

---

ESTUDIOS / RESEARCH STUDIES

---

## USO DE RADIOISÓTOPOS EN MEDICINA. EL ROL DE LA COMISIÓN NACIONAL DE ENERGÍA ATÓMICA EN SU IMPULSO (1950-1982)

**Martín Peano**

Comisión Nacional de Energía Atómica.

[martinpeano@cnea.gob.ar](mailto:martinpeano@cnea.gob.ar)

ORCID iD: <https://orcid.org/0000-0003-2668-5709>

**Juan Manuel Pedrosa**

Universidad Nacional de Hurlingham

[juan.pedrosa@unahur.edu.ar](mailto:juan.pedrosa@unahur.edu.ar)

ORCID iD: <https://orcid.org/0000-0001-5028-162X>

Recibido: 16 diciembre 2016; Aprobado: 23 diciembre 2017.

**Cómo citar este artículo/Citation:** Peano, Martín y Pedrosa, Juan Manuel (2018), "Uso de radioisótopos en medicina. El rol de la Comisión Nacional de Energía Atómica en su impulso (1950-1982)", *Asclepio*, 70 (1): p212. <https://doi.org/10.3989/asclepio.2018.05>

**RESUMEN:** La política de desarrollo autónomo desplegada por la Comisión Nacional de Energía Atómica al cabo de sus primeras tres décadas de vida, condujo a la expansión y enraizamiento del sector nuclear argentino en diversas áreas. Con respecto al área médica, si bien el uso de radioisótopos con fines clínicos, así como de investigación contaba al momento de la emergencia del sector nuclear, con un significativo número de antecedentes en el país, con la institucionalización de las actividades nucleares, a partir de la creación de la Comisión Nacional de Energía Atómica en 1950, el desarrollo de las aplicaciones nucleares con fines médicos cobraría un fuerte impulso. Esto fue así, en la medida en que se destinaron esfuerzos en: investigación y capacitación, abastecimiento de radioisótopos y puesta en marcha de centros clínicos de medicina nuclear. En este artículo, entonces, veremos como la búsqueda de capacidades científico-tecnológicas propias tuvo cierto paralelismo en el área médica, logrando incipientes descubrimientos científicos, el autoabastecimiento de radioisótopos y la operación de dos centros clínicos que prestaban asistencia a pacientes.

**PALABRAS CLAVE:** Medicina; Nuclear; Comisión Nacional de Energía Atómica (CNEA); Orígenes; Desarrollo.

### USE OF RADIOISOTOPES IN MEDICINE. THE ROLE OF THE NATIONAL ATOMIC ENERGY COMMISSION IN ITS DEVELOPMENT (1950-1982)

**ABSTRACT:** During its first three decades of life, the National Atomic Energy Commission unrolled an autonomous policy of development that led to the expansion and embedment of the Argentinian nuclear sector in different fields. Although in the medical field, the use of radioisotopes for research and clinical purposes held, at the emergence of the nuclear sector, with a significant number of studies, with the institutionalization of nuclear activities, with the creation of the National Atomic Energy Commission in 1950, the development of nuclear applications for medical purposes gained great impulse. This was possible, due to the assignment of resources in three strategic lines: investigation and professional training, provision of radioisotopes and administration and operation of clinical centers of nuclear medicine. In this article, then, we will see how the quest for autonomous technology development had its side effects in the medical area, leading to important scientific discoveries, the self-supply of radioisotopes and the operation of two clinic centers of nuclear medicine that provided care to patients.

**KEY WORDS:** Medicine; Nuclear; National Commission of Atomic Energy (CNEA); Origins; Development.

Copyright: © 2018 CSIC. Este es un artículo de acceso abierto distribuido bajo los términos de la licencia de uso y distribución Creative Commons Reconocimiento 4.0 Internacional (CC BY 4.0).

## INTRODUCCIÓN

Una importante serie de trabajos históricos sobre el desarrollo nuclear en Argentina durante sus primeros treinta años han demostrado una característica fundamental del mismo: la persistencia de su autonomía. Así, por ejemplo, los artículos de Hurtado de Mendoza (2005a, 2005b) analizan los componentes ideológicos y materiales que llevaron a la construcción del primer reactor de investigación, el Reactor Argentino 1 (RA-1), de manera local; el de Quillici (2008), indaga en los procesos de desarrollo de cadenas de proveedores para la construcción de centrales nucleares y el de Briozzo (2010) examina la trayectoria de la construcción del Reactor Argentino 3 (RA-3) y la Planta de Radioisótopos hasta alcanzar el autoabastecimiento de radioisótopos en 1971.

Si bien, el amanecer del sector nuclear en Argentina se remonta a las acciones del General Manuel Savio<sup>1</sup> para decretar al uranio como mineral estratégico en 1945, a los ensayos realizados por el físico Enrique Gaviola<sup>2</sup> para vincular al área nuclear con los físicos a partir de 1946 y a lo que se conoció como el “Proyecto Huemul”<sup>3</sup> en 1948, el diseño e implementación de una política nuclear estratégica se inicia con la creación de la Dirección Nacional de la Energía Atómica (DNEA) en 1951. Posteriormente, con el derrocamiento del peronismo y la promulgación del Decreto-Ley N° 22.498/56 se reestructuraría el sector mediante la absorción de la DNEA a la CNEA.

Paradójicamente, durante el periodo más largo de inestabilidad política del país<sup>4</sup>, la CNEA mantuvo una orientación de corte autonomista con liderazgos estables, lo que siguiendo a Hurtado de Mendoza (2014, p. 78) se explica por “la tendencia a la conformación de “comportamientos estancos”, la relativa estabilidad de la Armada sobre sus ámbitos de influencia y un sector industrial local ajeno a los problemas de renovación tecnológica y la política estratégica fueron las condiciones de posibilidad para el alto grado de autonomía institucional con que la CNEA iba a contar en los años siguientes”.

Dentro de esa autonomía institucional, el uso de radioisótopos con fines medicinales, tanto desde su faceta en investigación como desde su uso en aplicaciones clínicas, fue fuertemente promovida desde la CNEA. Esto fue así, en la medida en que se destinaron esfuerzos a través de tres líneas de acción: investigación y capacitación, producción y distribución de radioisótopos y puesta en marcha de centros clínicos de medicina nuclear. Siguiendo una política de desarro-

llo autónomo, en pocos años se lograron incipientes descubrimientos científicos, el autoabastecimiento de radioisótopos y la operación de dos centros clínicos que prestaban asistencia a pacientes, conduciendo al crecimiento de la medicina nuclear en la Argentina.

Aunque en Argentina, los antecedentes en el uso de radioisótopos con fines medicinales datan desde mediados de la década de los cuarenta, con la CNEA se tomarían acciones institucionales que de a poco fueron configurando una política de promoción de aplicación de radioisótopos en medicina mediante la articulación de investigación con aplicación clínica e, inclusive, con la producción de gran parte de los insumos necesarios para ello. En este artículo, entonces, veremos cuáles fueron los antecedentes de uso de radioisótopos en medicina previo a la creación de la CNEA, para luego analizar el rol que este organismo público tuvo en cada una de las líneas de acción mencionadas anteriormente durante su etapa de crecimiento, diversificación y enraizamiento (1950-1982) (Hurtado de Mendoza, 2014, p.31).

## PRIMEROS USOS MÉDICOS DE RADIOISÓTOPOS EN ARGENTINA

Las primeras referencias de uso de radioisótopos en el ámbito de la medicina datan desde inicios de la década de los '40, con el empleo de fósforo radiactivo en el tratamiento de afecciones hematológicas<sup>5</sup>. Más precisamente, el Dr. Alfredo Pavlovsky<sup>6</sup>, junto a su grupo de colaboradores introdujo su utilización en el tratamiento de pacientes con leucemia. Esos primeros radioisótopos, como nos indica Briozzo (2010, p. 60) citando a Elsa Arini y Alfredo Pavlovsky (1957), “fueron empleados como recurso terapéutico por los Dres. Saralegui y Pavlovsky, gracias a la gentileza del Dr. Lawrence, quien hizo posible los envíos. En esa oportunidad fueron tratados 5 casos de leucemia mieloide crónica y 1 de leucemia linfocítica crónica”.

En aquel entonces, los radioisótopos eran adquiridos, más que nada, a través de redes de colaboración que los investigadores establecían personalmente con colegas. Como explica Krige (2006, p.17) “antes de la guerra era usual que los científicos recibieran radioisótopos para investigaciones desde laboratorios con ciclotrones desde EE.UU. Dicho mecanismo fue formalizado en la década de los '40, cuando se le encomendó al Massachusetts Institute of Technology (MIT) que el ciclotrón bajo su órbita proveyera radioisótopos a aquellas personas que no estaban en el proyecto Manhattan, incluidos a los científicos en el exterior”.

De todos modos, la detonación de las bombas atómicas en Hiroshima y Nagasaki y la posterior Acta de Energía Atómica en 1946, restringirían la libre movilidad de radioisótopos que desde la puesta en marcha del primer reactor nuclear en 1942 podían ser producidos a gran escala. No obstante, en 1947 distintas razones de índole política en los EE.UU.<sup>7</sup> llevarían a que el presidente Truman anunciaría un programa de distribución internacional de radioisótopos aprobado por la Comisión de Energía Atómica, el cual redundaría en una “mayor cooperación internacional en el campo de la investigación médica y biológica” (Creager, 2009, p.221)

En este marco, en 1951, el doctor Perinetti<sup>8</sup> lideraría una comisión mixta de investigadores argentinos y estadounidenses, que realizarían estudios médicos usando yodo radiactivo (I-131) para determinar las causas del bocio endémico en la provincia de Mendoza. La importancia de este estudio, yace en que no sólo fue el primero en utilizar sistemáticamente radioisótopos en el combate de una epidemia nacional, sino que implicó novedosos resultados que fueron objeto de publicaciones en prestigiosas revistas científicas y, a su vez, sentó las bases para la creación del Instituto del Bocio en el Hospital Central de Mendoza (Feld y Busala, 2010).

A partir de este episodio, la Dirección Nacional de Energía Atómica (DNEA) traería “todos los equipos electrónicos necesarios (así como) la importación semanal de radioisótopos provenientes de la división de investigaciones médicas de los laboratorios de Oak Ridge (Tennessee), dependientes de la Comisión de Energía Atómica de EE.UU” (Feld y Busala, 2010, p.397). Precisamente, ese año dicho organismo “votó a favor de expandir el programa de distribución de radioisótopos al exterior [...] permitiendo las compras de radioisótopos para aplicaciones industriales, así como los programas de Gran Bretaña y de Canadá permitían<sup>9</sup>” (Creager, 2009, p.237). Es importante aclarar que ya desde 1947 Argentina figuraba entre los países receptores de radioisótopos para investigaciones biomédicas y terapéuticas, siendo el país que más recibía en América Latina (Creager, 2009, p.232).

Por su parte, la creación de la DNEA en Argentina, obedecía a los intereses del gobierno peronista que veía en el desarrollo de la energía atómica un instrumento estratégico para el despliegue de una industria necesaria para la defensa nacional. El mismo Perón, en una conferencia realizada en la Universidad de La Plata en 1944, decía que “el problema industrial constituía el punto crítico de nuestra defensa nacional, lo que por consiguiente exigía una poderosa industria propia y no cualquiera sino una industria pesada” (Marzorati, 2012, p.54).

Utilizando distintas estrategias, se intentó en una primera instancia la encomienda a un científico austríaco, Ronald Richter, para que desarrollara la fusión nuclear controlada con una comisión asesora que controlara sus acciones la cual se nombró Comisión Nacional de Energía Atómica (CNEA). Mientras crecían las dudas sobre la veracidad de Richter, el gobierno puso en marcha la segunda estrategia para la conformación del campo científico-tecnológico: formar especialistas en el país (Marzorati, 2012). De esta forma, se creaba la Dirección Nacional de Energía Atómica (DNEA), con el fin de coordinar y orientar las investigaciones nucleares en el país, separadas de lo actuado por Richter en Huemul.

Desde ese momento, por medio primero de la DNEA y luego cuando fuera absorbida por la CNEA<sup>10</sup>, se establecieron líneas de acciones que promocionarían y difundirían la aplicación de radioisótopos a la medicina en Argentina a tono con la orientación internacional pacifista que adquirió su uso desde la campaña “Átomos para la Paz”, pronunciada por Eisenhower ante la Asamblea General de la ONU en 1953 y luego con la creación del Organismo Internacional de Energía Atómica (OIEA) en 1957. Efectivamente, este énfasis en la promoción de radioisótopos en medicina desde EE.UU no era inocente ni azaroso. Más bien, la necesidad de revertir su imagen internacional negativa luego de la prueba de la bomba termonuclear en 1953 y su monopolio nuclear<sup>11</sup>, impulsaron a EE.UU a establecer mecanismos tanto de difusión de los usos pacíficos de la energía nuclear, así como instancias de control (Krige, 2006).

Como dijimos anteriormente, la Argentina no permanecería al margen de este vibrante impulso dado a la aplicación de radioisótopos con fines medicinales. De ahí que en la medida de sus posibilidades, en tanto país semiperiférico, en el área médica la Argentina, al igual que en otros sectores, también llevaría adelante acciones con una orientación de desarrollo autónomo. Primero, incentivando la investigación biomédica y la formación de recursos humanos. Segundo, a través de la importación, fraccionamiento, producción y comercialización de radioisótopos. En tercer lugar, a partir de la puesta en marcha de distintos centros clínicos de medicina nuclear.

## INVESTIGACIÓN Y FORMACIÓN DE RECURSOS HUMANOS

Cuando en 1955 se realizara la “Primería Conferencia Internacional Sobre los Usos Pacíficos de la Energía Nuclear”, Argentina envió una delegación que presentó 37 trabajos. Si bien, de ese total sólo cinco trataban sobre investigaciones biomédicas (Marzorati, 2012, p.

194), se exhibieron importantes avances en cuanto al descubrimiento de nuevos radioisótopos y la determinación de sus propiedades. Estos trabajos, que sentarían las bases para la posterior investigación en medicina nuclear, fueron realizados a instancias del radioquímico alemán Walter Seelmann-Eggebert<sup>12</sup> y su grupo de jóvenes científicos - conocidos luego como el "Grupo Buenos Aires" (Radicella, 2002, p.23), - en instalaciones de la CNEA, en donde se disponía de un Acelerador Cockroft – Walton y de un Sincrociclotrón, equipos de última generación para la época, los cuales fueron comprados a la firma holandesa Phillips<sup>13</sup>.

Dentro del primer andamiaje institucional de la CNEA ya reestructurada, se creó el Departamento de Biología y Medicina a cargo del Dr. Constantino Nuñez<sup>14</sup>, estructurándolo sobre la base de tres divisiones: "Investigaciones radiológicas, radioisótopos y actividades médicas", para planificar, estudiar y realizar todo lo vinculado a aquellas actividades. Por otro lado, dado el escaso conocimiento en la utilización de materiales radiactivos por parte de los médicos se implementaron cursos de capacitación para su manejo. De ahí que en 1957 el Departamento de Biología y Medicina comenzara con el dictado del "Curso de Aplicaciones Médicas de Radioisótopos" para los médicos que cumplían funciones en los Centros a los que CNEA prestaba asistencia; el cual un año más tarde derivaría en un curso de carácter más general, denominado "Metodología y Aplicación de Radioisótopos". El incremento en el uso de radioisótopos, llevó a que las solicitudes para su cursado cubrieran los cupos para los primeros tres de los cuatro cursos que se dieron ese año. El mismo, se componía de seis módulos de: elementos de matemática aplicada, de física nuclear, de electrónica aplicada, de radioquímica, de física sanitaria y protección radiológica y de aplicaciones de radioisótopos<sup>15 16</sup>.

Como desprendimiento de este curso, se realizó durante un año – desde 1962 a 1963 - el "Curso sobre uso y aplicación de radioisótopos en bioquímica y farmacia", a cargo del Dr. Renato Radicella<sup>17</sup> y dictado en la Facultad de Farmacia y Bioquímica de la UBA<sup>18</sup>. Es más, el interés despertado en la comunidad científica por estos cursos, llevó a que en 1964 se dictara un curso en dosimetría en radioterapia<sup>19</sup>; subespecialidad que se desarrollaría a medida que crecía el empleo de fuentes radiactivas en diversas aplicaciones medicinales. El incipiente interés que generaba la especialidad llevó a que un año antes, en 1963, se fundara la Asociación Argentina de Biología y Medicina Nuclear, cuyo primer presidente provenía de la CNEA, el Dr. Jorge Varela<sup>20</sup>.

Anteriormente, los esfuerzos realizados en la promoción a la investigación ya habían mostrado sus frutos en la "II Conferencia Sobre los Usos Pacíficos de la Energía Nuclear", celebrada en Ginebra en 1958. En esta ocasión, la CNEA presentó un folleto de diversos aparatos que se construían en la Comisión, algunos de los cuales eran especialmente utilizados en investigaciones relacionadas con la medicina, como los escalímetros para contadores Geiger o de Centelleo, los cuales fueron diseñados por Otto Gamba - quien fuera uno de los miembros de la delegación fiscalizadora en el Proyecto Huemul<sup>21</sup> - siendo la primera vez que el país ofrecía aparatos de este tipo en venta a escala comercial<sup>22</sup>. También, a partir de la necesidad de proveer las semillas de oro radiactivo para llevar adelante una hipofisectomía radiactiva, el Dr. Pahissa Campá, miembro del Grupo Buenos Aires, desarrolló un método para la producción de coloides radiactivos<sup>23</sup>. La ventaja del mismo residía en que, a pesar de que el oro radiactivo debía continuar siendo importado de laboratorios extranjeros, la fabricación local del coloide era ocho veces más barata que trayéndola del exterior<sup>24</sup>.

Estos avances en el campo de la investigación en biomedicina, fueron llevados adelante dentro de un contexto político-económico que propiciaba el desarrollo de la tecnología nuclear en sus distintas vertientes. Es que, a pesar del derrocamiento del gobierno peronista en 1955 y las consecuentes transformaciones en materia de intervencionismo estatal operadas por la "Revolución Libertadora", la creación del INTA y el CONICET indican que entre peronistas y anti-peronistas existían preocupaciones en común en cuanto al desarrollo científico-tecnológico. En tal sentido, la idea de construir el primer reactor de investigación en Argentina y en América Latina<sup>25</sup> de manera local da muestras de la continuidad de un desarrollo nuclear autónomo.

Otro episodio que señala el rol pionero que tuvo la CNEA en el impulso a la utilización de radioisótopos en medicina en el país, es el de haber iniciado investigaciones en la glándulas tiroideas con Tecnecio-99 m, el radioisótopo más utilizado en estudios de medicina nuclear en la actualidad. En el centro de medicina nuclear del Hospital de Clínicas, un científico de la primera camada del curso de metodología y aplicación de radioisótopos, el Dr. Degrossi, desarrolló una técnica para emplear el Tecnecio-99 m en estudios centellográficos en seres humanos a partir de generarlo del Molibdeno-99. Fue un hallazgo a nivel mundial, compartido con un grupo de estudio de Chicago, hecho que fue publicado por los investigadores argentinos en 1964 en la Revista Argentina de Endocrinología y Metabolismo<sup>26</sup>.

Justamente, un año antes, se concibió por primera vez la posibilidad de construir una central de generación nucleoelectrónica con la creación del Comité de Centrales Nucleares (Hurtado de Mendoza, 2012, p.70). En un primer momento, se intentó comprar un reactor de uranio natural a los franceses; pero una vez que falló, la CNEA optó por cambiar de estrategia. Como explica Hurtado de Mendoza (2005a, p. 49) en el llamado a licitación para la construcción de la obra, puede verse la orientación autónoma del desarrollo nuclear argentino. En él se contemplaban los siguientes puntos: 1) Se favorecería la compra de un reactor de uranio natural, ya que el único proveedor de uranio enriquecido era EE.UU, lo que era considerado como una desventaja decisiva, 2) No se aceptaría financiamiento de organismos internacionales, por lo que el modo de financiamiento tenía que ser explícitamente incluido en las ofertas, 3) solamente aquellas ofertas que consideraran una intensa participación de la industria nacional, serían consideradas.

A partir de la década de los '70, a tono con los descubrimientos realizados en años anteriores a nivel internacional en cuanto a las propiedades "trazadoras" de los radioisótopos, las investigaciones de la CNEA irían virando en esa dirección. Por un lado, cobraron creciente importancia la aplicación de radioisótopos de períodos de semidesintegración corto, como el Tecnecio-99 m y el Iodo-123, a centellografías de distintos órganos. Ya para ese entonces, las esperanzas iniciales de la posguerra temprana, basadas en que los radioisótopos se constituyeran como un instrumento eficaz en el área terapéutica, especialmente en el tratamiento contra el cáncer, habían sido desplazadas por su utilidad probada tanto en el diagnóstico clínico, como en su función de trazadores para investigación (Creager, 2006).

Por otro lado, se desarrollarían técnicas para determinaciones "in vitro"; siendo las más relevantes las de competición y saturación de hormonas tiroideas y de hormonas hipofisarias a través del radioinmunoanálisis. Así, las líneas de investigación locales se acoplaban a la tendencia internacional de expansión de los ámbitos del radioinmunoensayo en la década de los '70, en lo atinente a su utilización como diagnóstico del sistema endocrinológico, para la dosificación de drogas en pacientes de riesgo y para el monitoreo de hepatitis en sangre donada (Creager, 2013).

Precisamente, esta misma técnica fue aplicada en la detección del hipotiroidismo en los neonatos - que para ese entonces ya era objeto de un Programa Nacional<sup>27</sup> -derivado de investigaciones de parte de una

profesional de la CNEA, Dra. Martha Barmasch y de una médica del Hospital de Niños, Dra. Sonia Iorcansky, llevadas adelante en los laboratorios de CNEA<sup>28</sup>. Del mismo modo, emergería con un fuerte impulso el campo de la radioinmunología realizándose estudios sobre radiosensibilidad de células antihomólogas e inmunocompetentes, sobre inmunidad tumoral y sobre recuperación inmunológica de post-radiación<sup>29</sup>.

Por otro lado, como consecuencia de la actividad del "Grupo Buenos Aires", el Dr. Aldo E. A. Mitta<sup>30</sup> desarrolló una extensa línea de trabajo en marcaciones moleculares para, fundamentalmente, estudios centellográficos con yodo radiactivo y luego con Tecnecio-99 m<sup>31</sup>. Adicionalmente, se realizaron estudios para la obtención de moléculas marcadas con un gran número de isótopos entre los que se destacan el carbono-11, el carbono-13, el carbono-14<sup>32</sup> y el tritio, así como servicios de asesoramiento en su utilización en radioinmunoanálisis y radiofarmacia a diversos hospitales<sup>33</sup>.

Podemos nombrar, también, la creación en 1978 del "Curso Especialista en Medicina Nuclear para graduados" a través de un convenio con la Facultad de Medicina de la Universidad de Buenos Aires<sup>34</sup>, convirtiéndose en el primer posgrado que una universidad argentina creaba, exclusivamente, para capacitar profesionales en la disciplina.

## IMPORTACIÓN, PRODUCCIÓN Y COMERCIALIZACIÓN DE RADIOISÓTOPOS

Los decretos N° 10.936 de 1950 que creaba la CNEA y N° 22.498 de 1956, mediante el cual se establecía su marco organizativo, le asignaban el rol de fiscalizar y reglamentar todo lo inherente a las actividades que utilizaran material radiactivo, lo que más tarde se materializaría con la firma de Decreto N° 842 de 1958, ideado integralmente por el Ing. Celso Papadópulos<sup>35</sup>, quien más tarde tendría un rol primario en el plan de producción de radioisótopos de la CNEA. De tal forma, la arquitectura legal promovida convertía a la CNEA en el organismo estatal encargado de la importación, control, producción, distribución y comercialización de radioisótopos.

Para llevar adelante estas tareas, se creó en 1957 el Departamento de Radioisótopos cuyos objetivos eran: a) Abastecer el mercado de radioisótopos, b) Desarrollar y/o mejorar métodos de preparación y control de compuestos radiactivos y, c) Preparar el personal y adquirir la experiencia necesaria para el trabajo con materiales radiactivos en recintos cerrados<sup>36</sup>. En el Decreto N° 842, además, se creaba el Consejo Asesor

en Aplicaciones de Radioisótopos para el estudio de las solicitudes de uso de radioisótopos, el cual estaba integrado “por cinco miembros, uno del Ministerio de Salud Pública, otro de la Universidad de Buenos Aires y los tres restantes de la CNEA”<sup>37</sup>.

En un principio, al no contar con el equipamiento necesario para producir radioisótopos, la CNEA los importaba principalmente de Canadá, Gran Bretaña y EE.UU.<sup>38</sup> y los distribuía a los grupos de investigación que hacían uso de ellos. Ya para 1955, la CNEA distribuía radioisótopos a 12 centros especializados de Ciudad de Buenos Aires y 5 del interior del país<sup>39</sup>, de los cuales el más utilizado era ampliamente el I-131, seguido por el P-32 y los tubos y agujas de cobalto<sup>40</sup>. Luego, a partir de la construcción y puesta en funcionamiento del Reactor Argentino-1 (RA-1), en 1958, la CNEA se iniciaría en la producción local de radioisótopos, al “reemplazar aquellos que por su corta vida media se hacían imposibles de importar” (De Dicco, 2013, p.22), como el Sodio-24, Bromo-82 y Potasio-42<sup>41</sup>. Hay que aclarar que esta producción inicial estaba limitada a la potencia del reactor - la cual a pesar de haber sido aumentada a fines de 1959 (Briozzo, et al., 2007, p. 31) – sólo cubría una pequeña porción del total de radioisótopos demandados, haciendo de la importación la principal vía para cubrir la demanda.

Precisamente, las reglamentaciones vigentes posicionaban a la CNEA como organismo contralor de las actividades nucleares, llevando a que la distribución de radioisótopos contara con un alto grado de concentración, no porque la reglamentaciones prohibieran a los usuarios individuales solicitar radioisótopos por su cuenta, sino por las facilidades y los requerimientos de consumo que la CNEA les ofrecía (Radice-lla, 1975, p.4). De ahí, que también se encargara de las tareas de condicionamiento y distribución de esos radioisótopos, iniciándose, en 1961, el fraccionamiento rutinario de los mismos.

La utilidad de realizar este proceso localmente, residía en el apreciable abaratamiento que sufrían estos productos al ser importados en grandes cantidades. Ya que, “para cada usuario se solicitaban individualmente, por intermedio de la CNEA, las cantidades requeridas y, sobre cada una de ellas, era necesario pagar el flete aéreo y el recargo aduanero, los cuales sumaban casi la mitad del costo de un embarque”. (Se encararon, pues, las acciones necesarias para fraccionar radioisótopos en el país), para lo que fue necesario “diseñar y construir un aparato de control remoto encerrado dentro de una celda blindada con plomo, dentro de la cual se hacían las operaciones de dilución

de la actividad recibida, fraccionamiento o división en las partes necesarias y envase en los mismos frascos de vidrio y recipientes de plomo”<sup>42</sup>.

Todo este proceso pudo ser llevado adelante a pesar de que ese mismo año, el presidente Frondizi, en línea con las políticas de “reducción del sector público mediante disminución de vacantes y caída salarial” (Aronskind, 2003, p.99), redujera el presupuesto de la CNEA a casi la mitad<sup>43</sup>. La continuidad en las políticas de desarrollo autónomo de la CNEA, inclusive en contextos regresivos como éste, puede ser explicada por el peso que la cultura burocrática de la Armada Argentina ejercía en los lineamientos estratégicos de la CNEA. Inclusive, durante la emergencia de las políticas de apertura y desindustrialización de la dictadura militar de 1976, el desarrollo nuclear continuaría siendo concebido como estratégico dada la supervivencia de una facción industrialista-burocrática dentro de las Fuerzas Armadas, la conformación de un campo científico-tecnológico relativamente autónomo en torno a la CNEA y el rol jugado por la sucesión de Presidentes de CNEA como nexo entre ambas esferas (Rodríguez, 2014).

En cuanto a la distribución de material radiactivo, la CNEA realizaba entregas diarias de radioisótopos, siendo el compuesto más solicitado el I-131; del cual en 1964 se hacían 533 entregas, siguiéndole en cantidades mucho menores el P-32 con 169 entregas, el Fe-59 con 101 entregas y el Cr-51 con 99 entregas<sup>44</sup>; esto se explica por la preponderancia de los estudios hematológicos y tiroideos que requerían de estos radioisótopos. El desarrollo de investigaciones y de servicios que involucraban radioisótopos se evidencia en el deliberado aumento de la actividad de curies<sup>45</sup>: mientras que en 1954 era de 6,6 Ci, en 1970 llega a 117,5 Ci. Este sostenido aumento en la demanda de radioisótopos, se explica en parte por la política de promoción y comercialización que la CNEA llevaba a cabo a través del “Plan de Suministro de Material Radiactivo con Descuento”, el cual preveía “descuentos de hasta el 90% sobre los precios del catálogo durante el primer año, 80% durante el segundo año y de 50% durante el tercero”<sup>46</sup>.

Este incremento en la demanda de radioisótopos fue acompañado del desarrollo de equipos y técnicas para producir localmente aquellos radioisótopos de uso masivo que aún se importaban. Así, se comenzó a gestar la idea de construir un nuevo reactor para ampliar la oferta local de radioisótopos que, “tomó cuerpo con la creación de la Gerencia de Energía a cargo del Ing. Celso Papadópulos en 1961, y a continuación con el nombramiento del Ing. Jorge Cosen-

tino<sup>47</sup> como Jefe del Departamento de Reactores, quien se hizo cargo de la realización del proyecto organizando los grupos de trabajo y dando los lineamientos del diseño” (Briozzo et al., 2007, p.31). En esta línea, se pondrían en funcionamiento en 1967 y 1971 respectivamente, el Reactor Argentino 3 (RA-3) y la Planta de Producción de Radioisótopos en el Centro Atómico Ezeiza<sup>48</sup>.

Su puesta en funcionamiento, permitiría cubrir la mayor parte de demanda de radioisótopos, con la producción de compuestos con una actividad de 300 Ci<sup>49</sup>. A su vez, en 1971 se inauguraba el primer recinto para la producción local de I-131 – “cubriendo el 67% de la demanda nacional – y también la producción en escala piloto de Tecnecio-99 m”<sup>50</sup>, para lo cual se ensayaron diversos métodos de producción: equipos miniextractores, generadores de 300 mCi y generadores de alta actividad denominados “Gentec”<sup>51</sup>. Asimismo, se estaban construyendo celdas químicas de alta actividad destinadas a la producción de Molibdeno-99 a partir de productos de fisión<sup>52</sup>, radioisótopo que decae en Tecnecio-99 m y que hasta ese momento era importado.

Del lado de la radiofarmacia, ya desde mediados de la década de los '60, pero con mayor intensidad desde inicios de la década de los '70, se hacían entregas periódicas de juegos de preparados fríos para la marcación de fármacos con Indio-113m y Tecnecio-99m. Igualmente, se marcaban rutinariamente hormonas con Iodo-125 y, a partir de principio de los '80 se inició la producción a pequeña escala de “kits” de tiroxina y de la hormona de crecimiento HGH<sup>53</sup>.

En resumidas cuentas, la puesta en marcha de estos equipos le permitió a la CNEA reemplazar radioisótopos importados por otros producidos localmente; posibilitando no sólo el autoabastecimiento para el mercado interno, sino también su exportación a países de la región como Uruguay, Paraguay, Chile y Bolivia. Este salto en la producción local de radioisótopos se evidencia cuando comparamos el nivel de actividad y su origen en 1970, con el de 1971, año en el que se inauguró la Planta de Producción de Radioisótopos; si en 1970 el nivel de actividad producido localmente era de 11 Ci, para 1971 era de 71 Ci. Paralelamente, el nivel de actividad de radioisótopos importados pasó de 104 Ci, en 1970, a 73 Ci, en 1971<sup>54</sup>.

Por aquel entonces, se vivían tiempos de convulsión política, luego de la salida del gobierno de facto de Juan Carlos Onganía producto de las revueltas estudiantiles conocidas como el “Cordobazo”. En su lugar,

se sucedieron otros dos presidentes de facto, Roberto Levingston y Alejandro Lanusse, quienes tendrían la tarea de sentar amplios acuerdos sociales para el retorno del peronismo, hecho que se concretaría en 1973 con la elección de Héctor José Cámpora y su posterior abdicación en favor de Perón. El mismo, sería quien inaugurara la puesta en marcha de Atucha I en 1974 y, con su regreso el primer presidente de la CNEA, Pedro Iralagoitia, retornaría a su puesto en 1975. En esa primera mitad de la década de 1970, el crecimiento de la actividad nuclear llevaría a la creación de distintas asociaciones civiles relacionadas a ella: la Sociedad Argentina de Radioprotección (SAR) en 1970 y la Asociación Argentina de Tecnología Nuclear (AATN) en 1972.

Por su parte, los esfuerzos realizados en lograr el autoabastecimiento de radioisótopos verían nuevos obstáculos, ya que a partir de la década de los '80 la proliferación de cámaras gamma llevó al abrupto aumento en la demanda de los mismos. Hubo un gran crecimiento de generadores de alta actividad y aquellos producidos con ciclotrones como el Talio-201 y el Galio-67<sup>55</sup>, que debió ser cubierta través de la importación. En este marco, se promulgaron las “Normas para la Operación de Unidades de Terapia Radiante y de Medicina Nuclear”, en conjunto con la Secretaría de Estado de Salud Pública de la Nación<sup>56</sup> y se publicó “Cámara de Centelleo”, que se realizó en el Centro de Medicina Nuclear del Hospital José de San Martín (del cual hablaremos en la siguiente sección), destinada a la calibración y control de calidad de tales equipos<sup>57</sup>.

## **PUESTA EN MARCHA DE CENTROS CLÍNICOS DE MEDICINA NUCLEAR**

Los primeros centros de medicina nuclear en Argentina, aparecieron gracias a que, en 1954, la CNEA hiciera traer tres equipos para captación de yodo radiactivo y uno para medir muestras de sangre, los cuales fueron ubicados en distintos hospitales de la Ciudad de Buenos Aires: el de Clínicas, el Rivadavia y el Rawson<sup>58</sup>. El primero de ellos, se destinó al Hospital de Clínicas “José de San Martín”, perteneciente a la Universidad de Buenos Aires y fue utilizado al poco de tiempo de instalarse por el Dr. Alberto Houssay; el segundo, al Servicio de Endocrinología del Hospital Rivadavia, a cargo del Dr. Enrique B. del Castillo - a donde también se envió el equipo para medir muestras de sangre al Servicio de Hematología a cargo del Dr. Elmo Capalbo - y el tercero, destinado inicialmente al Instituto Nacional de Endocrinología, pero su director el Prof. Dr. Rodolfo Quirino Pasqualini prefirió su insta-

lación en la 4ta Cátedra de Clínica Médica del Instituto Modelo “Luis Agote” del Hospital Rawson<sup>59</sup>.

La distribución de estos equipos, se dio en un escenario de plena transformación de la salud pública en Argentina. Es que, con la asunción de Perón como presidente en 1945 emergieron voces que abogaban desde hace décadas por la centralización de la salud pública en un único organismo nacional (Ramacciotti, 2009). De ahí que en 1946 se creara la Secretaria de Salud Pública, la cual se transformaría en Ministerio tres años luego y quedaría a cargo del Doctor Ramón Carrillo. Así, a partir de su gestión se formuló el “Plan Analítico en Salud Pública” en 1947, lo que le permitió expandir los centros hospitalarios y crear una burocracia con mayores niveles de profesionalidad (Ramacciotti, 2009).

De los tres hospitales mencionados anteriormente, fue con el Hospital de Clínicas “José de San Martín” con el cual se profundizaría la cooperación en materia de asistencia clínica a pacientes, aunque también se establecerían vínculos con el Hospital Rivadavia, pero que se discontinuarían en el tiempo. En este último caso, esta temprana colaboración conjunta se dio a través de la Sala XI del Hospital, realizando tareas de investigación y de aplicación médica de radioisótopos en el tratamiento del cáncer<sup>60</sup> y por medio del Laboratorio de Análisis Clínicos y Bacteriológicos para el estudio de técnicas de diagnóstico y terapia en afecciones hematológicas utilizando radioisótopos<sup>61</sup>.

Una vez depuesto el gobierno de Juan Domingo Perón, la “Revolución Libertadora”, si bien no desmanteló los distintos mecanismos de intervención estatal, puso en tela de discusión la modalidad que ésta había adquirido durante el interregno peronista. De este modo, en el campo de la salud convocó a una Comisión de Consultores de la Oficina Sanitaria Panamericana que elaboró y propuso la modificación del sistema sanitario. En este marco, se propició la descentralización del sistema hospitalario mediante la transferencia de varios hospitales nacionales a jurisdicción provincial. Luego, con las presidencias de Frondizi e Illia, se continuarían con algunas de las medidas sugeridas por esta Comisión, como la creación de una Escuela de Salud Pública para la formación de profesionales, así como otras impulsadas por Carrillo, como el ordenamiento nacional de los Hospitales mediante la ley de Reforma del Sistema Hospitalario Nacional y de Hospitales de la Comunidad (Veronelli y Veronelli Correch, 2004).

En este contexto, en 1958, por iniciativa conjunta con la UBA, se creaba el Laboratorio de Radioisótopos para Estudios Hematológicos que, en 1962, se

transformaría en el Centro de Medicina Nuclear; siendo de gran importancia para su concreción la tarea realizada por el profesor de Clínica Médica de la UBA, el Dr. Héctor Gotta<sup>62,63</sup>. El nacimiento formal del servicio de medicina nuclear se concretaría en 1966, cuando se firmó un Convenio entre la CNEA y la UBA posibilitando, un año más tarde, el otorgamiento de un préstamo por parte del “Banco Interamericano de Desarrollo mediante el cual se equipó al Centro con material de última generación”<sup>64</sup>: cámaras de centelleo, video procesador de imágenes, contadores de pozo y de centelleo líquido, así como equipos para la captación tiroidea y para estudios de la función renal, entre otros.

Asimismo, a través de la Fundación Fortabat, se consiguieron detectores para hacer estudios de riñón. También en 1968 se instalaba la primera cámara gamma en América Latina en el Hospital de Clínicas, posibilitando la construcción de imágenes planares<sup>65</sup>. Al mismo tiempo, se disponía de tres “cuartos calientes” en donde se realizaban los controles químicos, físicos y biológicos de los productos finales<sup>66</sup>. Ya para 1970, se atendían por año a más de 4.000 pacientes en los que se realizaron más de 14.000 determinaciones<sup>67</sup>. Era, precisamente, la aparición de nuevos dispositivos como la mencionada cámara gamma - desarrollada por Hal Anger en el laboratorio Donner en Berkeley – junto con el descubrimiento de radioisótopos de periodos de vida cortos, Tecnecio-99m principalmente, lo que revolucionaría el diagnóstico médico al permitir visualizar en tiempo real los procesos fisiológicos del cuerpo (Creager, 2013).

La colaboración con la UBA en la puesta en marcha de centros de medicina nuclear continuaría cuando, en 1976, se firmara un convenio para la creación de un Centro Oncológico de Medicina Nuclear en el Instituto de Oncología “Ángel H. Roffo”, cuyas gestiones para ser instalado, provinieron de médicos del Hospital de Clínicas, particularmente el Dr. Perasso, quien con el apoyo de la Facultad de Medicina de la UBA, obtuvo recursos para la compra de equipamiento, entre los que se encontraba un centellógrafo lineal, una cámara gamma y un contador de pozo<sup>68</sup>. A instancias de él, el Dr. Olivari<sup>69</sup> fue nombrado director del Centro de Medicina Nuclear, creándose así un establecimiento clínico que, al igual que el del Hospital de Clínicas, integraría tareas de investigación, docencia y asistencia.

Ese año, 1976, coincidió con el último quiebre del orden constitucional en Argentina cuando en marzo de ese año una Junta militar designó al General Ro-

berto Videla como Presidente de facto. Su presidencia implicó el fin del modelo sustitutivo de importaciones y el inicio de uno de valorización financiera (Azpiazu y Schorr, 2010) a partir de las políticas de apertura comercial y desregulación financiera desplegadas desde el Ministerio de Economía por José Alfredo Martínez de Hoz, las cuales transformarían la fisonomía productiva argentina, relegando a la industria como eje dinamizador de la economía y reemplazándola por los servicios y el sector primario.

Al interior de la CNEA, también ocurrirían cambios, pero no en la misma dirección que para el resto de los sectores productivos. Más bien lo contrario, con la asunción de Carlos Castro Madero como presidente, la CNEA pondría en marcha una ambiciosa estrategia para completar el dominio del ciclo de combustible que fue cristalizado en el Plan Nuclear de 1979. Así, mientras el resto del sector industrial era desintegrado, para 1982 la CNEA obtenía uno de los presupuestos más altos de su historia, representando casi el 2% del PBI nacional<sup>70</sup>.

Es en este escenario, que se propiciaba la colaboración con el Hospital Roffo que, habiéndose entablado previamente mediante el Departamento de Radiobiología, se profundizaba a través de la instalación de este centro clínico. Asimismo, con el inicio de la prestación de servicios de asistencia, se pudo financiar una prolífica investigación en inmunología oncológica<sup>71</sup>. Es más, dado que la CNEA proveía de manera gratuita los radioisótopos y los elementos “fríos”, todo el excedente que se obtenía de las prestaciones médicas iba a parar a financiar los proyectos de investigación; estableciéndose, así, un modelo de gestión sustentable en el tiempo.

En conjunto, durante el año 1976, ambos Centros, el de Clínicas y el Roffo, “realizaron en total 69.317 determinaciones sobre 18.426 pacientes”<sup>72</sup>. Más adelante, a partir de la década de los '80, estos números aumentarían gracias a la incorporación de más equipos. Así, mientras en el Centro del Hospital de Clínicas se creaba un “Departamento de Diagnóstico por Imágenes, en conjunto con la Secretaría de Salud Pública y la Universidad de Buenos Aires”<sup>73</sup>, incorporando instalaciones en el servicio de Radiología, Tomografía Computada y Ecografía<sup>74</sup> y en el Centro del Hospital Roffo, se instalaba una cámara gamma<sup>75</sup>.

Como corolario de las capacidades y conocimientos construidos en la disciplina, la CNEA ingresó como miembro permanente en el Consejo Federal de la Salud, lo que facilitó “la transferencia tecnológica

en el área de la salud (...) permitiendo avanzar en el desarrollo de servicios regionales de radioterapia y medicina nuclear”<sup>76</sup>. En tal sentido, se colaboró con diversas provincias en materia de “formación de recursos humanos, el asesoramiento técnico especializado, la cesión de equipos, la organización de reuniones técnicas y la cooperación activa en la realización de trabajos especializados”<sup>77</sup>. Puntualmente, para el año 1980 se destacaba “la iniciación de la operación del Centro Oncológico de Neuquén, el llamado a licitación y adjudicación del edificio para el Centro de Aplicaciones Bionucleares de Chaco, la finalización del proyecto y licitación del edificio del Centro de Aplicaciones Bionucleares de Chubut, y la iniciación de las obras del Servicio de Radioterapia del Hospital Centro de Salud de Tucumán”<sup>78</sup>.

## CONCLUSIÓN

A lo largo de este trabajo, hemos visto el importante rol que la Comisión Nacional de Energía Atómica (CNEA) tuvo en el desarrollo inicial del uso de radioisótopos con fines medicinales en Argentina. Si bien, como única institución autorizada para el manejo y control del material radiactivo, su principal función residía en cubrir la demanda local de radioisótopos, ésta no fue la única. Por ejemplo, la investigación básica y aplicada, fue promovida tanto a partir de la colaboración con universidades e institutos, como a través del Departamento de Biología y Medicina de la CNEA en una multiplicidad de áreas: desde el estudio de las propiedades de los radioisótopos hasta su aplicación en técnicas de diagnóstico y de terapia que, si bien no representaron innovaciones en cuanto a irrupción de conocimiento de frontera, si lo fueron en términos de reproducción y crecimiento del uso de radioisótopos en medicina.

Otro rasgo importante de los aportes de la CNEA al desarrollo de las aplicaciones médicas de los radioisótopos fue la capacitación de especialistas en el área a través del dictado de sendos cursos que continuaban hasta el presente. También, la puesta en marcha de los primeros servicios de medicina nuclear no habría podido concretarse sin la asistencia de la CNEA, en cuanto a provisión y manejo de equipamiento, como de radioisótopos. Finalmente, la decisión de construir de manera local los reactores de investigación – primero el RA-1 y, más tarde, el RA-3 – permitieron avanzar sustancialmente hacia el autoabastecimiento de radioisótopos, a la vez que generó un excedente que fue reinvertido en la compra de nuevo equipamiento.

En suma, los distintos aportes que la CNEA realizó al desarrollo de las aplicaciones medicinales de los radioisótopos versaron sobre los ejes planteados a lo largo de este trabajo que, asimismo, se encuadraban dentro de una concepción general del rol que el Estado debía cumplir en el marco del modelo de desarrollo vigente. No obstante, la influencia de la Armada Argentina en la CNEA llevó a que, a pesar de las transformaciones operadas por la Dictadura cívico-militar de 1976 en el modelo de desarrollo, la política de desarrollo autónomo de la CNEA continuara. En tal sentido, el diseño y la construcción de instalaciones nucleares relevantes se encauzaron dentro de una

senda de desarrollo autónomo desde los inicios del sector en la década de los '50 hasta la vuelta a la democracia en 1983.

Con respecto a las aplicaciones médicas de los radioisótopos, la construcción del RA-3 y de la Planta de Radioisótopos y el consecuente aumento de la cuota de radioisótopos producida localmente se puede enmarcar en la misma senda. Estas acciones, junto con el fomento a la investigación, la capacitación de recursos humanos y la puesta en marcha de centros clínicos de medicina nuclear jugaron un importante papel en el desarrollo de las distintas disciplinas médicas que hacen uso de los radioisótopos.

## NOTAS

1. Fue un ingeniero y militar argentino que se destacó por el desarrollo de la industria siderúrgica en el país a través de la dirección de Fabricaciones Militares y de la Sociedad Mixta Siderúrgica Argentina (SOMISA) durante la década del '40.
2. Fue un reconocido físico argentino que participó activamente en la recuperación del Observatorio Astronómico de Córdoba, en la creación de la Asociación de Física Argentina y del Instituto de Matemática, Astronomía y Física de Córdoba.
3. Se llamó "Proyecto Huemul" al Laboratorio que Richter hizo instalar en la isla Huemul en San Carlos de Bariloche. Allí, desde 1948 hasta 1952 afirmó estar desarrollando la tecnología necesaria para controlar la fusión nuclear. Durante 4 años permaneció en la Isla Huemul bajo un manto de secretismo; lo que finalizó cuando una delegación enviada por el gobierno para fiscalizar los avances anunciados, encontró que todos éstos eran falsos. Para ver una historia completa sobre el "Proyecto Huemul", véase (Mariscotti, 2016).
4. Desde el derrocamiento de Perón en 1955 hasta su regreso en 1973, período en el cual estuvo formalmente proscrito por las Fuerzas Armadas, se sucedieron 9 presidentes en el país, de los cuales 5 fueron depuestos mientras ejercían su cargo. No obstante, cuando falleció sobrevino uno de los periodos más sombríos de la política argentina con la emergencia, en 1976, de una nueva dictadura militar.
5. Facultad de Medicina de la Universidad de Buenos Aires (2014), *EXP-UBA: 16.476/2014*, pp.2.
6. Graduado en Medicina en 1931 en la Universidad de Buenos Aires, se perfeccionó en el estudio de patologías hematológicas, dirigiendo y creando varias instituciones asociadas a su estudio como la Fundación de la Hemofilia en 1944, la Sociedad Internacional de Hematología en 1946 y el Instituto de Investigaciones Hematológicas de la Academia Nacional de Medicina en 1955.
7. De acuerdo a lo señalado por Krige (2006, p.22) "la negativa a proveer radioisótopos "civiles" a investigadores extranjeros estaba generando hostilidades hacia los EE.UU, los cual avergonzaba a los científicos estadounidenses en sus intercambios con sus colegas europeos, y estaba levantando sospechas y desconfianzas acerca de las intenciones de EE.UU en el campo nuclear. En este contexto de deterioro de las relaciones científicas entre EE.UU y Europa, la circulación de determinados radioisótopos para investigación y usos terapéuticos, se hizo imperativa para ganar nuevamente "corazones y mentes".
8. Fue un médico que se especializó en el estudio del bocio endémico en la Provincia de Mendoza, en donde se desempeñó como médico agregado de la Dirección General de Salubridad y en donde también tuvo un importante rol en la creación del Instituto del Bocio de la Universidad Nacional de Cuyo en 1951. Hizo su primer contacto con el yodo radiactivo cuando viajó a EE.UU para "perfeccionarse en la patología tiroidea y estudiar la yodación de la sal" (Feld y Busala, 2010, p.392).
9. Vale aclarar que al interior de EE.UU los primeros años de distribución internacional de radioisótopos, llevada adelante desde 1947, levantaron suspicacias entre distintos sectores políticos a partir de los peligros que conllevaba para la seguridad nacional la transferencia de una tecnología sensitiva como la nuclear. Particularmente, a partir de lo relatado por Creager (2009), se suscitaban varias controversias con la Comisión de Energía Atómica y el Congreso por la aprobación de la primera de unos envíos a Finlandia y Noruega de radioisótopos aplicables a industria y defensa. Por el contrario, con los primeros envíos realizados a sus aliados, Gran Bretaña y Canadá, éstos comenzaron a distribuir radioisótopos con regulaciones mucho menos estrictas que la de los EE.UU, poniendo en peligro su monopolio en el área nuclear.
10. La autodenominada "Revolución Libertadora", facción militar que depuso el gobierno de Perón, dispondría por De-

- creto 384 del 6 de octubre de ese año la reorganización de la CNEA (Marzorati, 2012). Así, en virtud de lo establecido en el articulado de ese Decreto, la DNEA fue reestructurada, absorbiendo a la originaria CNEA, con el nombre de Comisión Nacional de Energía Atómica, que se mantiene hasta la actualidad.
11. Con la llegada de los radioisótopos a Inglaterra en 1947, los laboratorios Amersham y Harwell en Inglaterra comenzaron a distribuir radioisótopos por su cuenta. Los menores requisitos que pedían en comparación a Oak Ridge, llevaron a que tomando como ejemplo a Francia “así como en otros tantos países, la gran mayoría de importaciones (vinieran) de Gran Bretaña. [...] Entre octubre de 1949 y Abril de 1952, los laboratorios franceses importaron 1161 fuentes radiactivas desde Harwell y solo 30 desde Oak Ridge” (Gaudilliere, 2006, p. 744)
  12. Químico alemán, fue tesista del Nobel Otto Hahn. “A fines de la década de los '40 llegó a la Argentina y se instaló en la Universidad Nacional de Tucumán en donde estableció el “Laboratorio de Investigaciones Nucleares” en donde se abocó a la identificación de los radioisótopos naturales a partir de los minerales de uranio y torio y determinar algunas de sus características físicas. Más tarde, cuando se creó la DNEA, se instaló en Buenos Aires fundó la cátedra de Química Nuclear en la Universidad de Buenos Aires. En 1955 vuelve a Alemania a partir del pedido de Otto Hahn para la reconstrucción de los grupos radioquímicos alemanes” (Radicella, 2002, p.22).
  13. Siguiendo a Castro (2011, p. 30) la firma, en 1952, de un contrato con la empresa Phillips para la provisión del Sincrociclotrón se llevó a cabo “Poco después del sensacional anuncio, en marzo de 1951, de los resultados supuestamente obtenidos en el Proyecto Huemul, el príncipe Bernardo de Holanda visitó el país y se interesó por los trabajos que se realizaban en ese proyecto, [...] el interés comercial (llevó) a que un mes más tarde de su visita enviara a un destacado científico, el físico nuclear C. J. Bakker de la Universidad de Ámsterdam, para que ofrezca instrumentos a Richter. (Ante la negativa de este) le escribe a Perón aconsejando la compra del Sincrociclotrón para la DNEA de reciente creación, que estaba a cargo del coronel Enrique P. González. Éste asistido por el Ing. Otto Gamba, concretó el contrato de la compra. [...] (en cuanto al acelerador Cockroft-Walton) del cual no existen antecedentes de compra, se asume que el mismo posiblemente fue gestionado directamente por Perón al Príncipe Bernardo”.
  14. Fue un médico y capitán de fragata que, luego de ocupar el mencionado cargo en la CNEA, pasó a ser el Jefe del Laboratorio de Física de la Escuela Mecánica de la Armada, así como el representante argentino ante la Organización de las Naciones Unidas para el Estudio de los Efectos de las Radiaciones Atómicas.
  15. CNEA (1958), *Los Cursos de Aplicación de Radioisótopos*, Boletín Informativo de CNEA, II (4), pp. 1.
  16. Previamente, entre 1953 y 1955 “la DNEA dictó los primeros cursos de radioisótopos para médicos y biólogos y un curso de defensa radiológica. Uno de los primeros cursos fue “Bases físicas para el uso de los Radiactivos” (1953) dictado por el Dr. Poggio de la Dirección Nacional de Energía Atómica en el Instituto de Medicina Experimental para el Estudio y Tratamiento del Cáncer” (Feld y Busala, 2010, p.400).
  17. De origen italiano, en 1964 adoptó la ciudadanía argentina. Se recibió como químico en 1955 en la Universidad Nacional de Tucumán y al poco tiempo ingresó en la CNEA en donde se desempeñó activamente en el campo de los radioisótopos, formando del “Grupo Buenos Aires”
  18. CNEA (1962), *Convenio entre CNEA y la Facultad de Farmacia y Bioquímica de la Universidad de Buenos Aires para la realización del curso sobre uso y aplicación de radioisótopos en bioquímica y farmacia*.
  19. CNEA (1965), *Memoria Institucional 1964*, p. 103.
  20. Médico argentino que jugó un importante rol en el desarrollo de la medicina nuclear en Argentina. Fue Jefe de Aplicaciones de Radioisótopos a la Medicina y Biología de la CNEA y más tarde ocupó cargos en el OIEA.
  21. Pahissa-Campá (2015), *Entrevista realizada en la Ciudad Autónoma de Buenos Aires el 21 de Septiembre de 2015*.
  22. CNEA (1958), *Segundo Salón Internacional Sobre la Utilización Pacífica de la Energía Atómica, en el palacio de Exposiciones*, Boletín Informativo de CNEA, II (9), pp. 42.
  23. Pahissa-Campá (2015), *Entrevista realizada en la Ciudad Autónoma de Buenos Aires el 21 de Septiembre de 2015*.
  24. CNEA (1958), *Aparato para Producción de Oro Coloidal Radiactivo*, Boletín Informativo CNEA, II (10), pp. 7.
  25. De acuerdo a lo indicado por Hurtado de Mendoza (2005b), al encontrar que la compra se estaba demorando por problemas legales, Quihillalt, presidente de la CNEA por ese entonces, viajó a Filadelfia a un ciclo de conferencias y ahí se encontró con Carlos Buchler, un ex miembro de la CNEA que estaba trabajando en el Argonne National Laboratory (ANL), en Chicago. Allí, se había inaugurado hace pocos días un reactor de investigación, llamado Argonaut, el cual se caracterizaba por su bajo costo de construcción. Ante la sugerencia de Buchler de construir un reactor de esas características en Argentina, Quihillalt logró obtener los planos del reactor y tomó la decisión de construir el reactor, en vez de comprarlo.
  26. Altschuler y Degrossi (2016): *Entrevista realizada en la Ciudad Autónoma de Buenos Aires el 6 de Junio de 2016*.
  27. CNEA (1980), *Memoria Institucional 1980*, p. 24.
  28. Altschuler (2016): *Entrevista realizada en la Ciudad Autónoma de Buenos Aires el 26 de Enero de 2016*.

29. CNEA (1971), *Memoria Institucional 1970*, p.58-59.
30. Fue un químico argentino que se desempeñó como Jefe del Departamento de Química en la CNEA, en donde realizó extensos estudios en el área de radiofarmacia.
31. Altschuler y Degrossi (2016): *Entrevista realizada en la Ciudad Autónoma de Buenos Aires el 6 de Junio de 2016*.
32. CNEA (1978), *Memoria Institucional 1977*, p.12.
33. CNEA (1980), *Memoria Institucional 1979*, p. 16.
34. CNEA-Facultad de Medicina de la Universidad de Buenos Aires (1978): *Convenio entre la CNEA y la Facultad de Medicina de la Universidad de Buenos Aires para establecer un programa de colaboración recíproca para desarrollar un Curso Especialista en Medicina Nuclear para Graduados*.
35. Ingeniero Civil recibido de la Universidad de Buenos Aires. Previo a ingresar en la CNEA en 1956, se dedicó al estudio de la geodesia en el Instituto Geográfico Militar. En la CNEA, se desempeñó en el diseño y la construcción de los reactores de investigación RA-2 y RA-3, en donde ocupó el cargo de Gerente de Energía.
36. CNEA (1965), *Memoria Institucional 1964*, p. 31.
37. CNEA (1982a): "El Programa de Radioisótopos y Radiaciones: Contribución al Desarrollo Tecnológico", Dirección de Radioisótopos y Radiaciones, Buenos Aires, p. 20.
38. CNEA (1967): *Utilización de Material Radiactivo en la República Argentina durante los años 1959,1960,1961*, Gerencia de Energía, p.4-10
39. Los 12 centros de Capital Federal a los cuales se destinaban radioisótopos eran: Hospital Rivadavia, Cátedra de Semiología del Hospital de Clínicas, IV Cátedra de Clínica Médica localizada en el Hospital Rawson, Instituto de Investigaciones Tisiológicas, Instituto de Oncología "Dr. Ángel H. Roffo", Hospital Central Militar, Hospital Británico, Servicio de Urología del Hospital Ramos Mejía, Hospital Naval Buenos Aires, Cátedra de Química Biológica, Cátedra de Física Biológica, Instituto de Neurocirugía "Costa Boero". Por otro lado, los 5 centros del interior del país a los cuales se enviaban radioisótopos eran: Hospital Ex Caridad (Rosario), Instituto del Bocio e Instituto del Cáncer (Mendoza), Cátedra de Fisiología de la Universidad Nacional de Cuyo, Instituto de Fitotecnica (Castelar) [CNEA, 1965, p. 25-26].
40. CNEA (1956), *Memoria Institucional 1952-1955*, p. 26.
41. CNEA (1964), *Memoria Institucional 1962-63*, p.19.
42. CNEA (1961), *Primer Fraccionamiento de Radioisótopos*, Boletín Informativo de CNEA, V (2) p. 29.
43. CNEA (1971), *Memoria Institucional 1970*, p. 78
44. CNEA (1965), *Memoria Institucional 1964*, p. 34
45. El Curio es un unidad de actividad que representa la cantidad de material en la que se desintegran  $3,7 \times 10$  átomos por segundo, o  $3,7 \times 10$  desintegraciones nucleares por segundo, que es más o menos la actividad de 1 g de  $^{226}\text{Ra}$  (isótopo del elemento químico «radio»)
46. CNEA (1965), *Memoria Institucional 1964*, p. 106.
47. Ingeniero Químico de la Universidad Nacional del Litoral, fue el jefe de obra del RA-1 y estuvo presente en todas las etapas de construcción de la Central Nuclear Atucha y en 1977 pasó a ser su Director. También, trabajó en el proyecto y construcción de los reactores RA0, RA1 y RA3, e intervino en todos los problemas vinculados con los reactores de experimentación en la Universidad de Córdoba y Rosario y en la Comisión Uruguaya de Energía Nuclear.
48. Mientras que el RA-3 contó con la participación de 67 empresas argentinas, manufacturando la mayor parte de sus componentes de forma local y contando con un subsidio de 350.000 dolares del programa Átomos por la Paz de la Atomic Energy Commission de EE.UU, la planta de radioisótopos fue desarrollada localmente a partir de un modelo operativo en Saclay, Francia (Hurtado de Mendoza, 2012, p.68).
49. CNEA (1977), *Memoria Institucional 1976*, p.13.
50. CNEA (1972), *Memoria Institucional 1971*, p. 23.
51. CNEA (1982b), *Memoria Institucional 1981*, p. 18.
52. CNEA (1983), *Memoria Institucional 1982*, p. 20
53. CNEA (1983), *Memoria Institucional 1982*, p. 19.
54. CNEA (1972), *Memoria Institucional 1971*, p. 24.
55. CNEA (1982b), *Memoria Institucional 1981*, p. 19.
56. CNEA (1981), *Memoria Institucional 1980*, p. 19.
57. CNEA (1982b), *Memoria Institucional 1981*, p. 21.
58. Degrossi (2016), *Entrevista realizada en la Ciudad Autónoma de Buenos Aires el 15 de Enero de 2016*.
59. Facultad de Medicina de la Universidad de Buenos Aires (2014), *EXP-UBA: 16.476/2014*, pp.2. p.3.
60. CNEA (1959), *Convenio entre la CNEA y el Hospital Rivadavia para la realización de tareas de investigación y aplicación médica de material radiactivo en el tratamiento del cáncer*.
61. CNEA (1971b), *Convenio entre la CNEA y el Ministerio de Asistencia Social y Salud Pública para que el Laboratorio de Análisis Clínicos y Bacteriológicos realice tareas de investigación, diagnóstico y terapéutica en afecciones hematológicas*.

62. El Tamer (2015), *Entrevista realizada en la Ciudad Autónoma de Buenos Aires el 14 de Agosto de 2015*.
63. Médico argentino de la Universidad de Buenos Aires. Fue Profesor Titular en la Facultad de Medicina y Jefe del Servicio de Clínica Médica del Hospital Italiano. Dirigió hasta 1975 el Centro de Medicina Nuclear del Hospital de Clínicas, cuya labor culminó con la publicación de "Medicina nuclear - Aplicaciones clínicas" en 1981. Presidente de la Sección Medicina Nuclear de la Panamerican Association y Miembro Honorario de la Asociación de Biología y Medicina Nuclear.
64. CNEA (2014), *Memoria Institucional 2013*, p. 47.
65. El Tamer (2015), *Entrevista realizada en la Ciudad Autónoma de Buenos Aires el 14 de Agosto de 2015*.
66. CNEA (1971c), *Convenio entre la CNEA y la Universidad de Buenos Aires para desarrollar una acción coordinada y conjunta en el campo de la aplicación de los radioisótopos en la medicina a través del Centro de Medicina Nuclear del Hospital de Clínicas*.
67. CNEA (1971), *Memoria Institucional 1970*, p.64.
68. Altschuler y Degrossi (2016): *Entrevista realizada en la Ciudad Autónoma de Buenos Aires el 6 de Junio de 2016*.
69. Era un médico que se desempeñaba en el Instituto Roffo estudiando distintos tipos de cáncer.
70. CNEA (2001), *La política nuclear Argentina. Evaluación y propuestas de la Comisión Nacional de Energía Atómica*, en Revista CNEA, pp. 6-9.
71. Zarlenga (2016), *Entrevista realizada en la Ciudad Autónoma de Buenos Aires el 6 de Junio de 2016*.
72. CNEA (1978), *Memoria Institucional 1977*, p. 13.
73. CNEA (1981), *Memoria Institucional 1980*, p. 19.
74. CNEA (1983), *Memoria Institucional 1982*, p. 18.
75. CNEA (1982b), *Memoria Institucional 1981*, p. 20.
76. CNEA (1981), *Memoria Institucional 1980*, p. 19.
77. CNEA (1982b), *Memoria Institucional 1981*, p.17.
78. CNEA (1981), *Memoria Institucional 1980*, p. 19.

## BIBLIOGRAFÍA

- Arini, Elsa y Pavlovsky, Alfredo (1957), "Resultados del P32 en las leucemias agudas", *Medicina*, XVII (2), pp. 71-76.
- Aronskind, Ricardo (2003), "El país del desarrollo posible". En: James, Daniel (comp.), *Nueva Historia Argentina. Violencia, proscripción y autoritarismo (1955-1976)*, Buenos Aires, Sudamericana.
- Azpiazú, Daniel y Schorr, Martín. (2010), *Hecho en Argentina Industria y economía 1976-2007*. Buenos Aires, Editorial Siglo XXI.
- Briozzo, Federico (2010), "Medicina Nuclear en Argentina: Abastecimiento de Radioisótopos, de la Importación a la Producción Nacional (1950-1971)". En: Vessuri, Hebe; Kreimer, Pablo; Arellano, Antonio; Sanz Menéndez, Luis (eds.), *Conocer para Transformar: Producción y reflexión sobre Ciencia, Tecnología e Innovación en Iberoamérica IV Encuentro de Jóvenes Investigadores y 1ra Escuela Doctoral Iberoamericana en Estudios Sociales y Políticos sobre la Ciencia y la Tecnología –ESOCITE/CYTED/AECID/IVIC/UNESCO-IESALC*, Caracas, pp. 55-79.
- Briozzo, Federico et. al. (2007), "A 40 años de la inauguración del RA-3: anécdotas, historias y algunas enseñanzas", *Revista de la CNEA*, 7 (27-28), pp. 30-35.
- Castro, Rafael (2011), "Perlas Históricas de la Comisión Nacional de Energía Atómica", *Revista de la CNEA*, 11 (41-42), pp. 26-32.
- Creager, Angela (2006), "Nuclear Energy in the Service of Biomedicine: The U.S Atomic Energy Commission Radioisotope Program, 1946-1950", *Journal of the History of Biology*, 39, pp. 649-684.
- Creager, Angela. (2009), "Radioisotopes as political instruments; 1946-1953". *Dynamis*, 29, pp. 219-240.
- Creager, Angela. (2013). *Life Atomic. A History of Radioisotopes in Science and Medicine*. Chicago. The University of Chicago Press.
- De Dicco, Ricardo (2013), "Breve historia de los reactores nucleares de investigación y producción de radioisótopos de la CNEA", *Documento de Trabajo del Departamento de Tecnología Nuclear del Centro Latinoamericano de Investigaciones Científicas y Técnicas (CLICeT)*.
- Marzorati, Zulema (2012), *Plantear Utopías: La conformación del campo científico-tecnológico nuclear en Argentina (1950-1955)*, Buenos Aires, Fundación Centro de Integración, Comunicación, Cultura y Sociedad (CICCUS).
- Feld, Adriana y Busala, Analía E. (2010), "Investigar y curar: Conocimientos y profilaxis del bocio endémico en Argentina (1916-1958)", *Asclepio. Revista de Historia de la Medicina y de la Ciencia*, LXII (2), pp. 375-404.
- Gaudilliere, Jean Paul (2006), "Normal Pathways: Controlling Isotopes and Building Biomedical Research in Postwar", *Journal of the History of Biology*, 39, pp. 737-764.

- Hurtado de Mendoza, Diego (2005a), "De átomos para la paz a los reactores de potencia: Tecnología y política nuclear en la Argentina (1955-1976)". *Revista iberoamericana de ciencia tecnología y sociedad*, 2(4), pp. 41-66.
- Hurtado de Mendoza, Diego (2005b), "Autonomy, even Regional Hegemony: Argentina and the "Hard Way" toward Its First Research Reactor (1945-1958)", *Science in Context*, 18 (2), pp. 285-308.
- Hurtado de Mendoza, Diego (2012), "Cultura tecnológica-política en contexto semiperiférico: el desarrollo nuclear en la Argentina (1945-1994)", *Revista iberoamericana de ciencia tecnología y sociedad*, 7(21), pp. 163-192.
- Hurtado de Mendoza, Diego (2014), *El sueño de la Argentina Atómica – Política, tecnología y desarrollo nuclear (1945-2006)*, Ciudad Autónoma de Buenos Aires, Edhasa.
- Krige, John (2006), "Atoms for Peace; Scientific Internationalism and Scientific Intelligence". *Osiris* 21, 161-181, [en línea], disponible en <http://faculty.georgetown.edu/khb3/Osiris/papers/Krige.pdf> [consultado el 18/02/2018].
- Mariscotti, Mario (2016), *El secreto atómico de Huemul: crónica del origen de la energía atómica*, 2ª ed., Buenos Aires, Lenguaje Claro Editora.
- Quilici, Domingo (2008), "Desarrollo de Proveedores para la Industria Nuclear Argentina: Visión desde las Centrales Nucleares", *H-industri@ - Revista de Historia de la industria, los servicios y las empresas en América Latina*, 2(1), pp. 1-23.
- Radice, Renato (1975), "El Consumo y el Abastecimiento de Radioisótopos en la República Argentina", Comisión Nacional de Energía Atómica, Buenos Aires, República Argentina, [en línea], disponible en: <http://bdcies.cnea.gov.ar/greentone/collect/informes/index/assoc/HASH3124.dir/cicacInformeCNEA394ocrA9.pdf> [consultado el 15/12/2017].
- Radice, Renato (2002), "Los veinte radioisótopos descubiertos en la Argentina", *Revista de la CNEA*, 2 (5/6), pp. 21-25.
- Ramacciotti, Karina (2009), *La política sanitaria del peronismo*, Buenos Aires, Editorial Biblos.
- Rodríguez, Milagros (2014), "Avatares de la Energía Nuclear en Argentina. Análisis y Contextualización del Plan Nuclear de 1979", *H-industri@ - Revista de Historia de la industria, los servicios y las empresas en América Latina*, 8 (15), pp. 31-55.
- Veronelli, Juan Carlos y Veronelli Correch, Magalí (2004), *Los orígenes institucionales de la Salud Pública Argentina*, Buenos Aires, Oficina Panamericana de la Salud.