

HISTORIA

LA QUÍMICA NUCLEAR ARGENTINA EN LA DÉCADA DEL CINCUENTA Y EL DESCUBRIMIENTO DE NUEVOS RADIOISÓTOPOS⁽¹⁾.

RENATO RADICELLA

Comisión Nacional de Energía Atómica. Argentina.

El descubrimiento de la "radiactividad artificial" hecho por los esposos Joliot-Curie en 1934 abrió un nuevo horizonte a la investigación nuclear.

Hasta ese momento, los únicos materiales radiactivos conocidos se encontraban en la naturaleza y eran isótopos de los últimos doce elementos de la tabla periódica comprendidos entre el talio y el uranio. Irène y Frédéric Joliot-Curie demostraron que bombardeando aluminio con partículas alfa se obtenía un isótopo radiactivo del fósforo. Se hizo así evidente la posibilidad de producir isótopos radiactivos de los elementos estables mediante reacciones nucleares y comenzó la búsqueda de nuevos radioisótopos en los principales centros que se dedicaban a la investigación de la radiactividad. El campo se abrió aún más con el descubrimiento de la fisión nuclear en 1939, cuando Hahn y Strassmann demostraron que el uranio bombardeado con neutrones se partía en dos fragmentos pesados. Sabemos ahora que en la fisión del uranio con neutrones térmicos se forman isótopos radiactivos de los treinta y seis elementos comprendidos entre el cinc y el disprosio.

Quienes estudiaban los materiales radiactivos y los efectos químicos de las radiaciones, se

autodefinían como "químicos nucleares" o "radioquímicos". La identificación de isótopos radiactivos formados en reacciones nucleares fue tarea de los "radioquímicos", como lo había sido el estudio de los elementos químicos radiactivos desde principios del siglo.

En aquel entonces el campo de actividades de los radioquímicos era muy amplio, puesto que incluía el trabajo con isótopos radiactivos en general y puesto que el uso de trazadores radiactivos en las distintas ramas de la ciencia se consideraba también "radioquímica".

En la Argentina de principios de los años cincuenta la química nuclear estaba en sus comienzos. Los trabajos con radio efectuados en las Universidades de La Plata y de Buenos Aires en las décadas del treinta y del cuarenta tocaban solo los aspectos físicos de la radiactividad. No se habían efectuado estudios químicos relacionados con el radio y sus descendientes.

En 1949, con la llegada de W. Seelmann-Eggebert a la Universidad de Tucumán (UNT) se había comenzado a trabajar en la química de los elementos radiactivos y en la separación e identificación de los isótopos radiactivos naturales. Con medios muy precarios se había logrado

⁽¹⁾Este trabajo es publicado con la autorización del autor y de la publicación "Ciencia e Investigación".

separar radioisótopos naturales de período de semidesintegración corto (pocos minutos) y verificar algunas de sus características físicas.

En septiembre de 1951 Seelmann-Eggebert fue contratado por la Comisión Nacional de Energía Atómica (CNEA), que había sido fundada el año anterior. Después de compartir por un año su tiempo entre Tucumán y Buenos Aires, en 1952 se trasladó definitivamente a la Capital Federal. Ya la CNEA había podido comprar algunos equipos electrónicos básicos y se había instalado en lo que es ahora su Sede Central en la Avenida del Libertador. (Sobre esta primera etapa en la UNT y en la CNEA, ver *Ciencia e Investigación*, 45, 34-37, 1992)

En Buenos Aires se recurrió a los minerales de uranio y de torio para obtener materiales radiactivos, como se había hecho en Tucumán en su momento. Se pusieron a punto los primeros métodos de separación y purificación de uranio, continuando con los trabajos comenzados en la UNT, y se elaboró un método radioquímico para la determinación de uranio en materiales y de ^{235}U en uranio natural. Al mismo tiempo se realizaron las separaciones de los isótopos radiactivos naturales, especialmente los de período corto, como parte del entrenamiento radioquímico básico.

En muy poco tiempo la situación mejoró considerablemente. El grupo de Seelmann-Eggebert contaba ya en 1953 con una decena de personas, casi todos químicos o estudiantes de química, y la CNEA había instalado su primer acelerador, un Crockroft-Walton en cascada, de 1,2 MeV, que se utilizó para producir neutrones. Con ello empezó la búsqueda de nuevos radioisótopos y la determinación de propiedades nucleares de isótopos ya conocidos.

La adquisición de un sincrociclotrón y su puesta en marcha en septiembre de 1954, colmó las expectativas del grupo de química nuclear. Ya estaba a su alcance la realización de reacciones nucleares con deuterones de hasta 28 MeV y con partículas alfa de hasta 56 MeV. La energía de las partículas y la corriente del haz, altas para la época, hacían del sincrociclotrón de Buenos Aires una de las pocas máquinas en el mundo particularmente aptas para la búsqueda de nuevos nucleidos.

Otro de los factores muy favorables a la investigación en química nuclear fue la existencia en la CNEA de un grupo muy activo en elec-

trónica e instrumentación. Dirigido por el Dr. Kurt Fränz, un electrónico alemán, el grupo desarrollaba y construía equipos de detección y medición de radiaciones que estaban a la vanguardia de la electrónica nuclear del momento. Gracias a este grupo, los radioquímicos argentinos podían disponer de equipos de medición que todavía no eran comerciales en ninguna parte del mundo y que estaban diseñados especialmente para el trabajo con isótopos radiactivos de período corto.

Coincidió también que en la CNEA se había formado un grupo de jóvenes físicos dedicados a la espectrometría nuclear y que estaba muy interesado en la teoría del núcleo atómico, tanto desde el punto de vista experimental como en sus aspectos teóricos. La relación de este grupo con el de química nuclear era muy intensa y fructífera. Los "coloquios" sobre los trabajos en curso y sobre temas de física y química nucleares eran semanales y, por lo general, muy acalorados.

El ambiente en su conjunto era extremadamente favorable a una investigación de buen nivel, a la que contribuyó el aporte de especialistas extranjeros de renombre que visitaron la CNEA y colaboraron con el grupo de radioquímica. Entre ellos se contaron los radioquímicos Aten de Holanda, Bouissières de Francia, Götte de Alemania, Maddock de Inglaterra y físicos como Hittmair de Austria.

Formaban el grupo de radioquímica en los años cincuenta los químicos S. Abecasis, E. Álvarez, L. Anghileri, G. B. Baró, F. Batistelli, H. Carminatti, J. Flegenheimer, O. O. Gatti, C. Henkel, S. J. Nassiff, N. Nussis, J. Pahissa-Campá, M. C. Palcos, P. Rey, E. Ricci, V. Rietti, J. Rodríguez, R. Rodríguez-Pasqués y el autor del presente trabajo, los médicos D. Beninson y F. Mas, y la física I. Fränz. Los radioquímicos estaban secundados por asistentes de laboratorio muy eficientes y dedicados, entre ellos E. Belis, O. Casanova, J. Crespo, A. M. Ferrari, A. Medina, e I. Zabala.

Los trabajos del grupo cubrían un espectro de actividades muy amplio. Una parte del grupo se dedicaba a la química del uranio y del torio y a la separación de estos elementos de sus minerales. El mismo sector continuaba también con el estudio de los productos originados en la desintegración natural de estos elementos. Otra parte del grupo determinaba las secciones eficaces de reacciones nucleares, los rendimientos de la fisión del uranio para distintas energías de

partículas y las relaciones entre isómeros formados en una misma reacción nuclear en función de la energía. Al mismo tiempo se producían y purificaban radionucleidos para el grupo de espectroscopía nuclear que se había creado en la CNEA.

No se descuidaban tampoco las aplicaciones de los radioisótopos como trazadores y la metrología de las radiaciones. El grupo de radioquímica colaboraba con laboratorios de otras instituciones de investigación que usaban materiales radiactivos y con algunos hospitales, proveyéndoles radioisótopos y asesorándolos sobre sus aplicaciones. Se creó también, en

1953, la cátedra de química nuclear de la Facultad de Ciencias Exactas de la Universidad de Buenos Aires, que se dictaba en los laboratorios de radioquímica de la CNEA.

Sin embargo, el tema que absorbía el grueso de los esfuerzos del "Grupo de Buenos Aires", nombre con que se conocía en el exterior al grupo de radioquímicos argentinos, fue la búsqueda de nuevos radionucleidos y la determinación de sus propiedades.

El tema se consideraba prioritario en el campo de la investigación nuclear. La identificación de los nucleidos existentes y el

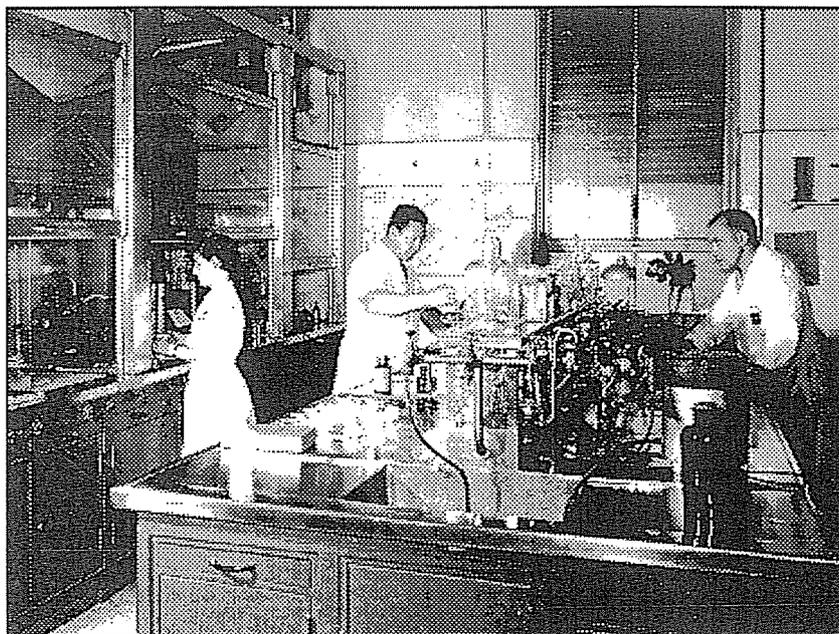


Figura 1. Uno de los laboratorios de radioquímica de la CNEA, hacia 1956.
De izquierda a derecha: A. Medina, E. Belis y N. Nussis.

conocimiento de sus propiedades era fundamental para el desarrollo de una teoría del núcleo atómico, teoría en la cual estaban trabajando en el mundo los mejores cerebros del momento.

Lo que se conocía sobre los núcleos existentes era todavía muy escaso e impreciso. Aparte de los nucleidos radiactivos próximos a los isótopos estables, cuyas propiedades por lo general debían ser estudiadas más a fondo, se desconocía la mayor parte de los núcleos relativamente alejados de la zona de estabilidad. Es así como la búsqueda de nuevos isótopos y la determinación de sus propiedades fue una de las tareas emprendidas por los químicos y los físicos nucleares de muchos países.

En la Argentina, la disponibilidad del sincrociclotrón y la existencia de un grupo radioquímico bien entrenado en separaciones rápidas (puesto que era de esperar que los isótopos desconocidos tuvieran períodos cortos), facilitó mucho la tarea de búsqueda. El enorme entusiasmo y la dedicación del grupo de jóvenes guiado por Seelmann-Eggebert dieron rápidamente sus resultados. Ya en la Primera Conferencia de Ginebra sobre las Aplicaciones Pacíficas de la Energía Atómica en septiembre de 1955, a dos años de la instalación en Buenos Aires del acelerador Crockroft-Walton y a menos de un año de la del sincrociclotrón, la Argentina comunicó el descubrimiento de una decena de nuevos radioisótopos. El hecho causó

sorpresa y algo de desconfianza. Eran todavía recientes las noticias sobre los trabajos de Ronald Richter en la isla Huemul y en el exterior lo nuclear de la Argentina olía a impostura. Afortunadamente el renombre de Seelmann-Eggebert en los medios académicos europeos y la discusión de los trabajos durante la Conferencia, aventaron las dudas. Se comenzó a dar crédito a la existencia de los isótopos descubiertos en Buenos Aires, existencia que al poco tiempo fue confirmada por investigadores de otros países.

En 1955 Seelmann-Eggebert dejó la Argentina para restablecerse en Alemania. A pesar de ello, los trabajos del grupo en la búsqueda de nuevos radioisótopos continuaron con toda intensidad. A principios de los años sesenta el total de los nucleídos descubiertos en Buenos Aires era de diecinueve.

En el cuadro I se consigna la nómina de los isótopos descubiertos en la Argentina. Se puede

observar que más de la mitad de ellos tiene un período de semidesintegración de menos de 10 minutos, lo que habla de la habilidad alcanzada en las separaciones rápidas, que en esa época se efectuaban por procedimientos químicos convencionales. Esto último es particularmente notable en el caso de los isótopos hallados como producto de la fisión nuclear. En este caso era necesario separarlos con gran pureza de un conjunto de más de treinta elementos químicos radiactivos.

La segunda y tercera columnas del cuadro muestran respectivamente los períodos de semidesintegración encontrados en su momento en Buenos Aires y los que ahora (Karlsruher Nuklidkarte, 1995) se asignan a cada uno de los radioisótopos hallados. Es asombrosa la proximidad de los valores si se piensa en lo primitivo de los métodos y equipos de medición utilizados en la época y en las bajas actividades que se obtenían con los aceleradores de partículas entonces disponibles.

Nucleido	T _{1/2} encontrado	T _{1/2} actual	Autores
Fe-61	5,5 ± 0,5 m	6,0 m	N.Nussis, J.Pahissa-Campá, E.Ricci
Hf-183	60 m	64 m	J.Fleggenheimer, O.O.Gatti
Mo-105	< 2 m	35,6 s	J.Fleggenheimer
Os-195	6,5 m	6,5 m	G.B.Baró, P.Rey
Re-189	23 h	24,3 h	G.B.Baró, J.Fleggenheimer, M.Virsoo
Re-190m	2,8 h	3,0 h	G.B.Baró, J.Fleggenheimer
Rh-106m	1,95 h	2,2 h	G.B.Baró, W.Seelmann-Eggebert, I.Zabala
Rh-108	18 ± 2 s	16,8 s	G.B.Baró, P.Rey, W.Seelmann-Eggebert
Ru-108	4 m	4,5 m	G.B.Baró, P.Rey, W.Seelmann-Eggebert
Sb-126	~ 6 d	12,4 d	H.Bosch, R.Radicella
Sb-126m	18,8 m	19,0 m	I.Fränz, R.Radicella, J.Rodríguez
Sb-128	9,6 h	9,0 h	I.Fränz, R.Radicella, J.Rodríguez
Sb-128m	10,3 ± 0,3 m	10,0 m	I.Fränz, R.Radicella, J.Rodríguez
Sn-128	57 ± 2 m	59,1 m	H.Carminatti, I.Fränz, J.Rodríguez
Tc-102	5 ± 1 s	5,3 s	J.Fleggenheimer, W.Seelmann-Eggebert
Tc-102m	3,8 m	4,3 m	J.Fleggenheimer
Tc-103	1,2 m	54,2 s	J.Fleggenheimer, D.Geithoff
Tc-105	10,5 m	7,6 m	J.Fleggenheimer, W.Seelman-Eggebert
W-189	11m	11 m	G.B.Baró, J.Fleggenheimer, M.Virsoo

Cuadro 1. Los isótopos descubiertos en la Argentina en la década del cincuenta.

En la segunda columna se consigna el período de semidesintegración hallado y en la tercera el período de semidesintegración aceptado actualmente

Debido a la complejidad de los espectros de desintegración, en el cuadro no se han anotado las energías de las radiaciones beta y gamma de los nuevos radioisótopos. La energía de las principales radiaciones emitidas se determinaba para contribuir a la identificación del nuevo

nucleido. Hoy nos sorprende ver la coincidencia de los datos de energía obtenidos en aquel momento con los valores determinados años después utilizando métodos e instrumental muy sofisticados. La energía máxima de la radiación beta se determinaba por absorción en láminas de

aluminio de distintos espesores y la energía de la radiación gamma, en los primeros años, por absorción en plomo. Posteriormente, a partir de 1955, la determinación se llevó a cabo por espectrometría gamma con cristales de NaI(Tl), todavía en estado de desarrollo. En la actualidad tanto la energía de la radiación beta como la de la radiación gamma se determinan por métodos espectrométricos y con detectores que han permitido aumentar la resolución en algunos órdenes de magnitud.

El trabajo en aquel período fue fascinante. El grupo era muy joven y muy entusiasta. Se trabajaba día y noche, casi sin descanso. La tarea tenía su faceta "deportiva". Las irradiaciones se llevaban a cabo en la planta baja de la sede de la CNEA y los laboratorios radioquímicos se encontraban en el primer piso, a unos cincuenta metros de distancia. Puesto que se trabajaba con isótopos de período corto, era muy importante reducir al mínimo el tiempo entre el fin de la irradiación y la separación y medición del radionucleido. Había que correr...!

Ver pasar radioquímicos corriendo con el recipiente de plomo que contenían los blancos irradiados, se convirtió en un hecho común en la CNEA. Abundan, como es de imaginar, las anécdotas al respecto. A esta carreras se debe, por ejemplo, la ubicación actual del busto del Gral. San Martín en el vestíbulo de la sede de la Institución. Hasta mediados de los años cincuenta el busto se encontraba en el centro del vestíbulo. Un día, uno de los "corredores" que venía a gran velocidad desde el sincrociclotrón con su recipiente de plomo utilizó la columna que sostiene al busto como eje de giro para enfrentar la escalera. Resultados: el busto de San Martín, la columna, el recipiente y el "corredor" fueron a parar al piso, afortunadamente sin mayores consecuencias. De ahí en más el monumento estuvo en uno de los rincones del vestíbulo, fuera del eventual recorrido de personas apuradas.

La revista *Zeitschrift für Naturforschung* publicaba en menos de tres meses el resultado de los trabajos, hecho muy importante en un tema tan competitivo como el de la búsqueda de nuevos radionucleidos. Posteriormente se utilizó también con frecuencia *Radiochimica Acta*, una revista nueva que publicaba los trabajos con celeridad y que se había impuesto en el ambiente especializado.

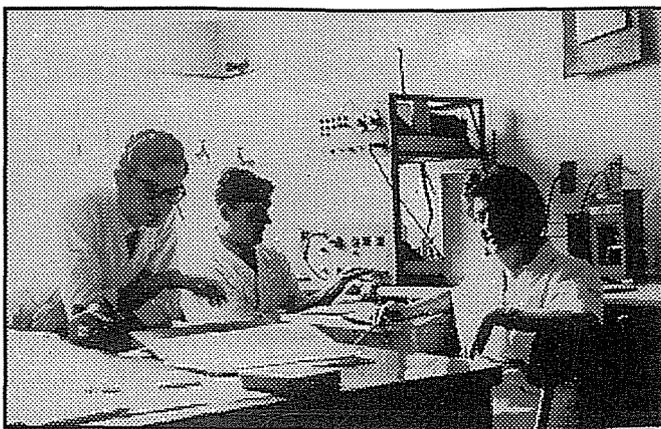


Figura 2. Uno de los laboratorios de mediciones de radiactividad en la CNEA, hacia 1956. De izquierda a derecha: R. Radicella, G. B. Baró y J. Rodríguez.

A principios de los años sesenta la situación fue cambiando. Con el avance de la instrumentación nuclear, la búsqueda de nuevos radioisótopos empezó a llevarse a cabo por métodos instrumentales. Los procedimientos químicos para separar los isótopos radiactivos producidos en las reacciones nucleares, en muchos casos se hicieron innecesarios. Paulatinamente este campo de investigación fue pasando en todo el mundo al dominio casi exclusivo de los físicos. Lo mismo sucedió en nuestro país.

El equipo de radioquímica fue evolucionando y sirvió de base para algunas de las actividades importantes del desarrollo nuclear del país. Los sectores de producción y aplicaciones de radioisótopos y radiaciones, de radiofarmacia, de reprocesamiento de combustibles nucleares y de calibración de fuentes radioactivas entre otros, se formaron sobre la base de la experiencia de ese primer grupo original, atendiendo a los requerimientos tecnológicos que se iban presentando con el correr de los años. Hacia 1965 se habían ya redefinido las funciones del grupo y comenzaba una nueva etapa dedicada a la investigación aplicada y al desarrollo tecnológico.



Instituto
Balseiro

UNA OPORTUNIDAD PARA UNA FORMACIÓN SUPERIOR DE CALIDAD: EL INSTITUTO BALSEIRO.

El Instituto Balseiro es una institución de reconocido prestigio internacional en la formación de recursos humanos para la ciencia y la tecnología. La enseñanza permite el estrecho contacto entre profesores y alumnos y contribuye a desarrollar la capacidad de pensar independientemente y prepararse adecuadamente para el aprendizaje continuo.

Ofrece las carreras de Ingeniería Nuclear y Física, y se ingresa luego de cursar dos años de una carrera de ciencias o de ingeniería en cualquier universidad del país. Para cursar estas carreras hay becas disponibles de la Comisión Nacional de Energía Atómica.

Ingeniería Nuclear: Carrera de Ingeniería adecuada a los requerimientos de los rápidos cambios tecnológicos, brinda una fuerte formación básica en las ciencias de la ingeniería. Sus egresados se caracterizan por una gran capacidad de modelización de problemas complejos, un fuerte espíritu crítico y una actitud para el desarrollo tecnológico y el diseño. Se desempeñan con éxito en diversos campos de la ingeniería, tanto en el área nuclear, particularmente en estos en los que Argentina encara importantes proyectos de exportación de tecnología nuclear, como en importantes empresas consultoras de ingeniería, de desarrollo de software, de la industria del petróleo, de servicios, etc..

Física: Una carrera con más de cuarenta años de experiencia, donde la formación se realiza al lado de profesores-investigadores de reconocido prestigio, utilizando los laboratorios más modernos del país en el campo de la física experimental. Los temas de trabajo en que los estudiantes pueden especializarse cubren un amplio espectro de la física de los materiales, la física de superficies, de neutrones y reactores y de las colisiones atómicas, además de la física teórica. Sus egresados se destacan en los más prestigiosos centros de investigación nacionales y del extranjero.

Para ambas carreras la CNEA otorga becas que permiten una dedicación full-time al estudio.

En el área de Posgrado, el Instituto ofrece el Doctorado en Ciencias de la Ingeniería, el Doctorado en Física y la Carrera de Especialista en las Aplicaciones Tecnológicas de la Energía Nuclear (en convenio con la UBA). Estos posgrados han merecido los más altos niveles de acreditación por la CONEAU. Para ellos existen también becas de distintas instituciones.

Mayores informes en:
<http://www.institutobalseiro.cnea.gov.ar>



Instituto
Balseiro