria	48 hs. (32 hs. teoría, 16 hs. práctica)
Modalidad	Presencial.
Submódulos	<ul style="list-style-type: none">• Planificación de Radioterapia de Intensidad Modulada (estática, dinámica y en arco).• Abordaje de casos pediátricos
CODIGO RT5. PLANIFICACIÓN DE TRATAMIENTOS DE BRAQUITERAPIA	
Objetivo	Conocer los principios básicos de la planificación de tratamientos de diversas modalidades de braquiterapia HDR con Co-60.
Carga horaria	24 hs. (16 hs. teoría, 8 hs. práctica)
Modalidad	Presencial
Submódulos	<ul style="list-style-type: none">• Planificación de braquiterapia HDR ginecológica• Planificación de braquiterapia HDR superficial
CODIGO RT6. ADQUISICIÓN DE EQUIPOS DE RADIOTERAPIA, PRUEBAS DE ACEPTACIÓN Y PUESTA EN SERVICIO.	
Objetivo	Adquirir herramientas para definir y realizar procedimientos asociados a la elaboración de especificaciones técnicas, adquisición, pruebas de aceptación y puesta en servicio de equipamiento utilizado en radioterapia.
Carga horaria	24 hs. (16 hs. teoría, 8 hs. práctica)
Modalidad	Presencial
Submódulos	<ul style="list-style-type: none">• Adquisición y especificaciones técnicas de equipamiento• Instalación y Pruebas de aceptación• Puesta en Servicio



ANEXO I
-19-

ANEXO 3. ENTRENAMIENTO CLÍNICO SUPERVISADO (CÓDIGO ECS)

CÓDIGO ECS1. ORGANIZACIÓN Y AMBIENTE EN UN SERVICIO DE RADIOTERAPIA

Objetivo: Adquirir habilidades para desenvolverse de manera autónoma, segura y responsable frente a los/las pacientes, entendiendo las dinámicas de los servicios de Radioterapia en un entorno hospitalario.

Tiempo de dedicación previsto: Entre el 3% y el 5% del tiempo dedicado a todo el programa

Bibliografía principal

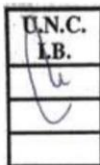
- Perez and Brady's: Principles and Practice of Radiation Oncology, 6e. Edward C. Halperin, David E. Wazer, Carlos A. Perez, Luther W. Brady.
- BOMFORD, C.K., KUNKLER, I.H., Walter and Miller's Textbook of Radiotherapy, 6th edn, Churchill Livingstone/Elsevier Science Ltd, Edimburgo (2002).

Conceptos básicos

- Comprender el mapa de procesos de un servicio de Radioterapia identificando procesos principales y los de apoyo, abarcando desde la asignación del turno hasta el informe de tratamiento finalizado.
- Comprender la cultura organizacional del departamento y programas de garantía de la calidad.
- Habitarse a trabajar en un ambiente interdisciplinario desarrollando un lenguaje profesional y una comunicación fluida con todos los sectores que conviven en un servicio de Radioterapia (profesionales médicos de la Radioncología y otras especialidades que concurren diariamente a los servicios para discutir estudios y plantear interrogantes, técnicos/as, enfermeros/as, ingenieros de mantenimiento, personal administrativo, encargados de protección radiológica, etc.
- Conocer la perspectiva médica en la interpretación clínica de los planes del tratamiento radioterápico y su calidad, e integrarla con los conceptos físico-matemáticos de la física médica.
- Desarrollar sensibilidad hacia al/la paciente y su familia, su sufrimiento, estado de ánimo y sus eventuales limitaciones para el tratamiento radiante, adecuando los requerimientos técnicos del estudio a dichas situaciones.

Prácticas a realizar

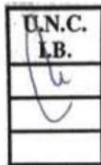
- Consulta de Admisión
 - Asistir como mínimo a dos consultas de admisión con distintos radioncólogos.
 - Demostrar que se comprende la finalidad de la consulta de admisión.



ANEXO I

-20-

- Anotar la información relativa al motivo de ingreso del paciente y su estado clínico.
- Conocer los casos clínicos.
- Sesiones de tratamiento
 - Asistir a todas las sesiones clínicas de tratamiento de como mínimo dos pacientes.
 - Comprender la finalidad de la sesión clínica.
 - Comprender el motivo de atención del paciente.
 - Estar al corriente de los resultados clínicos (análisis de sangre, necesidad de realizar más pruebas, nuevas citas).
 - Al realizar la anamnesis, anotar las dosis y el fraccionamiento administrados hasta la fecha. Tener presentes las reacciones clínicas señaladas y la reacción del paciente.
 - Asistir a reuniones donde se debatan casos clínicos en los que se pongan en juego conceptos de ética médica.
- Simulación de tratamiento
 - Asistir al manejo de un simulador o un escáner de TC durante un período mínimo de tres días.
 - Observar mientras se proporciona asesoramiento al paciente.
 - Prestar atención a las cuestiones que se deben tener en cuenta para la colocación adecuada del paciente, tomando en consideración la toma de mediciones de dosimetría física.
 - Demostrar conocimientos sobre el diagnóstico, las pruebas, la finalidad de la simulación, el fundamento y la prescripción del tratamiento del paciente con respecto a diversos métodos de tratamiento.
 - Participar de simulaciones de tratamiento con otras modalidades de imágenes tal como PET/CT.
- Sala de planificación de tratamiento
 - Trabajar en la sala de planificación de tratamiento durante una semana.
 - Demostrar conocimientos sobre el propósito del procedimiento basándose en el diagnóstico, la base teórica o el tratamiento, la anatomía y cualquier afección en particular.
 - Demostrar conocimientos sobre el proceso de planificación, es decir, desde la obtención de los datos geométricos y anatómicos hasta la validación y la transferencia al equipo de tratamiento.
 - Demostrar conocimientos sobre el proceso de optimización de la dosis.
 - Preparar un plan de tratamiento que abarque cuatro ámbitos.
 - Demostrar que está familiarizado con los protocolos de planificación normalizados utilizados.
- Sala de Tratamiento de Teleterapia
 - Asistir en el manejo de como mínimo un equipo de teleterapia (acelerador lineal) durante una semana.
 - Identificar y comprender los elementos del informe relativo al tratamiento.



Anexo de la Ordenanza C.A./IB N° 5/2024

19

A handwritten signature in black ink, appearing to be 'J. S. C.', written in a cursive style.

A handwritten signature in blue ink, appearing to be 'J. S. C.', written in a cursive style.

ANEXO I
-21-

- Prestar atención a las cuestiones que se deben tener en cuenta para la colocación adecuada del paciente, tomando en consideración la toma de mediciones de dosimetría física.
 - Demostrar que se conoce el diagnóstico del paciente, la prescripción, la dosis administrada hasta la fecha y las reacciones existentes.
 - Comparar cualquier imagen portal o volumétrica que se haya obtenido con el plan de tratamiento previsto.
 - Analizar las repercusiones que podría ocasionar cualquier divergencia surgida.
 - Relacionar sus propios conocimientos sobre los principios físicos fundamentales con el tratamiento.
- Participar, en la medida de lo posible, en la elaboración de avances en los proyectos de investigación y/o desarrollo clínico o de física médica que se lleven a cabo en el servicio.

CÓDIGO ECS2. PROTECCIÓN RADIOLÓGICA

Objetivo: Desarrollar aptitudes fundamentales en la práctica de la protección radiológica en un servicio de Radioterapia.

Tiempo de dedicación previsto: Entre el 6% y el 8% del tiempo dedicado a todo el programa.

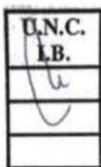
Bibliografía principal

- Seguridad de las fuentes de radiación: Normas Básicas Internacionales de Seguridad. OIEA, VIENA, 2016, STI/PUB/1578.
- Protección y Seguridad Radiológicas en los usos médicos de la radiación ionizante. OIEA, VIENA, 2022, STI/PUB/1775
- Radiation protection in the design of radiotherapy facilities, Safety Reports Series no. 47, International Atomic Energy Agency, Vienna, 2006. disponible en: http://www-pub.iaea.org/MTCD/publications/PDF/Pub1223_web.pdf
- ICRP 105 (Protección Radiológica en Medicina). Sociedad Argentina de Radioprotección, 2011.
- Occupational radiation protection: IAEA Safety Standards Series No. GSG-7, General Safety Guides. STI/PUB/1785. IAEA 2018.

A. APLICACIÓN DE LOS PRINCIPIOS DE LA PROTECCIÓN RADIOLÓGICA

Objetivos

- Demostrar conocimientos sobre la aplicación de los principios de la protección radiológica: justificación, limitación de dosis y optimización (principio ALARA) en un servicio de Radioterapia, como así también conocer las guías y normativa de protección radiológica en la práctica clínica.



Anexo de la Ordenanza C.A./IB N° 5/2024

20

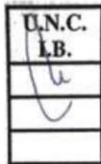
ANEXO I

-22-

- Comprender mejor y obtener una visión general de los reglamentos y publicaciones locales sobre protección radiológica.

Conocimientos básicos

- Repaso de conceptos de radioprotección: justificación, optimización y límite de dosis. Restricción de dosis para las instalaciones y prácticas. Dosis de referencia para estudios en pacientes.
- Normas sobre protección radiológica en Radioterapia:
 - AR 10.6.1- Sistema de gestión para la seguridad en las instalaciones y prácticas
 - AR 10.1.1 - Norma básica de seguridad radiológica
 - AR 10.16.1 - Transporte de materiales radiactivos
 - AR 8.2.1 - Uso de fuentes selladas en braquiterapia
 - AR 8.2.2 - Operación de aceleradores lineales de uso médico
 - Registros:
 - Dosimetría del personal
 - Licencias y registros de radiación
 - Informes de Seguridad, Manuales de Seguridad y de Emergencia Radiológica del servicio de Radioterapia
 - Incidentes
 - Contabilidad de materiales radiactivos, incluidos desechos.
- Recomendaciones internacionales.
 - IAEA N° SSG-46: Protección y seguridad radiológicas en los usos médicos de la radiación ionizante, IAEA, VIENA, 2022. STI/PUB/1775
 - IAEA N° GSR Part 3: Protección radiológica y seguridad de las fuentes de radiación: Normas básicas internacionales de seguridad, IAEA, VIENA, 2016. STI/PUB/1578
- Límites de dosis para las exposiciones ocupacionales y del público, y cómo verificar su cumplimiento mediante mediciones y métodos administrativos (procedimientos).
- Restricciones de dosis establecidas para el diseño de la instalación y específicamente para el personal de Radioterapia.
- Criterios para diseñar el flujo de trabajo y procedimientos para minimizar la dosis de radiación del personal, los pacientes, los cuidadores en el hogar y los miembros del público.
- Situaciones en que puede ser conveniente tomar precauciones adicionales, como en el caso de pacientes lactantes o embarazadas.
- Rutinas locales y hojas informativas para pacientes/acompañantes en relación a los cuidados que deben tener para disminuir las dosis recibidas por el público.



Anexo de la Ordenanza C.A./IB N° 5/2024

21

ANEXO I

-23-

Prácticas

- Redactar de forma resumida y crítica procedimientos locales administrativos y de gestión en materia de seguridad radiológica, tales como:
 - Normas AR 8.2.1, 8.2.2, 10.1.1, 10.6.1 y 10.16.1 aplicadas al servicio de Radioterapia.
 - Incluir los requisitos relativos al uso de equipos emisores de radiaciones ionizantes empleados en Radioterapia.
 - Límites y restricciones de dosis para trabajadores y público.
 - Registros de monitoreo radiológico del personal ocupacionalmente expuesto.
 - Registros de monitoreo de áreas y verificación de blindajes.
 - Certificados de calibración de dosímetros portátiles de protección radiológica.
 - Registro de instalaciones de Radioterapia emisoras de radiaciones ionizantes.
 - Investigación de accidentes de radiación y notificación de tales accidentes.
 - Exposición de seres humanos con fines de investigación.
 - Mantenimiento o destrucción de registros de radiaciones.
 - Transporte seguro de materiales radiactivos.

B. PROCEDIMIENTOS

Objetivo

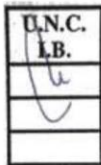
Desarrollar aptitudes personales y clave para llevar a cabo programas y procedimientos locales de seguridad y protección radiológica.

Conocimientos básicos

- Conocimientos y aptitudes necesarios para llevar a cabo procedimientos de seguridad y protección radiológicas de conformidad con los requisitos locales.

Prácticas

- Demostrar que posee conocimientos sobre la selección, la calibración y los principios de los detectores.
- Realizar el estudio radiológico de una zona utilizando un equipo de tasa de dosis adecuado.
- Demostrar que posee conocimientos sobre la selección, la calibración y los principios de determinados monitores de radiación.
- Realizar una recopilación de las medidas pertinentes en materia de protección radiológica que deben adoptarse durante las pruebas de aceptación y la puesta en servicio de una instalación de tratamiento.
- Comprender los diversos enclavamientos necesarios en un equipo de radioterapia, incluido el equipo para braquiterapia de carga diferida.
- Recopilar y supervisar instrucciones de funcionamiento locales pertinentes para el equipo y las instalaciones.



Anexo de la Ordenanza C.A./IB N° 5/2024

22

ANEXO I
-24-

- Traducir, si procede, algunos ejemplos de instrucciones de funcionamiento vigentes desde los principales idiomas al idioma local
- Verificar el uso correcto de dosímetros personales y de extremidades y de los cuidados para prevenir su contaminación.

C. SEGURIDAD DE LAS FUENTES DE RADIACION

Objetivo

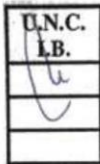
Desarrollar aptitudes personales y esenciales para la manipulación de fuentes de radiación empleadas en Radioterapia.

Conocimientos básicos

- Conocimientos y aptitudes necesarios para llevar a cabo procedimientos de seguridad y protección radiológicas para las fuentes de radiación de conformidad con los requisitos locales.
- Capacidad para desempeñar las funciones de oficial de seguridad radiológica en el ámbito de la Radioterapia.
- Capacidad para gestionar fuentes en desuso y desechos.

Prácticas

- Realizar un inventario de todas las fuentes del departamento.
- Comparar su propio inventario con el del sistema de mantenimiento y registro del departamento.
- Recopilar normas internacionales (IEC) o nacionales pertinentes aplicables a la radioterapia que regulen los equipos relacionados con las fuentes.
- Demostrar que conoce o puede diseñar un sistema de seguridad/código de prácticas para fuentes de radiación
- Demostrar el funcionamiento seguro del equipo relacionado con la fuente.
- Realizar pruebas de fuga en fuentes radiactivas.
- Demostrar que conoce los peligros y riesgos que pueden surgir, prestando especial atención a la braquiterapia.
- Evaluar los riesgos asociados a las radiaciones.
- Diseñar procedimientos para emergencias radiológicas, por ejemplo:
 - un incendio,
 - funcionamiento del equipo de braquiterapia defectuoso,
 - pérdida de la fuente radiactiva.



Anexo de la Ordenanza C.A./IB N° 5/2024

23



ANEXO I
-25-

- Realizar:
 - comprobaciones periódicas del inventario de fuentes radiactivas,
 - pruebas de fuga de las fuentes,
 - comprobaciones sobre la integridad de:
 - los mecanismos de enclavamiento de los equipos de carga diferida,
 - los sistemas de alerta y monitorización radiológicas de una zona.

D. DISEÑO DE LA PROTECCIÓN RADIOLÓGICA DE LAS SALAS DE TRATAMIENTO

Objetivo

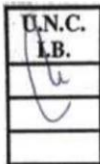
Desarrollar las aptitudes necesarias en relación con todas las medidas de protección radiológica de las salas de tratamiento por irradiación destinadas a radioterapia externa y braquiterapia.

Conocimientos básicos

- Capacidad para:
 - diseñar el blindaje de las salas en las instalaciones de tratamiento; calcular el grosor de la estructura de blindaje,
 - llevar a cabo estudios radiológicos y actividades de monitorización radiológica.

Prácticas

- Determinar:
 - los requisitos para el blindaje contra las radiaciones teniendo en cuenta:
 - la configuración de la sala,
 - los tipos de tratamientos que se llevarán a cabo,
 - el número previsto de pacientes,
 - los tipos de fuentes y actividades para las cuales se emplearán,
 - los factores de ocupación.
 - los materiales de blindaje adecuados para:
 - la puerta/entrada,
 - las paredes,
 - el techo,
 - el suelo.
 - el grosor que deben tener las estructuras de blindaje,
 - las señales y la cartelería de alerta por radiación,
 - el equipo de seguridad auxiliar y complementario que incluya:
 - un sistema de alarma y monitorización radiológicas,
 - un mecanismo de enclavamiento para la puerta,
 - un circuito cerrado de televisión.
 - el sistema de enclavamiento de seguridad.
- Calcular los niveles de dosis de radiación para:
 - las zonas de interés;
 - el personal del departamento,
 - el resto del personal.



- Asesorar sobre el diseño del blindaje para edificios nuevos o reformados.

Anexo de la Ordenanza C.A./IB N° 5/2024

24

ANEXO I

-26-

- Llevar a cabo estudios radiológicos y actividades de monitorización radiológica.
- Evaluar los resultados y extraer conclusiones acerca de la seguridad con respecto a la integridad de la sala de tratamiento y recomendar una línea de acción.
- Preparar los informes y la documentación.

E. PROTECCIÓN CONTRA LA EXPOSICIÓN MÉDICA Y LA EXPOSICIÓN OCUPACIONAL Y DEL PÚBLICO

Objetivo

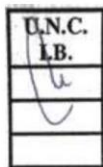
Desarrollar aptitudes clave para organizar las disposiciones necesarias para la protección contra la exposición médica y la exposición ocupacional y del público.

Contenidos

- Conocimientos y aptitudes necesarios para proporcionar protección en relación con la exposición médica, ocupacional y del público

Prácticas

- Demostrar que está familiarizado con la aplicación específica de los principios de protección radiológica a la exposición médica, ocupacional y del público.
- Poseer conocimientos sobre los métodos que permiten reducir al mínimo la dosis en zonas de riesgo como:
 - un feto,
 - las gónadas,
 - el cristalino,
 - la médula espinal,
 - un marcapasos.
- Recopilar la información pertinente facilitada a los trabajadores acerca de las obligaciones y responsabilidades que deben asumir para su propia protección y la protección de los demás.
- Demostrar que se conocen todas las áreas controladas del departamento.
- Demostrar que se comprenden los principios y las prácticas en relación con los dosímetros personales
- Supervisar un sistema de dosimetría personal.
- Realizar los cálculos correspondientes a la dosis o la exposición debidas a partículas beta y fuentes gamma.
- Realizar estudios radiológicos de las zonas de protección adyacentes a las instalaciones radiológicas



F. SITUACIONES DE EMERGENCIA

Objetivo

Anexo de la Ordenanza C.A./IB N° 5/2024

25

ANEXO I
-27-

Desarrollar aptitudes clave para tomar decisiones correctas en caso de emergencia

Contenidos

- Capacidad para tomar decisiones correctas en situaciones de emergencia.

Prácticas a realizar

- Investigar los factores de riesgo asociados a las radiaciones.
- Analizar planes de emergencia radiológica:
 - tomando en consideración las responsabilidades,
 - para cada tipo de fuente sellada,
 - para cualquier otra emergencia radiológica previsible que pudiera surgir en el servicio, considerando la disponibilidad de equipos y herramientas.
- Realizar una evaluación oficial de los riesgos de un procedimiento determinado.
- Planificar y practicar medidas de contingencia, por ejemplo, en caso de funcionamiento defectuoso de un equipo, pérdida de una fuente o derrame.
- Estar familiarizado con los procedimientos de respuesta en el caso de que uno o más pacientes reciban una dosis innecesaria.
- Estar familiarizado con los procedimientos de respuesta en caso de funcionamiento defectuoso de un aparato, pérdida o uso indebido de una fuente sellada.

G. SEGURIDAD RADIOLÓGICA EN BRAQUITERAPIA

Objetivo

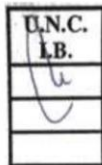
Capacitación sobre la manipulación y utilización seguras de las fuentes de braquiterapia

Contenidos

- Capacidad para desempeñar las funciones de oficial de seguridad radiológica o de guardián de una fuente en el ámbito de la braquiterapia y adoptar procedimientos de seguridad y control de calidad adecuados para el tratamiento con braquiterapia.

Prácticas a realizar

- Demostrar que posee conocimientos sobre:
 - los principios y prácticas en materia de seguridad y protección radiológicas en braquiterapia en situaciones normales y de emergencia,
 - los requisitos legislativos locales y las recomendaciones internacionales sobre normas de calidad y seguridad para equipos y procedimientos de braquiterapia,
 - los peligros y riesgos que pueden surgir en braquiterapia,
 - los requisitos de seguridad que establecen:
 - la legislación,
 - las directrices/código de práctica.

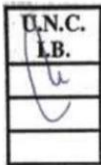


Anexo de la Ordenanza C.A./IB N° 5/2024

26

ANEXO I
-28-

- la funcionalidad y las propiedades de los equipos/instrumentos de monitorización y protección radiológicas.
- Evaluar los riesgos asociados a las radiaciones.
- Diseñar un sistema de protección radiológica para proteger:
 - al personal del servicio,
 - a los pacientes,
 - al resto del personal.
- Diseñar un sistema de seguridad para fuentes de radiación que abarque:
 - el almacenamiento en condiciones de seguridad tecnológica y física,
 - un sistema de inventario de fuentes.
- Diseñar un sistema de registro para seguir los traslados de las fuentes que incluya:
 - la entrega,
 - el almacenamiento,
 - la aprobación para su aplicación clínica,
 - la disposición final,
 - el transporte.
- Diseñar procedimientos para emergencias radiológicas, por ejemplo:
 - un incendio,
 - funcionamiento del equipo de braquiterapia defectuoso,
 - pérdida de la fuente radiactiva.
- Realizar monitorización/estudios radiológicos de:
 - las salas,
 - el personal,
 - los pacientes.
- Realizar comprobaciones periódicas del inventario de fuentes radiactivas, pruebas de fuga de las fuentes y comprobaciones sobre la integridad de:
 - los mecanismos de enclavamiento de los equipos de carga diferida,
 - los sistemas de alerta y monitorización radiológicas de una zona.
- Supervisar/controlar y registrar la transferencia de fuentes.
- Asesorar sobre el cumplimiento de los requisitos legislativos.
- Notificar los incidentes relacionados con radiaciones.
- Preparar los informes y la documentación



Anexo de la Ordenanza C.A./IB N° 5/2024

27

ANEXO I

-29-

CÓDIGO ECS3. DOSIMETRÍA EN RADIOTERAPIA EXTERNA

Objetivo: Desarrollar las aptitudes y los conocimientos especializados necesarios para la dosimetría en radioterapia externa.

Tiempo de dedicación previsto: Entre el 8% y el 10% del tiempo dedicado a todo el programa.

Bibliografía principal

- PODGORSK, E.B. (Ed.) Review of Radiation Oncology Physics: A Handbook for Teachers and Students, Organismo Internacional de Energía Atómica, Viena (2005).
- IAEA TRS-398: Absorbed Dose Determination in External Beam Radiotherapy: An International Code of Practice for Dosimetry Based on Standards of Absorbed Dose to Water", Colección Informes Técnicos, N° 398, OIEA, Viena, (2000).
- IAEA TRS 483: Dosimetry of small static fields used in external beam radiotherapy: an IAEA-AAPM International Code of Practice for reference and relative dose determination. International Atomic Energy Agency, 2017.
- VAN DYK, J., (Ed.) The Modern Technology of Radiation Oncology: A Compendium for Medical Physicists and Radiation Oncologists, Medical Physics Publishing, Madison WI, (1999).
- C. E. Almeida (Editor), Tópicos Especiales en Física Médica y Radioprotección, Atena Editora, Río de Janeiro, 2023 (<https://atenaeditora.com.br/catalogo/ebook/temas-especiais-em-fisica-medica-e-radioprotecao>)

A. DOSIMETRÍA MEDIANTE CÁMARAS DE IONIZACIÓN

Objetivo

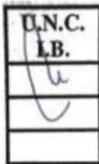
Desarrollar la capacidad para conocer y utilizar las cámaras de ionización con el objetivo de determinar la dosis absorbida en agua en haces externos de radioterapia.

Conocimientos básicos

- Capacidad para comprender y utilizar las cámaras de ionización empleadas en dosimetría de referencia y relativa en los haces utilizados en Radioterapia.

Prácticas a realizar

- Demostrar que posee conocimientos sobre lo siguiente:
 - los criterios de selección del tipo de cámara de ionización,
 - la magnitud dosimétrica y las unidades que deberán medirse,
 - los efectos de magnitudes de influencia en la cantidad medida (densidad del aire, recombinación, polaridad, calentamiento, efecto vástago, fugas, humedad),
 - los factores de corrección para:
 - las magnitudes de influencia,
 - la calidad de las radiaciones;



Anexo de la Ordenanza C.A./IB N° 5/2024

28

ANEXO I

-30-

- los efectos de perturbaciones tales como las causadas por la cavidad de la cámara, la pared de la cámara, el electrodo central o la sustitución del medio por parte de la cámara.
- Realizar mediciones de dosis con diversas cámaras de ionización para demostrar que entiende y puede aplicar de forma correcta las características facilitadas anteriormente

B. DOSIMETRÍA MEDIANTE OTROS MÉTODOS

Objetivo

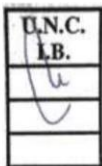
Desarrollar la capacidad para utilizar de forma adecuada diversos dosímetros con el objetivo de realizar mediciones de la dosis en los haces utilizados en radioterapia.

Conocimientos básicos

- Capacidad para realizar mediciones de la dosis en los haces utilizados en radioterapia mediante diversos dosímetros (películas radiocrómicas, detectores OSL, dosimetría portal).

Prácticas a realizar

- Demostrar que posee conocimientos sobre las ventajas y desventajas de utilizar determinados detectores para mediciones dosimétricas relativas.
- Realizar mediciones con dosímetros luminiscentes ópticamente estimulados (OSLD) y demostrar que posee conocimientos sobre los aspectos relativos a:
 - los OSLD normalmente disponibles (formas, tamaños y materiales),
 - los ejemplos habituales de mediciones realizadas con OSLD: ojos, irradiación corporal total, etc.
 - las mediciones con un OSLD: preparación, precauciones, etc.
 - la estructura básica y el funcionamiento del lector OSL,
 - la GC en las mediciones con OSLD.
- Realizar mediciones con dosímetros de estado sólido (diodos de Si, microdiamante, centelleo) y demostrar que posee conocimientos sobre aspectos tales como:
 - el diseño de los detectores,
 - diferencias y aplicación de diodos blindados y no blindados,
 - empleo en dosimetría de haces pequeños,
 - pre-irradiación y dependencia energética,
 - las tensiones de polarización y corrientes de salida características.
- Realizar mediciones con películas radiocrómicas, y demostrar que posee conocimientos sobre los siguientes aspectos:
 - estructura básica y funcionamiento de los distintos tipos de películas radiocrómicas,
 - estructura básica y funcionamiento de un densitómetro/escáner para películas,
 - calibración dosimétrica de las películas,



Anexo de la Ordenanza C.A./IB N° 5/2024

29

ANEXO I
-31-

- GC para la dosimetría con películas.
- Realizar mediciones con sistemas electrónicos de imágenes portales (EPID) y demostrar que posee conocimientos sobre los siguientes aspectos:
 - estructura básica y funcionamiento de los paneles empleados en los EPID,
 - Comprender los procedimientos para la conversión de la respuesta de los paneles de EPID a distribuciones de dosis absorbida en aire o agua,
 - calibración dosimétrica de los paneles de los EPID,
 - GC para la dosimetría con EPID.
- Realizar evaluaciones dosimétricas con otros tipos de detectores, según disponibilidad (TLD, Alanina).

C. DOSIMETRÍA DE REFERENCIA EN RADIOTERAPIA

Objetivo

Utilizar las cámaras de ionización para realizar la dosimetría de referencia de haces de fotones y electrones empleando códigos de práctica internacionales.

Conocimientos básicos

- Capacidad para determinar la dosis absorbida en radioterapia externa.

Prácticas a realizar

- Demostrar que está familiarizado con el empleo de los códigos de práctica del IAEA TRS 398 y TRS 483 (u otro protocolo aceptado).
- Exponer las diferencias con respecto a otros protocolos.
- Determinar la calidad de los haces de fotones y electrones
- Determinar la tasa de dosis absorbida en agua bajo condiciones de referencia basándose en el Código de práctica TRS 398 y en hojas de cálculo conexas facilitadas por el IAEA para distintos tipos de haces.
- Llevar a cabo un proceso de calibración cruzada de cámaras de ionización, especialmente para haces de electrones.
- Analizar la incertidumbre de la calibración de dosis.

D. DOSIMETRÍA RELATIVA DE HACES DE RADIOTERAPIA

Objetivo

Desarrollar conocimientos especializados en la utilización adecuada de una serie de sistemas de dosimetría y materiales para maniqués a fin de medir la dosis relativa y la distribución de las dosis en los haces utilizados en radioterapia.

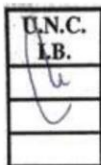
Conocimientos básicos

- Capacidad para realizar mediciones de la dosis relativa en radioterapia externa.

Prácticas a realizar

Anexo de la Ordenanza C.A./IB N° 5/2024

30



ANEXO I

-32-

- Demostrar que sabe utilizar de forma adecuada los dosímetros para medir la dosis relativa.
- Demostrar que conoce los factores que influyen en la medición de dosis y las condiciones de no referencia.
- Demostrar que conoce los requisitos con respecto a los dosímetros y los maniqués para la realización de mediciones en estos últimos.
- Explicar los factores de corrección necesarios en los materiales no equivalentes al agua para maniqués (diferencial para los fotones y los electrones).
- Demostrar que está familiarizado con el funcionamiento de los sistemas de barrido de haces que utilizan maniqués de agua, incluidos los conocimientos sobre los análisis de los datos, su procesamiento, las correcciones requeridas, etc. que pueden acompañar dicho sistema.
- Determinar como mínimo los siguientes elementos en un maniqué de agua:
 - porcentaje de dosis en profundidad (PDD),
 - perfiles de los haces,
 - TPR/TMR,
 - factores de dispersión (factor de dispersión del colimador Sc, factor de dispersión del maniqué Sp).
- Determinar los siguientes elementos (cuando se utilicen) en un maniqué sólido (empleando distintos equipos de dosimetría):
 - factor real de transmisión de cuña,
 - factores totales de dispersión,
 - factores de dispersión del colimador,
 - factor de transmisión de protecciones y compensadores,
 - factor de insertos de electrones,
 - factor de transmisión de la bandeja.
- Demostrar que comprende las incertidumbres relacionadas con las mediciones.
- Analizar la incertidumbre de los datos.

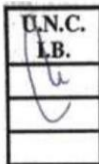
E. VERIFICACIÓN DE DOSIS ADMINISTRADA AL PACIENTE

Objetivo

Desarrollar conocimientos especializados para llevar a cabo el procedimiento de verificación de la dosis administrada al paciente.

Conocimientos básicos

- Capacidad para realizar y analizar mediciones para la verificación de la dosis en un maniqué a fin de determinar la aceptación del plan de tratamiento.



Anexo de la Ordenanza C.A./IB N° 5/2024

31

ANEXO I

-33-

Prácticas a realizar

- Participar en un programa vigente o diseñar un nuevo programa para la verificación de la dosis administrada a los pacientes.
- Trasladar la configuración de los haces de un plan de tratamiento para un paciente determinado a un maniquí adecuado, medir la dosis absoluta en algunos puntos de interés y comparar los resultados con las dosis calculadas.
- Comprender y utilizar métodos cuantitativos para describir el grado de cumplimiento mediante niveles de tolerancia y/o actuación, por ejemplo, el método del índice gamma.
- Describir el proceso de adopción de decisiones en que se basan la aceptación y el rechazo de un plan de tratamiento.
- Examinar y mejorar/aplicar un programa de dosimetría in vivo de conformidad con las mejores prácticas nacionales e internacionales.
- Realizar una reseña de publicaciones científicas sobre las ventajas y las desventajas de un programa de dosimetría in vivo y la elección del dosímetro.
- Realizar mediciones dosimétricas in vivo (incluida la redacción de un informe sobre un estudio de casos)

F. GARANTÍA DE CALIDAD DE LA INSTRUMENTACIÓN DOSIMÉTRICA

Objetivo

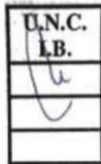
Adquirir capacidad para comprender y seguir las recomendaciones en relación con la garantía de calidad de la instrumentación e dosimetría en un departamento de radioterapia.

Conocimientos básicos

- Capacidad para gestionar un programa de GC aplicable todos los equipos de dosimetría.

Prácticas a realizar

- Demostrar que está familiarizado con las recomendaciones de GC para equipos de dosimetría de las radiaciones como:
 - Electrómetros,
 - cámaras de ionización,
 - dosímetros de estado sólido,
 - termómetros,
 - barómetros,
 - maniqués de agua y sistemas de barrido de haces,
 - densitómetros/escáneres que utilizan películas,
 - arreglos de detectores 1D y 2D.



Anexo de la Ordenanza C.A./IB N° 5/2024

32

ANEXO I

-34-

- Llevar a cabo comprobaciones en materia de aceptación, puesta en servicio y CC para equipos de dosimetría (incluyendo cámaras de ionización, OSLD, detectores de estado sólido y películas entre otros) de conformidad con un programa de GC.
- Examinar y mejorar/aplicar un programa de GC para equipos de dosimetría.
- Comprobar la trazabilidad hasta un laboratorio primario de calibración dosimétrica (LPCD) de los coeficientes de calibración de las cámaras de ionización empleadas en la dosimetría de referencia.
- Demostrar que está familiarizado con los sistemas de auditorías postales del IAEA.
- Demostrar que está familiarizado con el método para expresar las incertidumbres en la medición de la dosis.
- Participar en un programa vigente o diseñar un nuevo programa para la verificación de la dosis administrada a los pacientes.

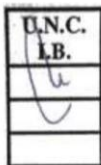
CÓDIGO ECS4. ADQUISICIÓN DE EQUIPOS, PRUEBAS DE ACEPTACIÓN, PUESTA EN SERVICIO Y CONTROLES DE CALIDAD EN RADIOTERAPIA EXTERNA

Objetivo: Familiarizarse con procedimientos destinados a la adquisición, aceptación, puesta en servicio y controles de calidad de equipos de Radioterapia Externa.

Tiempo de dedicación previsto: Entre el 8% y el 10% del tiempo dedicado a todo el programa

Bibliografía principal

- ORGANISMO INTERNACIONAL DE ENERGÍA ATÓMICA, Setting up a Radiotherapy Programme: Clinical, Medical Physics, Radiation Protection and Safety Aspects, OIEA, Viena (2008).
- VAN DYK, J., (Ed.) The Modern Technology of Radiation Oncology: A Compendium for Medical Physicists and Radiation Oncologists, Medical Physics Publishing, Madison WI, (1999).
- VAN DYK, J., (Ed.) The Modern Technology of Radiation Oncology, Vol. 2, Medical Physics Publishing, Madison, WI, (2005).
- WILLIAMS, J.R., THWAITES, D.I., (Eds), Radiotherapy Physics in Practice, 2nd edn., Oxford University Press, (2000).
- A. Brosted: Fundamentos de Física Médica, Vol. 3: Radioterapia Externa I, SEFM, 2012
- C. E. Almeida (Editor), Tópicos Especiales en Física Médica y Radioprotección, Atena Editora, Río de Janeiro, 2023.



Anexo de la Ordenanza C.A./IB N° 5/2024

33

ANEXO I

-35-

A. ADQUISICIÓN DE EQUIPOS DE RADIOTERAPIA

Objetivo

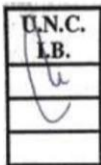
Desarrollar la competencia necesaria para preparar especificaciones para la adquisición de nuevo equipamiento y colaborar en la gestión del mismo.

Conocimientos básicos

- Conocimiento de temas asociados a la selección del equipo (por ejemplo, tecnología, funcionalidad, rendimiento, compatibilidad, capacitación, servicio de mantenimiento, fabricación, entrega e instalación, y procedimientos locales de compra).
- Adquirir familiaridad con los productos actuales; diferencias fundamentales en las tecnologías disponibles.
- Preparar un proyecto de acuerdo con los objetivos y características del servicio.
- Proponer la planificación de la compra del equipo y la preparación de las instalaciones:
 - Examen de los requerimientos del equipo desde el punto de vista clínico.
 - Aspectos técnicos, incluido el suministro de energía y la puesta a tierra.
 - Planificación del mantenimiento.
 - Análisis de las garantías y contrato de mantenimiento.
 - Limitaciones del equipo.
 - Flujo de trabajo.
 - Configuración de la sala y sus adyacencias.
 - Volumen de trabajo y blindaje contra la radiación.
- Conocer los principios de adquisición del equipo:
 - Especificaciones técnicas.
 - Análisis de los opcionales.
 - Posibilidades de mejoras y actualizaciones (*upgrade*).
- Conocer el proceso de instalación del equipo, pruebas de aceptación y puesta en servicio:
 - Necesidad de supervisión del proceso de instalación.
 - Función de las pruebas de aceptación.
 - Función de la puesta en servicio.
- Conocer el proceso de supervisión del equipo:
 - Programa de control de calidad.
 - Servicio y mantenimiento del equipo.

Prácticas a realizar

- Analizar y comunicar las necesidades del servicio sobre:
 - tecnología del equipo,
 - funcionalidad,
 - rendimiento,
 - compatibilidad,



Anexo de la Ordenanza C.A./IB N° 5/2024

34

ANEXO I
-36-

- capacitación,
- servicio de mantenimiento,
- construcción y servicios de construcción,
- entrega e instalación.

- Realizar:
 - una investigación de mercado sobre tecnología del equipo,
 - una evaluación de la tecnología disponible.

- Planificación de la instalación del equipo:
 - elaboración de la configuración de la sala y sus adyacencias,
 - determinación del volumen de trabajo y los requisitos de blindaje contra la radiación.

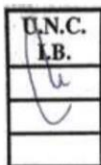
- Adquisición de equipo:
 - elaboración de especificaciones basadas en el análisis de las necesidades,
 - análisis de las ofertas de los proveedores principales,
 - análisis de los opcionales y las posibilidades de mejoras y actualizaciones (*upgrade*),
 - comprobar que las características técnicas del equipo se ajustan a lo acordado en la compra del mismo.

- Supervisión del mantenimiento del equipo:
 - Supervisar el mantenimiento del equipo de Radioterapia, por ejemplo:
 - Participar en la búsqueda y corrección de fallos de equipo durante un período determinado.
 - Durante un período de tiempo, actuar como punto de contacto para los fallos del equipo y de enlace con los ingenieros de mantenimiento.
 - Redactar un informe y/o presentar al responsable de física médica del servicio estudios de casos en que se señale el fallo del equipo, su causa y las mediciones de verificación requeridas para asegurar una administración de dosis con la exactitud y precisión requeridas.
 - Conocer las diferencias entre las unidades de distintos fabricantes.
 - Realizar pruebas apropiadas después del mantenimiento, la calibración y las mejoras de los programas informáticos para garantizar la calidad de las prestaciones y la seguridad de los pacientes.

B. ACEPTACIÓN, PUESTA EN SERVICIO Y CONTROLES DE CALIDAD DE EQUIPOS DE RADIOTERAPIA

Objetivo

Desarrollar la competencia necesaria para llevar a cabo y diseñar los procedimientos relativos a las pruebas de aceptación, la puesta en servicio y los protocolos de controles de calidad del equipamiento empleado en Radioterapia Externa.



Anexo de la Ordenanza C.A./IB N° 5/2024

35

ANEXO I
-37-

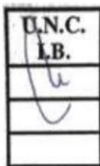
B.1. EQUIPOS DE IMÁGENES PARA SIMULACIÓN-LOCALIZACIÓN (SIMULADOR CONVENCIONAL, CT, CT-SIMULADOR) Y POSICIONAMIENTO-VERIFICACIÓN (EPID, CBCT)

Conocimientos básicos

- Demostrar que se poseen conocimientos sobre los principios físicos y de funcionamiento de los diversos equipos de imágenes empleados en Radioterapia Externa.
- Capacidad para diseñar y llevar a cabo procedimientos relativos a las pruebas de aceptación y puesta en servicio de los equipos de imágenes empleados en Radioterapia Externa.
- Diseñar y llevar a cabo un programa de control de calidad de los equipos de imágenes empleados en Radioterapia Externa

Prácticas a realizar

- Aplicar los protocolos locales/internacionales relativos a los equipos del servicio.
- Registrar los resultados según los protocolos del servicio.
- Identificar los datos de referencia de cada equipo y registrar los "valores de base" (Baseline Values).
- Implementar un programa de control de calidad para equipos de imágenes.
- Conducir los controles periódicos apropiados para cada tipología de equipo y su periodicidad.
- Documentar y registrar los resultados adecuadamente, según los protocolos del servicio.
- Identificar los dispositivos e instrumentos adecuados para las calibraciones y controles de calidad de estos equipos.
- Supervisar a los técnicos operadores durante el manejo de casos especiales.
- Evaluar el impacto del uso de dispositivos especiales de inmovilización en la planificación del tratamiento.
- Identificar situaciones que requieren un manejo especial y analizarlas con técnicos operadores, médicos y físicos médicos.
- Comprender y aplicar los procedimientos para fusión y registración de imágenes.
- Aplicar los cambios correspondientes en la planificación del tratamiento como consecuencia de las modificaciones debidas a la evaluación de incertidumbres



Anexo de la Ordenanza C.A./IB N° 5/2024

36

ANEXO I

-38-

B.2. EQUIPOS DE TRATAMIENTO CON HACES EXTERNOS (LINAC)

Conocimientos básicos

- Demostrar que se poseen conocimientos sobre los principios físicos y de funcionamiento de los aceleradores lineales de uso médico (LINAC).
- Capacidad para diseñar y llevar a cabo procedimientos relativos a las pruebas de aceptación y puesta en servicio de un LINAC.
- Diseñar y llevar a cabo un programa de control de calidad de un LINAC

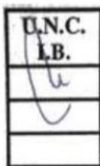
Prácticas a realizar

Aceptación

- Demostrar que posee conocimientos sobre:
 - el concepto y los principios de un programa de pruebas de aceptación que incluya:
 - aspectos de seguridad,
 - aspectos mecánicos,
 - mediciones dosimétricas;
 - los métodos, los procedimientos y las herramientas necesarios para realizar pruebas de aceptación de los equipos y sus accesorios.
- Evaluar las propiedades y características del equipo, incluidas sus especificaciones y funcionalidad.
- Diseñar métodos y procedimientos/protocolos de comprobación, así como hojas de trabajo, para un programa de pruebas de aceptación.
- Elaborar y preparar protocolos de comprobación y medición, así como hojas de trabajo.
- Participar en las pruebas de aceptación de un equipo de tratamiento de megavoltaje.
- Preparar y/o examinar informes y recomendaciones sobre pruebas de aceptación.

Puesta en Servicio

- Diseñar métodos, procedimientos y un programa de trabajo para la puesta en servicio que permitan preparar el equipo para su aplicación clínica y que incluyan:
 - la elaboración de protocolos de comprobación y medición, así como de hojas de trabajo, que abarquen:
 - aspectos de seguridad,
 - aspectos mecánicos,
 - mediciones dosimétricas;
 - la integración de redes y la transferencia de datos;
 - la programación de la capacitación.



Anexo de la Ordenanza C.A./IB N° 5/2024

37

ANEXO I

-39-

- Participar en la puesta en servicio de un equipo de terapia de megavoltaje incluidas:
 - la obtención de todos los datos necesarios para el tratamiento relativos a los haces de radiación,
 - la verificación de la precisión de los procedimientos de tratamiento.
- Preparar y/o examinar el informe y los documentos relativos a la puesta en servicio en los que se incluya:
 - el origen y la magnitud de los errores,
 - los valores de referencia establecidos para ulteriores pruebas de CC.
- Informar sobre los progresos de la puesta en servicio a un equipo formado por profesionales de distintas disciplinas.

Controles de Calidad (CC)

- Comparar y contrastar el programa local de CC con las directrices y prácticas internacionales recomendadas.
- Diseñar un programa de CC que incluya comprobaciones diarias, semanales, mensuales y anuales para un equipo de tratamiento de megavoltaje.
- Realizar pruebas de CC semanales, mensuales y anuales para un equipo de tratamiento de megavoltaje.
- Una vez realizadas los procedimientos de mantenimiento del equipo de haz externo, llevar a cabo una verificación post-mantenimiento a fin de garantizar que los pacientes reciben la dosis de radiación de forma precisa.

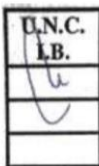
B.3. SISTEMAS DE PLANIFICACIÓN COMPUTARIZADA (TPS)

Conocimientos básicos

- Demostrar que se poseen conocimientos sobre la arquitectura general de los TPS empleados en Radioterapia Externa.
- Capacidad para diseñar y llevar a cabo procedimientos relativos a las pruebas de aceptación y puesta en servicio de un TPS.
- Diseñar y llevar a cabo un programa de control de calidad de un TPS.

Prácticas a realizar

- Diseñar los procedimientos de un programa de GC aplicables a una computadora para la planificación de tratamientos basándose en las recomendaciones establecidas en la Colección de Informes Técnicos N° 430 del IAEA o en una recomendación internacional equivalente adoptada por el servicio que abarquen:
 - Pruebas de aceptación con respecto a las especificaciones del equipo:
 - comprobación de especificaciones técnicas del hardware,
 - prueba de funcionalidad de los equipos y programas informáticos,
 - precisión geométrica y dosimétrica,



Anexo de la Ordenanza C.A./IB N° 5/2024

38

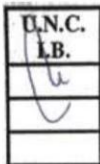
ANEXO I

-40-

- integración de las redes y la transferencia de datos,
- Diseñar y llevar a cabo un programa de control de calidad de un TPS.
- Puesta en servicio de una planificación con haces de fotones y electrones, que incluya:
 - la configuración del sistema,
 - la verificación con respecto a las mediciones y/o métodos independientes de:
 - el registro de las imágenes y las herramientas para la delimitación de volúmenes,
 - la conversión de número HU a CT,
 - los datos relativos a los haces transferidos desde el sistema de adquisición,
 - los modelos de haces en condiciones normales y extremas,
 - los cálculos dosimétricos, incluidos los cálculos de unidades monitoras (UM),
 - los planes de tratamiento,
 - salida del plan y transferencia.
- Controles de calidad
 - del TPS,
 - de los dispositivos de entrada y salida de datos,
 - del sistema de copias de respaldo,
 - de los datos relativos a los haces,
 - de los datos relativos al paciente y las imágenes,
 - de la delimitación de volúmenes,
 - de las herramientas de cálculo de la dosis,
 - del plan específico de un paciente,
 - de la red informática.
- Identificar y recomendar:
 - las pruebas de CC y los equipos de medición necesarios,
 - los límites de tolerancia y los niveles de actuación para cada prueba de CC.
- Elaborar y preparar hojas de trabajo para las pruebas y las mediciones.
- Comunicar cualquier desviación o anomalía funcional y proponer medidas correctivas.
- Examinar y actualizar los protocolos y procedimientos de GC de forma periódica.

CÓDIGO ECS5. PLANIFICACION DE TRATAMIENTOS CON RADIOTERAPIA EXTERNA CONVENCIONAL

Objetivo: Proporcionar los conocimientos y las competencias necesarios para planificar un tratamiento de radioterapia externa con técnicas convencionales.



Anexo de la Ordenanza C.A./IB N° 5/2024

39

ANEXO I

-41-

Tiempo de dedicación previsto: Entre el 15 y el 20% del tiempo dedicado a todo el programa (las prácticas se extienden al segundo año).

Bibliografía principal

- Faiz M. Khan. "Treatment Planning in Radiation Oncology". 2016, 4th. Edition.
- Faiz M. Khan & J.P. Gibbons. "The Physics of Radiation Therapy". 2014, 5th. Edition
- Ann Barrett, Jane Dobbs, Stephen Morris and Tom Roques. "Practical Radiotherapy Planning". 4th Ed. (2009).
- GIBBON, J.P., (Ed.) Monitor Unit Calculations for External Photon & Electron Beams, Advanced Medical Publishing (2000).
- Stern, R. et al, "Verification of monitor unit calculations for non-IMRT clinical radiotherapy": Report of AAPM Task Group 114, Med. Phys. 38 (1), January 2011
- PODGORSK, E.B. (Ed.) Review of Radiation Oncology Physics: A Handbook for Teachers and Students, Organismo Internacional de Energía Atómica, Viena (2005).

A. TÉCNICAS DE TRATAMIENTO

Objetivos

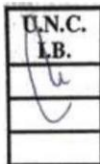
Adquirir conocimientos sobre diversas técnicas de tratamiento con haces externos.

Conocimientos básicos

- Demostrar que posee conocimientos sobre la finalidad, las ventajas y los desafíos de diversos modificadores del haz y técnicas de tratamiento con haces externos en radioterapia convencional.

Prácticas a realizar

- Demostrar que comprende las diferencias entre la distancia foco piel (SSD) fija y las técnicas de tratamiento isocéntrico, y observar esas diferencias técnicas.
- Demostrar que entiende la utilización de determinadas combinaciones de haces para distintas localizaciones de tratamiento, así como el empleo de la ponderación y la normalización.
- Demostrar que comprende las ventajas de utilizar los siguientes modificadores del haz y observar su funcionamiento:
 - dispositivos para la configuración del haz,
 - Cuñas,
 - bolus,
 - compensadores.
- Demostrar que comprende las ventajas de las siguientes técnicas de tratamiento y observar su funcionamiento:



Anexo de la Ordenanza C.A./IB N° 5/2024

40

ANEXO I

-42-

- correspondencia del campo de distintos tipos de haces de radiación y energías de la radiación,
- técnicas de rotación,
- radioterapia conformada tridimensional,
- haces no coplanares,
- técnicas de radioterapia de intensidad modulada (IMRT): estática, dinámica, en arco.
- IGRT.

B. COLOCACIÓN DEL PACIENTE Y VERIFICACIÓN DEL TRATAMIENTO

Objetivos

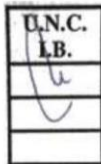
Comprender los métodos de monitorización y control de los niveles de incertidumbre en la geometría y la dosis durante la administración del tratamiento al paciente con haces externos de Radioterapia Convencional

Conocimientos básicos

- Demostrar que posee conocimientos sobre la finalidad, las ventajas y los desafíos de diversos dispositivos y métodos empleados en pacientes y para la localización del tumor.
- Realizar mediciones a fin de verificar la precisión con la que se administra la dosis mediante técnicas de tratamiento con haces externos.

Prácticas a realizar

- Demostrar que comprende la finalidad de los siguientes elementos y observar su funcionamiento:
 - sistemas básicos de colocación del paciente y seguimiento de los movimientos,
 - preparación y utilización de dispositivos de inmovilización,
 - inmovilización del paciente desde la sala de moldes hasta el aparato de tratamiento,
 - sistemas de diagnóstico por imágenes para la colocación del paciente desde el momento de la simulación hasta la verificación del tratamiento,
 - distintos métodos de evaluación de las imágenes portales radiográficas/EPID para analizar la exactitud y la precisión de la colocación del paciente,
 - láseres desde la simulación real/virtual hasta el tratamiento,
 - verificación de la colocación del paciente y la administración de la dosis con IMRT,
 - verificación de la colocación del paciente con campos no coplanares,
 - sistemas avanzados de colocación del paciente y seguimiento de los movimientos (por ejemplo, IGRT).
- Demostrar que posee conocimientos sobre las incertidumbres, la tolerancia y los niveles de actuación de una o más de las técnicas de tratamiento indicadas anteriormente.
- Utilizar un sistema de registro y verificación (R&V).



Anexo de la Ordenanza C.A./IB N° 5/2024

41

Ord. N° 34/2024 _ _ _ _

ANEXO I
-43-

- Realizar una reseña de publicaciones científicas sobre inmovilización para una localización de tratamiento concreta.
- Preparar un sistema de inmovilización de pacientes.
- Explicar las discrepancias entre las imágenes portales y las radiografías reconstruidas digitalmente (DRR).
- Verificar la administración de la dosis del plan de tratamiento de un paciente mediante un maniquí y un dosímetro adecuado para:
 - una técnica de tratamiento convencional,
 - la IMRT.

C. PLANIFICACIÓN DEL TRATAMIENTO

Objetivo

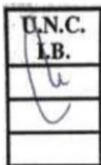
Adquirir las competencias necesarias para la planificación del tratamiento y el cálculo de la dosis con haces externos de Radioterapia Convencional.

Conocimientos básicos

- Aplicar las principales técnicas de Planificación de Tratamientos de Radioterapia Convencional, incluyendo 2D, 3D Conformada y 3D en arco, con haces de fotones y electrones de megavoltaje generados por aceleradores lineales.
- Dominar las técnicas de planificación manual y computada de los tratamientos mencionados, incluido el manejo del TPS.
- Realizar los controles de calidad paciente-específico del proceso de planificación de radioterapia externa.

Prácticas a realizar

- Participar en el tratamiento diario de los pacientes junto a los técnicos operadores para comprender la dinámica y protocolos de tratamiento.
- Participar de los procedimientos de simulación de tratamientos mediante Tomógrafo Computado (CT). Verificar el uso de dispositivos de inmovilización durante la simulación, la planificación y en los equipos de tratamiento.
- Verificar la transmisión de imágenes y otros datos desde el CT al sistema de planificación y de éste al acelerador lineal. Realizar los respectivos controles de calidad al sistema de transferencia.
- Familiarizarse con el uso de las imágenes tomográficas para localización y tratamiento en la práctica clínica.
- Observar y analizar imágenes tomográficas. Dibujar y verificar contornos de órganos de interés. Estudiar y corroborar otros datos del paciente para la planificación de tratamientos.



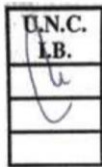
Anexo de la Ordenanza C.A./IB N° 5/2024

42

ANEXO I

-44-

- Asistir y comparar los criterios de delimitación y dibujo de GTV, CTV, PTV y OAR para diferentes localizaciones. Discutir con el médico radioncólogo las particularidades de cada caso.
- Comprender los sistemas locales y de la ICRU (50, 62) relativos a la prescripción, el registro y la notificación de la dosis en radioterapia externa.
- Comprender el contenido, formato y sistema de identificación de los pacientes y el informe relativo al tratamiento para diversos tratamientos, así como el nivel de cumplimiento de las recomendaciones de la ICRU.
- Participar en discusiones con grupos multidisciplinarios.
- Conocer las limitaciones de los algoritmos de los sistemas de planificación de tratamiento usando toda la información disponible.
- Investigar los efectos de cambios de parámetros en el plan de tratamiento usando los sistemas disponibles.
- Investigar los métodos usados para tomar en cuenta las heterogeneidades y falta de tejido en irradiación con haces de fotones y electrones.
- Realizar planificaciones de tratamientos en forma manual y computada con TPS, considerando distintas técnicas, tales como
 - haces de fotones de megavoltaje,
 - haces de electrones,
 - una combinación de haces de fotones y electrones,
 - campos contiguos,
 - arcoterapia,
 - campos irregulares,
 - campos con cuñas,
 - haces con incidencia oblicua,
 - corrección de la heterogeneidad tisular,
 - compensadores/modificadores de haces,
 - radioterapia conformada tridimensional.
- Demostrar el uso de diversas herramientas en la planificación del tratamiento, entre ellas:
 - vista desde el ojo del haz (BEV),
 - visualizaciones volumétricas tridimensionales de isodosis,
 - radiografías reconstruidas digitalmente (DRR).
- Realizar cálculos manuales e independientes de unidades monitoras para haces de fotones y electrones de equipos de megavoltaje en diferentes situaciones clínicas.
- Producir distribuciones de dosis en campos extendidos de tratamiento.



Anexo de la Ordenanza C.A./IB N° 5/2024

43

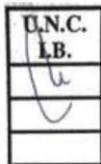
ANEXO I

-45-

- Seleccionar energías de fotones y electrones para aplicaciones clínicas.
- Generar planes de tratamiento usando diferentes modalidades de imágenes (CT, PET, MR), considerando múltiples volúmenes blanco, usando modificadores de haces tales como cuñas, bloques de cerrobend, MLCs, compensadores y bolus.
- Realizar las evaluaciones de los planes resultantes y análisis de DVH en conjunto con el médico radioncólogo. Discutir las particularidades de cada caso clínico.
- Conocer la dosis máxima tolerada de diversas estructuras tisulares y órganos normales.
- Aplicar los criterios y procedimientos para aceptar los planes de tratamiento de una serie de localizaciones clínicas.
- Verificar los cálculos realizados en TPS de los planes de tratamiento usando programas independientes.
- Aplicar el modelo lineal cuadrático en ejemplos prácticos.
- Participar en los ingresos de pacientes al equipo de tratamiento, incluyendo la toma de imágenes portales y volumétricas según corresponda y asistencia a movimientos de mesa.
- Observar el uso de métodos de coregistro de imágenes para la verificación del tratamiento antes de ejecutarlo.
- Saber estimar los errores geométricos asociados a los sistemas de inmovilización y estimar los márgenes CTV-PTV resultantes de estos.
- Investigar las diversas localizaciones de tratamiento, entre ellas, tumores en la próstata, los pulmones, la cabeza y el cuello; y el origen y la magnitud de:
 - los errores de interfraacción durante el tratamiento,
 - los errores de intrafracción durante el tratamiento.
- Describir los efectos y las repercusiones de los errores durante el tratamiento con respecto a la distribución de la dosis.
- Cargar el tratamiento en el sistema de registro y verificación, asociar las imágenes del paciente, organizar las agendas y adjuntar la documentación correspondiente

CÓDIGO ECS6. BRAQUITERAPIA CONVENCIONAL

Objetivo: Proporcionar los conocimientos y las competencias necesarios para el desempeño de forma independiente en las prácticas de braquiterapia convencional con equipos de Alta Tasa de Dosis.



Anexo de la Ordenanza C.A./IB N° 5/2024

44

ANEXO I

-46-

Tiempo de dedicación previsto: Entre el 8 y el 12% del tiempo dedicado a todo el programa (las prácticas se extienden al segundo año).

Bibliografía principal

- Brosed: Fundamentos de Física Médica, Vol. 5: Braquiterapia, SEFM, 2014
- BALTAS, D., SAKELLIU, L., ZAMBOGLOU, N., The Physics of Modern Brachytherapy, Taylor and Francis (2006).
- Jeffrey F. Williamson (Editor), Bruce R. Thomadsen (Editor), Ravinder Nath (Editor): Brachytherapy Physics. AAPM Summer School 1994.
- PODGORSK, E.B. (Ed.) Review of Radiation Oncology Physics: A Handbook for Teachers and Students, Organismo Internacional de Energía Atómica, Viena (2005).

A. CALIBRACIÓN DE FUENTES DE BRAQUITERAPIA

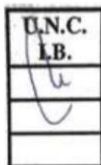
Objetivos: Dominar los procedimientos para la medición de la intensidad de las fuentes de Braquiterapia.

Conocimientos básicos

- Demostrar que posee conocimientos sobre los sistemas de dosimetría y los procedimientos y protocolos para la calibración de fuentes de braquiterapia.
- Verificar la constancia de las lecturas de las cámaras pozo y otros instrumentos empleados en la calibración de fuentes de braquiterapia.
- Aplicar las guías pertinentes.

Prácticas a realizar

- Demostrar que conoce:
 - las propiedades dosimétricas de las fuentes de braquiterapia,
 - los protocolos en materia de dosimetría para la calibración de fuentes de braquiterapia, incluidos los procedimientos y las recomendaciones establecidos por el IAEA en la publicación TECDOC 1274,
 - las propiedades y las funciones del equipo de calibración,
 - las incertidumbres relacionadas con la determinación de la intensidad de la fuente mediante métodos de medición y cálculo.
- Diseñar una hoja de trabajo para la calibración.
- Calibrar diversas fuentes de braquiterapia por medio de:
 - una cámara de pozo,
 - una cámara tipo Farmer en aire,
 - una cámara tipo Farmer en maniquí.



Anexo de la Ordenanza C.A./IB N° 5/2024

45

ANEXO I

-47-

- Contrastar, a través de la medición, la intensidad de la fuente con la reportada en el certificado del proveedor.
- Demostrar que conoce las medidas correctoras que deberían aplicarse si se excediera el nivel de tolerancia.
- Preparar:
 - los datos relativos a la fuente necesarios para la planificación del tratamiento,
 - el informe sobre la calibración.

B. PLANIFICACIÓN DEL TRATAMIENTO DE BRAQUITERAPIA

Objetivos

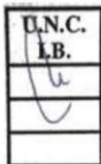
Adquirir las competencias necesarias para la planificación del tratamiento y el cálculo de la dosis con técnicas de Braquiterapia Convencional.

Conocimientos básicos

- Aplicar las principales técnicas de Planificación de Tratamientos de Braquiterapia Convencional, incluyendo tratamientos intracavitarios (ginecológicos) e intersticiales (mama) empleando técnicas 2D y 3D basadas en imágenes planas de RX y tomográficas de CT.
- Dominar las técnicas de planificación manual y computada de los tratamientos mencionados, incluido el manejo del TPS.
- Realizar los controles de calidad del proceso de planificación, incluyendo la utilización de algoritmos de cálculo redundante.

Prácticas a realizar

- Participar del proceso de obtención de las imágenes a utilizar para la planificación del tratamiento. Parámetros de adquisición, posicionamiento, visualización de estructuras de interés.
- Definición de volúmenes blanco para planificación de braquiterapia 2D y 3D con imágenes planas de RX y tomográficas de CT.
- Participar de la colocación de los implantes de tratamiento a utilizar.
- Analizar y aplicar los distintos métodos de reconstrucción del implante. Colocación de puntos representativos de órganos de interés.
- Analizar y comparar los diferentes métodos de optimización de los tiempos de parada de la fuente (automáticos, basado en superficie, basado en volumen, manual, etc). Análisis de curvas de isodosis y volumen de dosis 3D.
- Métodos de prescripción de dosis, puntos o volumen de prescripción. Discusión con el médico radioncólogo de las particularidades de cada caso.



Anexo de la Ordenanza C.A./IB N° 5/2024

46

ANEXO I

-48-

- Realizar los procedimientos asociados a almacenamiento, exportación y reporte de los planes de tratamiento. Utilización del sistema de Registro y Verificación para almacenar toda la información y documentación del tratamiento.
- Realizar comprobaciones redundantes por otras vías. Entendimiento de los algoritmos de cálculo manual.
- Conocer los diversos tratamientos de braquiterapia posibles de realizar con un equipo de HDR: implantes intracavitarios para patologías ginecológicas; implantes intersticiales para CA de mama; tratamientos intraluminales para bronquios, esófago y nasofaringe; tratamientos superficiales para CA de piel, y otros.
- Ejecutar controles de calidad de los planes de tratamiento específicos de un paciente, incluyendo la integridad de los datos ingresados, la dosis, la distribución de la dosis, la ficha de tratamiento, la integridad de la transferencia de datos relativos al tratamiento desde el sistema informático de planificación a la unidad de tratamiento de carga diferida.

C. GARANTIA DE CALIDAD EN BRAQUITERAPIA

Objetivos

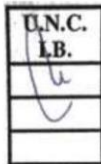
Adquirir las competencias necesarias para realizar los controles de calidad de rutina de los equipos de Braquiterapia.

Conocimientos básicos

- Diseño, desarrollo y puesta en práctica de procedimientos y protocolos de comprobación para la realización de CC en equipos de braquiterapia.

Prácticas a realizar

- Conocer las características de funcionamiento y las funcionalidades de los equipos y las fuentes de braquiterapia.
- Realizar pruebas de aceptación y la puesta en servicio de los equipos y las fuentes de braquiterapia.
- Evaluar el origen y la magnitud de los errores en braquiterapia.
- Analizar los métodos y los procedimientos de CC en braquiterapia.
- Identificar el equipamiento necesario para las medidas de CC, los límites de tolerancia y los niveles de actuación.
- Diseñar una serie de medidas de GC para braquiterapia que abarquen:
 - El sistema de planificación del tratamiento:
 - los dispositivos de entrada y salida de datos,
 - los datos relativos al paciente y las imágenes,
 - las herramientas para calcular la dosis y la duración del tratamiento,
 - la red informática.



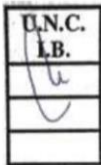
Anexo de la Ordenanza C.A./IB N° 5/2024

47

ANEXO I

-49-

- La integridad de las fuentes de radiación y sus aplicadores.
 - El equipo de tratamiento de carga diferida:
 - la seguridad y los mecanismos de enclavamiento,
 - los sistemas de reserva en caso de pérdida del suministro eléctrico,
 - La integridad de:
 - los aplicadores para el tratamiento,
 - los conectores,
 - el sistema de indexación del aplicador multicanal,
 - la transferencia de la fuente.
 - La precisión de la posición de la fuente y el tiempo de permanencia (*dwell position & dwell time*).
 - El sistema de control de dosis.
 - La transferencia de datos.
 - Durante la administración del tratamiento, la supervisión de:
 - la posición de los aplicadores y la fuente,
 - la dosis que llega a los órganos críticos.
- Elaborar y preparar protocolos de comprobación y medición para la CC, así como hojas de trabajo.
 - Realizar controles de CC diarios, mensuales y anuales de:
 - el sistema de tratamiento de carga diferida,
 - el sistema de planificación del tratamiento de braquiterapia,
 - las fuentes de braquiterapia,
 - el tratamiento de braquiterapia,
 - La instrumentación de dosimetría para braquiterapia.
 - Preparar y/o examinar los informes y la documentación relativos al CC.




Cont. Esteranía Noelia VILLARRUEL
Secretaria General
Universidad Nacional de Cuyo


Cont. Esther Lucía SÁNCHEZ
Rectora
Universidad Nacional de Cuyo