

## **USO BIOMÉDICO DE LOS RADIOISÓTOPOS: CAPACITACIÓN EN LA FACULTAD DE FARMACIA Y BIOQUÍMICA DE LA UNIVERSIDAD DE BUENOS AIRES, ARGENTINA.**

Mohamad Nora<sup>1</sup>, Cricco Graciela<sup>1</sup>, Cocca Claudia<sup>1,2</sup>, Núñez Mariel<sup>1</sup>, Salgueiro Jimena<sup>1</sup>, Goldman Cinthia<sup>1,2</sup>, Medina Vanina<sup>1,2</sup>, Klecha Alicia<sup>1,2</sup>, Gutiérrez Alicia<sup>1</sup>, Ventura Clara<sup>1,2</sup>, Tesán Fiorella<sup>1</sup>, Zubillaga Marcela<sup>1,2</sup> y Martín Gabriela<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup> Laboratorio de Radioisótopos, Facultad de Farmacia y Bioquímica, Universidad de Buenos Aires, Argentina

<sup>2</sup> Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas, Argentina

### **RESUMEN**

Los radioisótopos y las radiaciones ionizantes se han venido usando ampliamente en biomedicina desde hace más de un siglo. Las instalaciones y prácticas con material radiactivo en Argentina están bajo control regulatorio de la Autoridad Regulatoria Nuclear (ARN) y presentan una amplia diversidad de propósitos que incluyen, entre muchos otros, el uso de fuentes no selladas en medicina, investigación y docencia. En particular, en ese sentido, el Laboratorio de Radioisótopos de la Facultad de Farmacia y Bioquímica de la Universidad de Buenos Aires ha participado activamente en la formación de recursos humanos desde 1960, tanto a nivel de grado como de posgrado. Los cursos se han ido diversificando en función de las cambiantes necesidades de formación.

Así, hoy en día la oferta de grado incluye:

- Tecnicatura Universitaria en Medicina Nuclear, de tres años de duración y reconocida por la ARN para la obtención de Permisos Individuales para Técnicos en Medicina Nuclear.
- Materia Metodología de Radioisótopos para estudiantes de grado de Bioquímica
- Materia Radiofarmacia para estudiantes de grado de Farmacia
- Materia Radiofarmacia Molecular para estudiantes de grado de Bioquímica

En cuanto al posgrado, se ofrecen los siguientes cursos:

- Metodología y Aplicación de Radioisótopos, reconocido por la ARN para la obtención de Permisos Individuales para el Uso de Trazadores Radiactivos “in vitro” y para el Uso Médico de Trazadores Radiactivos para Estudios Diagnósticos
- Radiofarmacia, reconocido por la ARN para la obtención de Permisos Individuales para el propósito de Radiofarmacia
- Actualización en Metodología de Radioisótopos, reconocido por la ARN.

El Laboratorio de Radioisótopos fomenta el uso responsable de radioisótopos en Biomedicina mediante una adecuada capacitación teórica y práctica de los usuarios, con especial énfasis en la Protección Radiológica.

### **1. INTRODUCCIÓN**

Los radioisótopos y las radiaciones ionizantes se han venido usando ampliamente en biomedicina desde hace más de un siglo. Las instalaciones y prácticas con material radiactivo en Argentina están bajo control regulatorio de la Autoridad Regulatoria Nuclear (ARN).

La ARN es el organismo nacional argentino dedicado a la regulación en materia de seguridad radiológica y nuclear, salvaguardias y seguridad física. ARN tuvo 1255 instalaciones bajo control regulatorio en 2016. Las instalaciones y prácticas con materiales nucleares y radiactivos presentan una muy amplia diversidad de propósitos que van desde la aplicación

de las radiaciones ionizantes en industria, medicina, agro e investigación y docencia hasta la generación nucleoelectrónica de energía. (1)

En particular, en cuanto a la utilización de fuentes no selladas en medicina, investigación y docencia, el Laboratorio de Radioisótopos de la Facultad de Farmacia y Bioquímica de la Universidad de Buenos Aires (UBA) ha participado activamente en la formación de recursos humanos desde 1962, tanto a nivel de grado como de posgrado.

En todos los casos, en distinta medida de acuerdo a la formación de base de cada grupo de estudiantes, es necesario armonizar la enseñanza de los fundamentos físicos que permiten caracterizar las radiaciones y su interacción con la materia a estudiantes de grado y posgrado de las ciencias de la salud, para quienes la matemática suele ser una herramienta no primordial. Las estrategias que se aplican para sobrellevar ese inconveniente incluyen selección de contenidos con énfasis en las aplicaciones en ciencias de la salud, bajo grado de matematización de los contenidos, utilización de gráficos, imágenes y videos y resolución de problemas basados en situaciones reales concretas de la práctica profesional.

Toda nuestra oferta académica, tanto de grado como de posgrado, cuenta desde 2010 con apoyo virtual a través del campus de la Facultad de Farmacia y Bioquímica, aplicando las nuevas tecnologías de información y comunicación para proveer accesibilidad a los materiales para el desarrollo de las clases, bibliografía obligatoria y opcional y actividades, tanto obligatorias como autoevaluaciones opcionales. Asimismo, el campus se constituye en una vía que permite la comunicación fluida desde los docentes hacia los estudiantes, desde los estudiantes hacia los docentes y entre cualquiera de los participantes en particular.

## **2. OFERTA DE GRADO**

La oferta de grado del Laboratorio de Radioisótopos incluye hoy en día la *Tecnicatura Universitaria en Medicina Nuclear* y tres materias de grado de las carreras de Farmacia y Bioquímica.

### **2.1. Tecnicatura Universitaria en Medicina Nuclear**

Los servicios de Medicina Nuclear convencionales llevan a cabo estudios diagnósticos, en su mayoría usando radiofármacos con  $^{99m}\text{Tc}$  y terapias metabólicas, mayormente con  $^{131}\text{I}$ . En particular en la Argentina, el funcionamiento de los servicios de Medicina Nuclear convencionales comprende la participación interdisciplinaria del siguiente personal como mínimo: médicos de Medicina Nuclear, técnicos en Medicina Nuclear y personal administrativo. En el caso de servicios PET se requiere además de físicos médicos de dedicación parcial. Y en el caso de Radiofarmacias asociadas a ciclotrón de uso médico con producción de radioisótopos para PET, se incluye el personal radiofarmacéutico. En particular los técnicos en Medicina Nuclear realizan el control de los equipos, preparan, controlan y administran los radiofármacos, preparan al paciente y adquieren y procesan las imágenes. Con el objeto de lograr una adecuada preparación de dichos técnicos se aprobó en 2008 la Carrera de Técnico Universitario en Medicina Nuclear en la UBA. Tres años después, en función de nuevos criterios para la educación técnica de nivel superior en la UBA, se hizo necesaria la modificación del Plan de Estudios, que fue aprobado en 2014 por la Universidad.

La carrera pasó entonces a llamarse Tecnicatura Universitaria en Medicina Nuclear, dura tres años y presenta una carga horaria total de 1808 horas. De entre las 22 asignaturas que la componen, 5 son dictadas por el Laboratorio de Radioisótopos: *Fundamentos de Biología y Radiobiología*, *Radiofísica*, *Radioquímica*, *Radiofarmacia*, *Dosimetría y Protección Radiológica*. A su vez, el Laboratorio de Radioisótopos es responsable de la coordinación de la carrera. En los cinco casos, se trata de materias cuatrimestrales con una carga de entre 56 y 84 horas teórico-prácticas.

La primera de las cinco materias, *Fundamentos de Biología y Radiobiología*, se dicta en el primer año de la carrera. Comprende las bases de biología de los seres vivos, biología celular y efectos biológicos de la radiación ionizante. En el segundo año de la tecnicatura se cursan en primer lugar *Radiofísica* y *Radioquímica* y a continuación *Radiofarmacia* y *Dosimetría y Protección Radiológica*. *Radiofísica* incluye núcleo atómico, mecanismos de transformación nuclear, radiaciones emitidas, interacción de dichas radiaciones con distintos materiales, biológicos y no biológicos, actividad y equilibrio radiactivo. *Radioquímica* comprende los riesgos de contaminación e irradiación inherentes a la manipulación de fuentes abiertas, instrumentación en Medicina Nuclear. Por su parte, *Radiofarmacia* incluye preparación y control de radiofármacos, ya sea que se apliquen en Medicina Nuclear diagnóstica o terapéutica. Por último, en *Dosimetría y Protección Radiológica* se estudian las magnitudes dosimétricas, los fundamentos de la protección radiológica, los aspectos regulatorios del ejercicio profesional y la dosimetría de fuentes internas y externas.

## **2.2. Materias de grado de las carreras de Farmacia y Bioquímica**

En cuanto a las materias de grado, se dictan *Metodología de Radioisótopos* y *Radiofarmacia Molecular*, para estudiantes de grado de Bioquímica. Y *Radiofarmacia* para estudiantes de grado de Farmacia. En los tres casos, se trata de materias de 35 horas teórico-prácticas de duración del último año de las respectivas carreras. En todas las materias, se presentan brevemente los radioisótopos, las bases de la protección radiológica y cada una de las tres posibilidades de aplicación. *Metodología de Radioisótopos* permite al futuro bioquímico un acercamiento a las aplicaciones en investigación y desarrollo, así como en diagnóstico bioquímica *in vitro*. Por su parte, *Radiofarmacia Molecular* brinda herramientas para la comprensión de las imágenes moleculares, como parte integral del estudio de los procesos biológicos y patológicos y como resultado de intervenciones. Este tipo de imágenes son capaces de aportar información estructural, funcional y molecular de los organismos vivos sin alterar su medio ambiente fisiológico. Por último, en *Radiofarmacia* los estudiantes de Farmacia se acercan a una incumbencia profesional poco conocida que se vale de los radioisótopos en las preparaciones radiofarmacéuticas, tanto las usadas para diagnóstico como para terapia.

## **3. OFERTA DE POSGRADO**

Por su parte, la oferta de posgrado incluye tres cursos, todos ellos reconocidos por la ARN. El curso de *Metodología y Aplicación de Radioisótopos* posibilita la solicitud de *Permisos Individuales para el Uso de Trazadores Radiactivos "in vitro"* por parte de profesionales de la Biomedicina y de *Permisos Individuales para el Uso Médico de Trazadores Radiactivos para Estudios Diagnósticos* para profesionales médicos. Se ha venido dictando

ininterrumpidamente desde 1962 y comprende 220 horas teórico-prácticas. Los contenidos incluyen, en primer lugar, los radioisótopos y las radiaciones ionizantes por ellos emitidas, los fundamentos de su detección, sus distintas posibilidades de producción y la radioprotección asociada a su uso. A continuación, se profundiza en las aplicaciones respectivas. En el caso de *Metodología y Aplicación de Radioisótopos* se trata de fuentes abiertas usadas en diagnóstico clínico in vitro e investigación. Y para los médicos se hace especial hincapié en fuentes abiertas usadas en Medicina Nuclear diagnóstica y terapéutica.

Los otros dos cursos de posgrado dictados son el de *Radiofarmacia*, que posibilita solicitar *Permisos Individuales para el propósito de Radiofarmacia*, y el de *Actualización en Metodología de Radioisótopos*. El primero también tiene una duración de 220 horas teórico-prácticas y se dicta desde 2016. Al igual que el curso tradicional, se parte de las generalidades del manejo de radioisótopos, deteniéndose luego en particular en las aplicaciones radiofarmacéuticas, incluyendo gestión de la calidad y protección radiológica aplicada a los radiofármacos, tanto los usados para diagnóstico como para terapia.

#### **4. CONCLUSIONES**

En todos los casos, la capacitación incluye fuertes bases en el conocimiento de los distintos tipos de radiaciones ionizantes, sus distintos mecanismos de interacción con la materia, los riesgos de contaminación e irradiación que caracterizan a las fuentes no selladas, sus aplicaciones y, esencialmente, la Protección Radiológica. La experiencia y capacitación docente acumuladas en todo este tiempo ha permitido ir mejorando año a año la capacidad de aprendizaje de nuestros alumnos. Asimismo, los cursos se han ido diversificando en función de las cambiantes necesidades de formación.

El empleo de radioisótopos en actividades profesionales es una práctica ampliamente distribuida y debe llevarse a cabo en el marco de la seguridad radiológica. El objeto de dicha protección está conformado por el ambiente y las personas, así se trate de exposición ocupacional, médica o del público. Uno de los pilares de la adecuada manipulación de fuentes radiactivas abiertas o selladas es el entrenamiento del capital humano en el conocimiento teórico y práctico del uso seguro y eficaz de los radioisótopos.

#### **5. REFERENCIAS**

1. “Informe anual de actividades 2016 de la Autoridad Regulatoria Nuclear” <http://www.arn.gob.ar/es/informes-y-documentos/informe-anual-de-actividades/414-informe-anual-2016>