



**DIRECCION DE  
RADIOISÓTOPOS  
Y RADIACIONES**

COMISION NACIONAL DE ENERGIA ATOMICA

REPUBLICA ARGENTINA

REPUBLICA ARGENTINA  
COMISION NACIONAL DE ENERGIA ATOMICA  
Dependiente de la Presidencia de la Nación  
DIRECCION DE RADIOISOTOPOS Y RADIACIONES

EL PROGRAMA DE RADIOISOTOPOS Y RADIACIONES  
CONTRIBUCION AL DESARROLLO TECNOLOGICO

REPUBLICA ARGENTINA  
COMISION NACIONAL DE ENERGIA ATOMICA  
PROGRAMA DE RADIOISOTOPOS Y RADIACIONES

" CONTRIBUCION AL DESARROLLO TECNOLOGICO "

actualizado a diciembre 1981

contenido:

- 1 Introducción
- 2 Objetivo
- 3 Operación
- 4 Producción de materiales radiactivos
- 5 Aplicaciones
- 6 Desarrollo
- 7 Transferencia de tecnología y asistencia técnica

Anexo I : Formación de recursos humanos de la Dirección de Radioisótopos y Radiaciones

Anexo II: Aspectos legales en el uso de radioisótopos y radiaciones

EL PROGRAMA DE RADIOISOTOPOS Y RADIACIONES  
CONTRIBUCION AL DESARROLLO TECNOLOGICO

RESUMEN

El Programa de Radioisótopos y Radiaciones de la CNEA, es operado por la Dirección homónima. La misma dispone en el Centro Atómico de Ezeiza de instalaciones y equipos adecuados para el desarrollo de las aplicaciones industriales, agropecuarias y servicio de apoyo. Cuenta con una planta industrial para servicios de irradiación y una planta para la producción de materiales radiactivos. Las actividades en aplicaciones médicas y físicas para radioterapia se desarrollan en instituciones hospitalarias, a través de acuerdos o convenios bilaterales.

El Programa tiene por finalidad desarrollar las aplicaciones de los radioisótopos y sus fuentes de radiación, en el campo médico, agropecuario, industrial y de otras ramas de la ingeniería.

Después de más de veinte años de la iniciación de estas actividades, el número de autorizaciones de uso de material radiactivo en el País, supera las 13.200. Paralelamente, a través de este Programa, la CNEA elabora los principales materiales radiactivos utilizados como fuentes dispersas, cubriendo una gran parte de la demanda nacional.

Su objetivo, desarrollar para transferir, ha sido logrado en muchas de sus actividades. Por otra parte, le ha permitido colaborar con otros países, participando de un fructífero clima de ayuda recíproca para beneficio de sus integrantes.

Sus próximas etapas son alcanzar la satisfacción del aprovisionamiento de fuentes selladas, y perfeccionar la metodología y el instrumental utilizado, en la concreción del siempre creciente espectro de las aplicaciones.

## 1. INTRODUCCION

1.1 La Comisión Nacional de Energía Atómica (CNEA), desarrolla desde hace más de veinte años, actividades en el ámbito de las aplicaciones de radioisótopos y sus radiaciones, y en la producción de materiales radiactivos para tal finalidad.

1.2 La asimilación por la medicina, la industria y el agro, de los desarrollos efectuados, benefician a la salud y la producción del país en su conjunto, al introducir métodos de elevado nivel tecnológico. Por tal característica, su importancia debe medirse desde el plano nacional, y no, como podría ocurrir, ser analizada solamente como objetivo intrínseco de CNEA.

1.3 Este programa está encuadrado dentro del marco legal brindado por el Decreto 842 del año 1958. Este decreto si bien se refiere fundamentalmente a aspectos de índole radiosanitaria, incluye normas que legislan sobre la capacitación y experiencia requerida para utilizar radioisótopos y sus radiaciones ionizantes.

1.4 A fin de satisfacer estos requerimientos, la CNEA se ha preocupado permanentemente en brindar cursos de formación y perfeccionamiento, involucrando en su realización a organismos o instituciones afines con el tema desarrollado, cuando la especialidad de la materia lo justifica.

## 2. OBJETIVO

2.1 El objetivo de este Programa es lograr una satisfactoria capacidad de respuesta para los interesados en las aplicaciones de radioisótopos y radiaciones, que posibilite una creciente transferencia de la tecnología desarrollada hacia sectores de la salud y la producción. Esta meta es alcanzada, además, con la satisfacción de bienes de consumo (radioisótopos o fuentes radiactivas) producidas en las instalaciones de la CNEA.

2.2 Algunas aplicaciones, por sus características especiales, no son adecuadas para ser tomadas a cargo de la actividad privada; en estos casos la CNEA mantiene servicios especializados, que son utilizados por terceros, generalmente sobre bases de tipo comercial.

## 3. OPERACION

3.1 El programa es operado por la Dirección de Radioisótopos y Radiaciones de la CNEA, la que a tal efecto dispone en el Centro Atómico Ezeiza, de 5.200 m<sup>2</sup> de laboratorios adecuadamente equipados para el desarrollo de aplicaciones industriales, agropecuarias y servicios de apoyo; una planta de producción de radioisótopos de 2.830 m<sup>2</sup>; una planta industrial para servicios de irradiación de 900 m<sup>2</sup>, y laboratorios para metrología absoluta.

3.2 Las actividades en aplicaciones médicas, medicina nuclear y física para radioterapia, se llevan a cabo en instituciones hospitalarias, a través de acuerdos o convenios bilaterales.

3.3 El programa es operado por 300 personas, las que incluyen 190 profesionales y técnicos especializados en el tema. La dotación se complementa con 25 becarios profesionales o de nivel universitario, que se capacitan en radioquímica y otras disciplinas, los que eventualmente se incorporan a los cuadros permanentes de la organización.

#### 4. SUBPROGRAMA DE PRODUCCION DE MATERIALES RADIATIVOS

La disponibilidad de materiales radiactivos es uno de los factores fundamentales para promover las aplicaciones de los mismos y obtener los beneficios derivados de su uso en campos tan importantes como la salud, la industria, las ciencias agropecuarias y otras disciplinas modernas.

En este sentido, la CNEA desde sus comienzos encaró la producción de radioisótopos de período corto con el primer reactor argentino, el RA-1, teniendo como base en ese momento un grupo de radioquímicos que contaba con varios años de experiencia en investigación de radioisótopos obtenidos con el sincrociclotrón de Buenos Aires.

La rápida expansión del uso de radioisótopos en medicina y otras ciencias incrementó la demanda de material radiactivo, de manera que junto con la construcción del reactor RA-3 de 5 MW, instalado en el Centro Atómico Ezeiza, se comenzó también la construcción de una planta de producción de radioisótopos adyacente al reactor y que inició sus operaciones en el año 1971.

Actualmente, la producción local de materiales radiactivos cubre la demanda de los principales productos, importándose aquellos de uso muy especial o poco frecuente cuya elaboración rutinaria no estaría económicamente justificada, o aquellos cuya producción local se encuentra aún en etapa de desarrollo.

En esta área, la Institución además de responder a los requerimientos comerciales de producción rutinaria y especial, dispone de facilidades para efectuar la transferencia de tecnología al ámbito privado.

##### 4.1 Producción de radioisótopos

4.1.1 Esta actividad está constituida por la Planta de Producción de radioisótopos, los laboratorios de producción de radiofármacos y productos especiales, y los laboratorios de control de calidad de los productos elaborados.

4.1.2 La Planta de Producción de Radioisótopos, ha sido diseñada y construida por la CNEA. Está constituida por un conjunto de celdas estancas o de presión controlada, ordenadas alrededor de un corredor caliente, por donde se reciben los materiales radiactivos para procesar. Estas instalaciones, posibilitan la producción rutinaria de radioisótopos primarios con la cual se cubre parte de la demanda de los principales productos que se utilizan en medicina, industria, agricultura, biología y otras ciencias.

Los radioisótopos producidos, tales como el I-131, Tc-99m, Hg-197, Au-198, P-32 y otros radionucleidos de uso frecuente, son preparados como compuestos simples principalmente para uso en medicina. Dentro de estas actividades, se destacan las líneas de producción de generadores de Tc-99m e In-113m.

La producción de generadores de Tc-99, de 300 mCi ha alcanzado durante el año 1981 unas 550 unidades. Se ha iniciado también la puesta en el mercado local de un nuevo generador de Tc-99m de alta actividad, el cual podrá reemplazar la importación de este tipo de dispositivo que actualmente se importa en cantidades apreciables debido a la instalación en el país de un número considerable de cámaras gamma para uso médico, que utilizan frecuentemente este producto.

4.1.3 Los laboratorios de producción de radiofármacos y productos especiales, están montados conforme con las especificaciones de radio-farmacia, en lo referente al equipamiento e instalaciones. Este grupo en particular, desarrolla su actividad en contacto con centros hospitalarios, a fin de proveer los productos con las especificaciones particularmente requeridas en cada caso.

Se elaboran actualmente más de 20 tipos de juegos de reactivos, que se distribuyen entre los usuarios, alcanzando una producción anual de unos 6000 juegos o "kits" para la marcación con In-113m y Tc-99m utilizados como agentes de diagnóstico de diversas enfermedades.

Las hormonas marcadas con I-125 están en producción desde hace aproximadamente 13 años, experiencia que ha conducido a las técnicas altamente depuradas hoy en uso para evitar el daño a la molécula y para que éstas resulten útiles en una amplia gama de aplicaciones.

Por otra parte, se producen juegos de reactivos para RIA, los que son severamente controlados, incluyendo conválidas clínicas en instituciones que colaboran con la CNEA en el tema.

4.1.4 Los laboratorios de control de calidad son los que certifican la aptitud de los productos elaborados y autorizan su comercialización. El sector efectúa controles biológicos, químicos y nucleares, conforme con las normas establecidas internacionalmente.

## 4.2 Producción de fuentes selladas

4.2.1 Se cuenta con una instalación para la fabricación de fuentes selladas de radiación, principalmente Co-60, que ha sido diseñada y construida en el país, con componentes de la industria argentina, excepto el visor de plomo y los telemanipuladores.

Esta instalación ha sido diseñada para operar en tandas ("batches") de hasta 50 000 Ci y está destinada a la producción de fuentes para radioterapia y para aplicación industrial. La irradiación de cobalto, en forma de "pellets" o de cilindros metálicos está previsto realizarla en el reactor de Embalse. Actualmente esta celda, está operando utilizando Co-60, importado en forma de "pellets".

## 4.3 Servicio de ingeniería para instalaciones de producción de materiales radiactivos

4.3.1 La demanda creciente del mercado interno y externo llevó en su momento a la CNEA a considerar la necesidad de construir una Planta de Producción de Radioisótopos que permitiera satisfacerla, y a la vez ampliara el campo de acción de los profesionales argentinos en las distintas ramas de la ciencia. El punto de partida se centró en la capacitación de personal que debía alcanzar un nivel de conocimiento y experiencia que permitiera efectuar el diseño de la Planta; el resultado de estos esfuerzos se manifiesta hoy en el plantel de profesionales y técnicos con capacidad de respuesta para el diseño integral de instalaciones para manipular y elaborar materiales radiactivos en condiciones y requerimientos de calidad muy estrictos.

4.3.2 El grado de capacidad alcanzado se manifiesta en el diseño, construcción, puesta en operación y mantenimiento de los recintos para manipulación de material radiactivo, cuyas campanas radioquímicas, de ventilación compensada o flujo laminar, cajas de guantes estancas, recintos estancos blindados tipo  $\alpha, \beta, \gamma$  ó  $\beta-\gamma$ , y los recintos blindados con ventilación controlada para manipuleo de fuentes selladas de alta actividad, constituyen el núcleo para la producción de radioisótopos a nivel de calidad que las aplicaciones médicas y la investigación requieren.

En este proceso tuvo máxima participación una capacidad industria local a través de la transferencia de la tecnología realizada por los grupos de desarrollo de la Dirección de Radioisótopos y Radiaciones, destinada a incentivar a los empresarios argentinos en la construcción y fabricación de componentes, tales como blindajes de plomo y concreto, pinzas para manipular material radiactivo, válvulas, cajas de guantes, etc. y la construcción de instalaciones especializadas de diseño desarrollado por la CNEA.

El grupo de Ingeniería de Instalaciones acompaña con su infraestructura el desarrollo de las actividades de los laboratorios y de la planta de producción, teniendo a su cargo además,



la construcción con fines comerciales, de dispositivos y equipos destinados a la manipulación de radioisótopos, para los centros usuarios de estos materiales. Asimismo presta su colaboración a otros sectores de la CNEA, sobre diseño de recintos con ventilación controlada para trabajar con materiales radiactivos.

Por otra parte, el sector participa en los programas de asistencia técnica hacia otros países, destacándose en la actualidad el diseño y construcción de la Planta de Producción de Radioisótopos para el Proyecto del Centro Atómico del Perú.

4.4 Prácticamente desde su creación la CNEA ha actuado como abastecedora de radioisótopos en la República Argentina. En un principio importaba la mayor parte de material radiactivo de los centros extranjeros, y se ocupaba de su comercialización y distribución. Más tarde, cuando comenzó a funcionar el reactor RA-3 en el Centro Atómico Ezeiza y se contó con laboratorios adecuados, este material radiactivo se produjo en el país, con exclusión de las fuentes selladas de alta actividad y de algunos otros productos especiales.

4.4.1 La distribución y comercialización de estos productos está aún en gran medida, a cargo de la CNEA, la cual provee al usuario el material radiactivo solicitado, sea éste de producción nacional o importado.

Para que el usuario pueda recibir material radiactivo, debe estar autorizado por la legislación vigente en nuestro país.

La existencia en la actualidad de un mercado interno firme y de demanda sostenida, ha llevado a orientar la promoción en el uso de materiales radiactivos hacia una tarea de mayor profundidad y especificidad. Esta tarea, llevada a cabo por personal de Comercialización conjuntamente con los sectores de Producción y Aplicación, tiende a mantener una estrecha relación con los usuarios, asegurando fluidez en la información y eventualmente asesorándolos sobre la mejor utilización del producto, a fin de lograr un servicio de mayor confiabilidad. Este accionar se complementa con visitas a usuarios de distintas partes del país, con el objeto de analizar aspectos técnicos de la prestación del servicio.

4.4.2 La operación del servicio de Comercialización de material radiactivo requiere contar con personal idóneo y especializado, a fin de garantizar una eficiente tarea y evacuar frecuentes consultas de sus clientes, que por ser profesionales son muy exigentes en cuanto a la respuesta que esperan.

La División Comercialización es el centro receptor de pedidos. La entrega del producto solicitado, cuando es de producción local, está ordenado por un plan de entrega anual, que se confecciona al iniciar el año y se envía a todos los usuarios.

En dicho plan figuran todos los productos disponibles y las fechas de entrega prevista, de manera tal que el usuario pueda programar con amplio margen de tiempo sus actividades.

Cuando se trata, como en la mayoría de los casos, de disponer de material radiactivo para aplicaciones médicas, este plan permite al facultativo citar a sus pacientes y aprovechar el material en condiciones óptimas.

El plan anual de entrega de material radiactivo rara vez es modificado, salvo razones de fuerza mayor y previa información por anticipado a todos sus clientes.

Los productos elaborados por la CNEA se distribuyen de acuerdo a normas internacionales en cuanto se refiere a su embalaje, etiquetado y transporte. La distribución en el área del Gran Buenos Aires se efectúa mediante una flota de vehículos preparados para tal fin; los envíos de material radiactivo al interior del país o a países de área latinoamericana son despachados por vía aérea.

Actualmente el número de envíos anuales supera la cifra de 15.000. En el país existen alrededor de 700 clientes entre instituciones privadas y oficiales.

Un programa, procesado por el Centro de Cómputos que la CNEA posee en el Centro Atómico de Constituyentes y con terminales en las distintas dependencias, permite la operatividad de todo el proceso con la fluidez y seguridad que el mismo requiere.

La experiencia recogida a través de casi 20 años en la organización de un servicio de comercialización de material radiactivo, nos permite ofrecer el asesoramiento para colaborar con otros países en los cuales esta actividad está iniciándose. Es evidente que una planificación de estas tareas contribuye al logro de la promoción de las aplicaciones de radioisótopos y radiaciones aprovechando al máximo los beneficios derivados de ellas.

## 5. SUBPROGRAMA DE APLICACIONES

El programa de aplicación de radioisótopos y fuentes de radiación se ha visto favorecido en los últimos años, en razón de las tareas emprendidas conjuntamente con autoridades de otras organizaciones públicas. En tal sentido, las actividades vinculadas a medicina nuclear y a radioterapia, han sido normalizadas a través de disposiciones conjuntas del Ministerio de Salud Pública y Medio Ambiente y la CNEA, lo que permite asegurar al paciente un grado de calidad en su atención compatible con un actualizado nivel de la metodología y del instrumental disponible.

La participación en el Consejo Federal de Salud ha posibilitado el apoyo de CNEA al desarrollo de centros regionales de medicina nuclear y de radioterapia, que adecuadamente distribuidos en todo el país, satisfacen la atención médica en dichas especialidades para la población de la región, constituyéndose además, en centros de capacitación y docencia.

Paralelamente, una amplia tarea se desarrolla en asistencia técnica, donde el apoyo ha brindado a varias instituciones en forma de subsidios para la realización de estudios que por sus características puedan originar nuevas aplicaciones de radioisótopos y radiaciones, ha favorecido durante el año 1981 a 26 programas de trabajo.

## 5.1 Aplicaciones Biológicas

5.1.1 Esta actividad está constituida por el sector de medicina nuclear, bioquímica nuclear y aplicaciones agropecuarias.

5.1.2 El sector de medicina nuclear está estrechamente vinculado a la actividad médica especializada de diversos centros asistenciales, y en particular, la Gerencia de Aplicaciones opera el Centro de Medicina Nuclear del Hospital Escuela General San Martín, en forma conjunta con la Facultad de Medicina de Buenos Aires.

5.1.2.1 La tarea sustantiva del sector es desarrollar nuevas técnicas de aplicación de radioisótopos en medicina, perfeccionar la metodología existente, contribuir al establecimiento de especificaciones para el uso de radioisótopos destinados al diagnóstico y tratamiento, y participar en el perfeccionamiento de usuarios, contribuyendo en esta materia en la labor que realiza el Consejo Asesor en Aplicación de Radioisótopos.

5.1.2.2 El Centro de Medicina Nuclear del Hospital de Clínicas "General José de San Martín" ocupa una superficie aproximada de 2.000 m<sup>2</sup> y cuenta con 2 cámaras Gamma, 3 centelleógrafos lineales, además de equipos de laboratorio, lo que permite una labor integral, participando en el desarrollo de nuevos radiofármacos y realizando la prueba hospitalaria de los mismos. Asimismo, el Centro actúa de entidad normalizadora de algunos productos o equipos que son producidos por la Gerencia de Fabricaciones.

El Centro, juntamente con el Servicio de Radiología del Hospital, integra el Departamento de Imágenes al que se prevee sumar en corto plazo un Servicio de Tomografía Computada y otro de Ecografía.

5.1.3 El sector de bioquímica nuclear colabora con los de medicina y de agropecuaria, mediante el desarrollo de estudios bioquímicos y fisiológicos utilizando técnicas radioisotópicas. Su tarea permite complementar aspectos experimentales realizados "a campo".

5.1.4 El sector de aplicaciones agropecuarias dispone de instalaciones de laboratorio, invernadero y de campo, que le permite desarrollar, y en algunos casos prestar servicios, en técnicas radioisotópicas destinadas a la producción, fertilidad y sanidad en problemas agrícolas y pecuarios.

5.1.4.1 Las aplicaciones agronómicas están fundamentalmente encuadradas en los estudios relacionados con el ciclo del fósforo y nitrógeno en suelos de distintas regiones del país. Asimismo, se encararon trabajos vinculados con la influencia y la disminución de malezas en cultivos de leguminosas. Dentro de este último encuadre se desarrollaron metodologías para detección de herbicidas marcados. Merecen también mencionarse los estudios orientados a la determinación del tenor de humedad en los suelos de distintas regiones del país.

5.1.4.2 Aspectos vinculados con producción y sanidad animal son desarrollados con técnicas radioisotópicas, destacándose entre ellas los estudios tendientes a determinar por radioinmunoensayo, los niveles de hormonas esteroides en relación con el período de anestro post-parto en vacunos o los estudios orientados a la búsqueda de vacunas para ciertas enfermedades como la brucelosis.

## 5.2 Aplicaciones Tecnológicas

5.2.1 Está destinado a la promoción y desarrollo de técnicas radioisotópicas aplicadas a la industria, hidrología, geología y minería, mediante la participación de los sectores de ingeniería, y los servicios de análisis por activación y de metrología de radioisótopos.

5.2.2 El sector de ingeniería dispone de laboratorios y gabinetes donde se desarrollan equipos de detección para su instalación en plantas industriales, o se ponen a punto técnicas radioisotópicas para el diagnóstico de procesos.

5.2.2.1 Este sector ha desarrollado prototipos que fueron transferidos a la industria para su construcción y duplicación, a fin de satisfacer la demanda local. En el caso de medidores de espesor para líneas de laminación o papel, estos equipos fueron exportados al área regional.

5.2.2.2 El sector mantiene servicios de campaña a pedido de otros organismos del Estado, en particular sobre recursos hídricos y petróleo.

5.2.3 Los servicios de análisis por activación, destinados a geología, industria, medicina y geoquímica, permiten disponer de una técnica moderna, de muy alta sensibilidad para resolver problemas especiales de análisis.

5.2.3.1 Algunas de las actividades desarrolladas por el sec-

tor de Aplicaciones Tecnológicas, vinculadas al estudio de los recursos hídricos o geología se ven complementadas con las tareas del Instituto de Geocronología y Geología Isotópica (INGEIS), con el cual se mantienen acuerdos de cooperación técnica y científica.

5.2.4 El servicio de Metrología Radioisotópica de reciente formación, está destinado al desarrollo y servicio de calibración absoluta de fuentes radiactivas, y a la optimización de la metrología de medición.

### 5.3 Fuentes Intensas de Radiación

5.3.1 Esta actividad está destinada al desarrollo de técnicas de aplicación de radiaciones al área de la producción.

5.3.2 El Laboratorio de Procesos analiza y ensaya la posibilidad del empleo de dosis altas de radiación para la conservación de alimentos, esterilización de fármacos y productos biomédicos, y obtención de mejoras en productos orgánicos; suman más de doscientas las industrias que han solicitado la colaboración de este sector para resolver problemas de producción.

5.3.2.1 Este sector participa en la realización de los códigos de procedimiento para la aplicación industrial de los procesos desarrollados, y colabora con organismos nacionales, en la normalización técnica (Farmacopea, IRAM).

5.3.3 La Planta de Irradiación del CAE, fue diseñada y construida por este sector, para una capacidad de 1.000.000 Ci de Cobalto 60, alcanzando en la actualidad a 700.000 Ci. Esta planta en operación continua, efectúa servicios de irradiación a 60 empresas, en su mayoría en radioesterilización.

5.3.3.1 El Irradiador Móvil (IMO), unidad de 17 toneladas montada en un laboratorio móvil, es un equipo destinado al trabajo de campaña. Sus tareas se han vinculado en general con el control de plagas agrícolas, y en el desarrollo de radiopreservación de alimentos.

5.3.3.2 Un conjunto de instalaciones adecuadas para el movimiento de contenedores pesados, celda caliente, pileta de transferencia, permiten al sector brindar apoyo a los usuarios de fuentes de radiación y al programa de producción de fuentes selladas, señalado en 4.2.

### 5.4 Dosimetría de Radiaciones

5.4.1 Esta actividad está vinculada al desarrollo, prestación de servicios y capacitación de personal, en la dosimetría de radiaciones ionizantes y en la física aplicada a radioterapia.

5.4.2 El Centro Regional de Referencia para Dosimetría es

operado por este sector en el CAE. Establecido en el año 1969 por convenio entre OMS y CNEA, con apoyo de OIEA, efectúa servicios de calibración absoluta e instrumental destinado a dosimetría para radioterapia y para protección radiológica. Ha iniciado en 1977, las intercomparaciones para calibración absoluta en el rango de alta dosis, para su aplicación en la industria. Este Centro Regional efectúa servicios y asistencia técnica al área regional, y pertenece a la red internacional de centros de referencia.

5.4.3 Las actividades vinculadas a la dosimetría física para radioterapia, se desarrollan en centros hospitalarios. En particular en el Hospital Municipal de Oncología (Parque Centenario) mantiene un grupo de física especializado en dosimetría clínica, destinado al desarrollo y entrenamiento en calibración de equipos de radioterapia y planificación de tratamientos.

5.4.4 El sector, desde el año 1964 dicta el curso de Dosimetría en Radioterapia, para especialistas físicos y médicos. Este curso permite cumplir con los requisitos previstos por las normas emergentes del Decreto 842/58 y de la Ley 17.557, para el uso de radioisótopos y/o radiaciones en radioterapia.

## 5.5 Capacitación

5.5.1 Este sector está destinado a proveer la capacitación necesaria en metodología y uso de radioisótopos, para su aplicación en diversos campos de la salud, la producción y la investigación.

5.5.2 Desde el año 1958 está encargado del dictado del curso de Metodología y Aplicación de Radioisótopos, que al igual que el citado en 5.4.4, es requisito imprescindible para ser autorizado en el uso de material radiactivo.

5.5.3 La tarea de formación de recursos humanos ha sido en gran medida la responsable del gran desarrollo y divulgación alcanzado en todo el país por el Programa de radioisótopos y radiaciones.

## 6. DESARROLLO

6.1 El desarrollo alcanzado por el Programa puede medirse en parte, por el número de autorizaciones de uso de radioisótopos y fuentes de radiación, que la Autoridad de la CNEA ha emitido, las que superan las 13.200 licencias.

6.2 La mayor difusión se registra en las aplicaciones en medicina nuclear y en algunas industriales, donde una primera etapa de desarrollo y difusión se considera ya cumplida. En estos casos, resulta imprescindible encarar una nueva etapa.

6.3 La optimización de la metodología, la precisa calibración del instrumental utilizado, la adecuada elección del radionu

cleido y su forma de utilización, el empleo de códigos o normas de procedimientos, son algunos aspectos que ya comienzan a considerarse fundamentalmente como nueva etapa de desarrollo.

6.4 En tal sentido, las crecientes restricciones en el orden radiosanitario se suman a las naturales de la evolución de la tecnología señalada, complementándose en la definición de los objetivos buscados.

6.5 Resulta conveniente volver a señalar, que el desarrollo alcanzado es producto de una coordinación lograda en todo el país, teniendo como base una legislación que le ha servido de sustento desde su inicio.

6.6 La República Argentina puede considerarse uno de los pocos países donde las actividades desarrolladas en las aplicaciones del área de la salud y en aspectos de normalización radioradiológica, han sido llevados en un clima de colaboración entre las autoridades de Salud Pública y la CNEA. No obstante, debe aún incrementarse la interacción entre ambos, en particular en lo atinente al aprovechamiento de la experiencia acumulada, que puede volcarse en la materialización de servicio de interés sanitario, y en la formación de recursos humanos.

6.7 Asimismo, la CNEA integra la Comisión Nacional de Metrología, aportando su contribución con la metrología absoluta de fuentes de radiación y radioisótopos desarrollados.

## 7. TRANSFERENCIA DE TECNOLOGIA Y ASISTENCIA TECNICA

7.1 Como se ha señalado, la transferencia de la tecnología desarrollada en sus laboratorios, es el objetivo prioritario del Programa.

7.2 El mecanismo de transferencia es sustancialmente distinto, para las diferentes actividades analizadas.

7.3 En el ámbito de medicina nuclear, una gran actividad médico-asistencia privada, favoreció sensiblemente la transferencia del conocimiento. En este caso, la permanente atención de la capacitación de profesionales, fue la relevante colaboración prestada por la CNEA.

7.4 En el ámbito de las aplicaciones tecnológicas, la transferencia al sector industrial se ha visto permanentemente sometida a las variaciones más o menos cíclicas del desarrollo industrial del país. En tal sentido, en los períodos de estabilidad y crecimiento sostenido, se logró una mayor predisposición de la industria a la incorporación de nuevas tecnologías.

7.5 La transferencia en las aplicaciones agropecuarias, está destinada fundamentalmente a enriquecer la metodología utilizada por los organismos especializados, como el INTA. En consecuencia el objetivo buscado se logra en la medida en que aquella

se asimila en tales organismos, ya que la transferencia directa al usuario o productor privado, sería factible solamente en contados casos.

7.6 Las aplicaciones industriales de las fuentes intensas de radiación, por tratarse de procesos sin antecedentes, requieren de un período de evaluación técnico comercial, antes de ser adoptadas por la industria. La Planta de Irradiación del CAE, brinda al industrial la posibilidad de analizar la recepción del producto en plaza, y efectuar los necesarios estudios de preinversión, antes de proceder a la construcción de sus propias instalaciones.

7.6.1 La CNEA ha ofrecido en tal sentido, su asistencia técnica para la construcción de instalaciones de radioesterilización y de una planta para tratamiento de papas, utilizando la tecnología desarrollada en sus laboratorios.

7.7 En la física destinada a la dosimetría para radioterapia, fue de fundamental importancia la formulación de requisitos legales que reglamentan la participación del asesor físico en la planificación de tratamientos. Como consecuencia de la vigencia de las Normas para Operación de Unidades de Terapia Radiante, hacia 1985 todos los servicios hospitalarios, y hacia 1988 los privados, integrarán el equipo de trabajo en cada servicio. En este caso, la participación de CNEA comprende la formación de recursos humanos y la prestación de servicios de calibración y normalización.

8. En lo concerniente a Asistencia Técnica a otros países, el Programa colabora en el entrenamiento de personal a través de becas bilaterales o de organizaciones internacionales; la participación de especialistas, también a través de acuerdos bilaterales o enviados por dichas organizaciones; la provisión de bienes de consumo (radioisótopos) o de equipamiento y la provisión de servicios especializados.

8.1 Como ejemplo de lo indicado cabe señalar la participación del Programa en la construcción del Centro Atómico para la Comisión Peruana de energía Nuclear, donde es responsable del diseño y construcción de la Planta de Producción de Radioisótopos.

8.2 Además del citado, la CNEA ha prestado su colaboración en este campo a todos los países de América Latina, e incluye a otro fuera de la región, a través de asistencia técnica y servicios.



## ANEXO I

### FORMACION DE RECURSOS HUMANOS DE LA DIRECCION DE RADIOISOTOPOS Y RADIACIONES.

#### INTRODUCCION

Desde las primeras aplicaciones de radioisótopos realizadas por Hevesy hace más de 40 años, los profesionales e investigadores han sentido cada vez más la necesidad de familiarizarse con los conocimientos del átomo y de la radiactividad.

En ese entonces estos conocimientos estaban más al alcance del físico o químico, quienes fueron los primeros en aplicar radioisótopos a diversos problemas de la ciencia y la industria. No obstante, tanto unos como otros se sentían más inclinados hacia la investigación propiamente dicha de la física y la química nuclear.

El desarrollo de reactores nucleares, puso a disposición de casi todo el mundo a los radioisótopos y sus numerosos compuestos, de manera que pudieran ser usados por los investigadores y los técnicos de otras disciplinas, tales como la biología, agricultura, hidrología e industria.

Comenzó así una gran demanda de conocimientos nucleares, especialmente de aquellos profesionales cuya actividad se iba a ver profundamente beneficiada con el uso de los radioisótopos y las radiaciones ionizantes. Este es el caso de la medicina, biología, agricultura e industria. Esta demanda se vio intensificada debido a que en casi todos los países, los organismos pertinentes comenzaron a exigir del usuario cierto entrenamiento antes de suministrar la autorización para emplear materiales radiactivos.

Estas medidas están ampliamente justificadas a fin de evitar los riesgos del uso inadecuado de los radioisótopos y las radiaciones.

Lo específico del tema hizo que en muchos países las comisiones de Energía Nuclear desarrollaran métodos propios para la formación de especialistas, llegando hasta crear institutos educacionales ad-hoc. Como ejemplo de ello tenemos el Instituto de Estudios Nucleares de Oak Ridge y el INSTN en Francia.

La CNEA, desde sus comienzos en el año 1951, se ha preocupado por la formación de profesionales y técnicos, especialmente en el campo de reactores nucleares, radioquímica, prospección y explotación de minerales de uranio y torio, tecnología de materiales

nucleares y la investigación básica relacionada con la energía atómica.

Esta capacitación de su personal, la CNEA la ha llevado a cabo por muy diversos medios. En un principio se contó con la contratación o la visita de expertos que fueron formando algunos núcleos de trabajo. Una alternativa fue el envío de becarios a distintos centros de investigación de Europa o USA.

El otro método de importancia ha sido la organización de cursos en alguna de las especialidades mencionadas.

También está en vigencia un sistema de becas internas de perfeccionamiento en la investigación y tecnología nuclear.

En este trabajo nos referiremos a la capacitación de personal en el área de los radioisótopos y radiaciones.

### Desarrollo de la actividad

La Dirección de Radioisótopos y Radiaciones, presta especial énfasis a la formación de recursos humanos, no solamente para la prosecución de su propio programa sino fundamentalmente con el objeto de capacitar a los futuros usuarios en las diversas aplicaciones puestas en práctica en todo el país.

El sistema empleado se basa en la organización y dictado de varios cursos de entrenamiento, para proseguir luego con un período de adiestramiento intensivo ya sea en los laboratorios de la CNEA o en Centros especializados que mantienen convenios de colaboración con la misma. Este adiestramiento se cumple, a veces, a través de un programa de becas internas de perfeccionamiento.

### Cursos de entrenamiento

Actualmente la Dirección de Radioisótopos y Radiaciones dicta en forma regular los siguientes cursos de entrenamiento:

- 1) Curso de Metodología y Aplicación de Radioisótopos.
- 2) Curso de Especialistas en Medicina Nuclear de Post-grado.
- 3) Curso de Aplicación de Radioisótopos en Ingeniería e Industria.
- 4) Cursos Especiales.
- 5) Curso de Técnicos en Medicina Nuclear.
- 6) Curso Básico de Radioisótopos para técnicos.
- 7) Curso de Dosimetría en Radioterapia.
- 8) Curso de Metodología para Producción de Radioisótopos.

El Curso de Metodología y Aplicación de Radioisótopos es un curso básico de carácter general, fundamentalmente orientado hacia la medicina y bioquímica, aunque ocasionalmente participan en él ingenieros y químicos. Desde los primeros tiempos que se realizó este curso, la filosofía que se ha seguido en materia de enseñanza ha sido la de poder ofrecer a los participantes, en un

tiempo relativamente corto, cierto volumen de conocimientos básicos imprescindible sobre la materia y un entrenamiento adecuado en lo que se refiera a la medición de las radiaciones nucleares y empleo de los radioisótopos. Por esta razón el curso tiene un carácter intensivo y los participantes deben realizarlo a tiempo completo.

Se ha tenido especial cuidado al elaborar el programa de trabajo que este curso tenga un carácter eminentemente práctico, y que los alumnos tengan la oportunidad de poder conocer y manejar personalmente el instrumental utilizado en la medición de las radiaciones nucleares. Es así que el laboratorio del curso cuenta hoy en día con un gran número de equipos que incluyen desde la cámara de ionización hasta un centellógrafo, un contador de centelleo líquido multicanales y varios equipos auxiliares conjuntamente con escalímetros, espectrómetros, monitores de radiación, operados en laboratorios e instalaciones adecuadas.

El Curso tiene una duración de 8 semanas y se dicta de 2 a 3 veces por año. A los alumnos que aprueben el examen de capacitación final se les otorga un diploma.

El Curso de Especialistas en Medicina Nuclear, de reciente creación, se desarrolla conjuntamente con la Facultad de Medicina de la Universidad de Buenos Aires, a través de un convenio especial. Tiene una duración de dos años; el primer ciclo se dedica prácticamente a la Metodología Radioisotópica, con un Programa de tareas muy similar al Curso de Metodología y Aplicación de Radioisótopos orientado fundamentalmente a la parte médica. Este primer ciclo se realiza en la CNEA, mientras que el segundo comprende la Práctica de la Medicina Nuclear, que se desarrolla en el Centro de Medicina Nuclear de la Facultad de Medicina de Buenos Aires. Los alumnos que han cursado y aprobado los dos ciclos completos reciben un diploma que los acredita como Médicos especialistas en Medicina Nuclear.

El Curso de Aplicación de Radioisótopos en la Ingeniería e Industria está especialmente destinado a ingenieros y técnicos provenientes en su mayoría de empresas privadas. Su duración es de un mes, y se dicta de acuerdo a las necesidades del mercado.

Los cursos especiales se refieren o bien al adiestramiento en técnicas especiales (trazadores, radioinmunoanálisis, análisis por activación, gammagrafía, etc.) o al uso de radioisótopos en determinados campos de la ingeniería y la industria (hidrología, prospección de recursos minerales, petróleo, etc.) y se programan de acuerdo a la demanda de potenciales interesados o la necesidad de promover una aplicación o técnica particular.

El Curso de Técnicos en Medicina Nuclear, también de reciente creación, ha surgido como una creciente necesidad de contar con este valioso auxiliar de la Medicina Nuclear actual. Se trata de un Curso eminentemente práctico, cuya primera parte está dedicada exclusivamente a la Metodología Radioisotópica. Esta se realiza inte-

gramente en la CNEA. Tiene una duración de dos meses y los participantes desarrollan sus tareas a tiempo completo. El programa de este Primer Ciclo se ha estructurado sobre las materias de los Cursos de Metodología y Aplicación de Radioisótopos. Sumariamente comprenden de los conocimientos de física nuclear, radioquímica y radiofísica sanitaria, conjuntamente con prácticas de laboratorio y manejo de instrumental adecuado.

El Segundo Ciclo tiene una duración de 7 meses y comprende el dictado de tres materias: Anatomía y Fisiología; Instrumentación y Práctica de las Aplicaciones en Medicina Nuclear. El horario del Segundo Ciclo comprende media jornada de labor (aproximadamente 6 horas diarias).

El Curso de Dosimetría en Radioterapia se dicta desde el año 1964, con una frecuencia de dos veces por año. Está especialmente destinado a médicos radioterapeutas, aunque participan en él, físicos, ingenieros y otros profesionales egresados de ciencias exactas. Los temas principales, se refieren a aspectos básicos de la física nuclear, radiactividad, dosimetría de fuentes, planificación de tratamientos en teleterapia y braquiterapia, calibración de equipos de teleterapia y protección radiológica. Tiene una duración de 100 horas teóricas y prácticas.

Como vamos a ver más adelante, la reglamentación vigente requiere la aprobación de este Curso para cumplimentar una de las condiciones que se exige a los médicos interesados en obtener la autorización para operar equipos de rayos X y fuentes radiactivas selladas empleadas en radioterapia.

#### Becas de perfeccionamiento y entrenamiento de personal

La Dirección de Radioisótopos y Radiaciones, interesada en la formación de su propio personal ha otorgado este año 24 becas internas de perfeccionamiento, 10 de ellas dentro de un Programa especial, destinado a la formación de radioquímicos a nivel profesional. Este programa se inicia con un Curso intensivo de Metodología y Aplicación de Radioisótopos, con algunas clases sobre temas de la especialidad. Aprobado este Curso los becarios desarrollan en los laboratorios de la Dirección un trabajo de radioquímica bajo la dirección de expertos en cada tema. Dichos trabajos tienen una duración aproximada de 18 meses.

Otros becarios internos, después de realizar algunos de los cursos mencionados, son destinados a distintos grupos de trabajo, hasta su incorporación como personal permanente.

Por otra parte la Dirección está dedicada en la formación de personal, que más tarde utilizará materiales radiactivos o fuentes de radiación en su actividad fuera del ámbito de la CNEA.

En estos casos el futuro usuario de radioisótopos o radiacio-

nes comienza realizando alguno de los Cursos mencionados anteriormente. Si se trata de profesionales médicos deberá aprobar el Curso de Metodología y Aplicación de Radioisótopos, si su especialidad se relaciona con el diagnóstico de enfermedades o la investigación clínica. En cambio, si su especialidad está relacionada con el tratamiento de pacientes por radiación tendrá que aprobar el Curso de Radiodosimetría en Radioterapia. Este último Curso también le sirve como primer requisito al físico o ingeniero para ser reconocido oficialmente como "Especialista en Física de Radioterapia" debiendo posteriormente cumplir con un programa específico de entrenamiento físico y biológico.

Aprobado alguno de estos cursos el aspirante deberá realizar una práctica clínica hospitalaria generalmente, en Centros que mantienen convenios de colaboración con la CNEA.

Muchos de estos becarios provienen de Centros del interior del país y un número sustancial de ellos de países latinoamericanos.

El número de usuarios de material radiactivo y de fuentes de radiación supera las 1.500 personas, lo que representa el otorgamiento de 13.200 permisos.

Como podemos apreciar, la formación de recursos humanos en el área de radioisótopos y radiaciones es una tarea de gran importancia, si se quiere que estos sean sabiamente aplicados a la ciencia y tecnología y que su uso no entrañe riesgo para terceros ni para las personas que trabajen con ellos. Su aplicación inteligente puede brindar, en cambio, enormes beneficios.

Es evidente también que los cursos y tareas mencionadas, han contribuido substancialmente a la expansión y adelanto de las aplicaciones.

Los factores que la han hecho posible son múltiples y variables pero de un ligero análisis de la situación surge que el factor fundamental para la rápida introducción de la ciencia y tecnología nuclear en la vida productora del país, es contar con un plantel numeroso de profesionales que cubra un amplio rango de especialidades. Parece imprescindible que este plantel se forme con métodos propios adaptados a las necesidades y posibilidades de cada país.

## ANEXO II

### ASPECTOS LEGALES EN EL USO DE RADIOISOTOPOS Y RADIACIONES

#### LEGISLACION EN NUESTRO PAIS

Todas las actividades relacionadas con la aplicación de radioisótopos y radiaciones se realizan dentro de un marco legal emanado de diversas leyes y decretos dictados por el Gobierno.

Una de las primeras leyes dictadas en este sentido fue el Decreto Ley N° 22.498 del año 1956 que fija los objetivos de la Comisión Nacional de Energía Atómica, entre ellos el de fiscalizar las aplicaciones ya sea por razones de utilidad pública o para prevenir perjuicios que se pudieren causar.

Este Decreto Ley da lugar a la aprobación del Decreto N° 842/58, que pone en vigencia el Reglamento para uso de Radiosótopos y Radiaciones Ionizantes en la República Argentina. Este Reglamento se refiere al uso y aplicación de sustancias radiactivas y las radiaciones provenientes de las mismas o de reacciones y transformaciones nucleares en todas sus aplicaciones, abarca todo el país y a todas las personas residentes en su territorio. En el mismo se establece que para elaborar, producir, recibir, adquirir, proveer, usar, importar o utilizar materiales radiactivos en cualquier forma se deberá poseer un permiso otorgado por la Comisión Nacional de Energía Atómica.

De acuerdo con este Reglamento, los permisos que se otorgan son de dos categorías:

- a) Permisos generales, que se pueden referir a equipos o dispositivos que tienen incorporados sustancias radiactivas, y que se fabrican de acuerdo a especificaciones o se pueden referir también a sustancias radiactivas que la CNEA autoriza en dosis y con limitaciones fijadas.

Estos permisos generales, que tienen carácter permanente, no autorizan al poseedor del mismo a modificar o incrementar la actividad de cada muestra, por ningún medio, ni a administrar a seres humanos radioisótopos externa o internamente, ni a efectuar ninguna aplicación o uso de los que requieren los permisos específicos

- b) Permisos específicos, se refieren a alguna aplicación en especial, como podría ser cualquiera de las aplicaciones médicas de los radioisótopos. Para otorgar cualquiera de estos permisos se debe satisfacer cierto número de condiciones generales

y particulares explicitadas. También se establece (en este Reglamento) la creación y función del Consejo Asesor en Aplicaciones de Radioisótopos para el estudio de los permisos solicitados. Este consejo está integrado por cinco miembros, uno de los cuales es representante del Ministerio de Salud Pública y otro de la Universidad de Buenos Aires, y los tres restantes de la CNEA.

En el Reglamento, contenido en el Decreto 842/58, se fijan las condiciones particulares para el otorgamiento de los permisos específicos del empleo de radioisótopos en medicina, en investigación y en industria.

En general, se deberá poseer un permiso institucional, referente a las instalaciones y equipos y un permiso individual, relacionado con la idoneidad de la persona responsable de la aplicación.

Este Decreto, ha suministrado el instrumento legal que ha permitido a nuestro país gozar de los beneficios de las aplicaciones de los radioisótopos y radiaciones ionizantes dentro de las condiciones necesarias para proteger la salud y los bienes de la población.

La aplicación de radioisótopos en seres humanos, ha sido una preocupación especial del Consejo Asesor desde los primeros momentos de su creación, debido a la significación que reviste su uso en la salud de los individuos, de manera que se consideró necesario establecer los requisitos que debían ser satisfechos por los solicitantes de permisos de uso de radioisótopos en la investigación clínica, el diagnóstico y la terapéutica médica. Hasta tanto se establecieron las Normas correspondientes, se adoptaron por iniciativa del Consejo Asesor las "Recomendaciones y requisitos para el empleo de radioisótopos en Medicina" basados en su similar de la Comisión de Energía Atómica de los Estados Unidos, con adaptaciones a las condiciones locales de nuestro país. En el año 1968, la CNEA, aprobó las "Normas para el uso de Radioisótopos en Medicina" (Resolución N°115/68), vigentes hasta el año 1976, en la cual se modificaron con el objeto de adecuarlas a las necesidades actuales.

En resumen, estas Normas establecen que el empleo de radioisótopos en seres humanos, deberá ser hecho por un profesional médico, matriculado en territorio nacional. El mismo deberá poseer formación y experiencia en el uso de radioisótopos en Medicina. Es decir, los requisitos prevén la aprobación de un Curso teórico-Práctico, sobre Metodología y Aplicación de Radioisótopos, para el uso en investigación clínica y diagnóstico y un Curso sobre "Dosimetría en Radioterapia", para terapéutica médica.

Además de estos Cursos, el postulante deberá cumplimentar un cierto tiempo de práctica hospitalaria que varía según la aplicación para la cual se solicita el permiso.

Los permisos a "Entidades" o el permiso institucional más arriba mencionado, son en realidad una habilitación de instalaciones y equipos, que deberán satisfacer las condiciones de seguridad radiológica y adaptados al uso propuesto según las normas que se dicten para cada caso en especial.

### RAYOS X

Las normas relativas a la instalación y funcionamiento de equipos generadores de rayos X, están contenidas en la Ley N°17.557/67, ya que el Decreto 842/58 no contemplaba el control de los equipos de este tipo. Esta ley delega en la autoridad de Salud Pública Nacional la fiscalización y control de los equipos de rayos X.

La ley se encuentra a su vez reglamentada por el Decreto N° 6320/68 y la Resolución ministerial N°2680/68.

En esta reglamentación se establecen cuatro categorías para obtener autorización de uso de radiación X; la primer categoría se otorga a especialistas médicos que utilizan equipos destinados al tratamiento en seres humanos. El postulante deberá haber realizado un "Curso completo de radiofísica sanitaria y radiodosimetría" y cumplimentar la práctica hospitalaria correspondiente.

La segunda categoría se refiere a responsables de equipos destinados al radiodiagnóstico clínico, los cuales deberán ser médicos y haber aprobado un "Curso básico de radiofísica sanitaria"; en la tercera categoría la autorización se otorga a médicos que utilizan el equipo de rayos X como un complemento al ejercicio de su actividad profesional; deberán acreditar experiencia en el tema y haber aprobado un "Curso elemental de seguridad radiológica".

La cuarta categoría de permiso para uso de la radiación está destinado a profesionales que utilizan la misma en el radiodiagnóstico dental. Pueden ser médicos u odontólogos y deben tener aprobado un "Curso elemental de seguridad radiológica."

Para los casos no contemplados en estas cuatro categorías, el solicitante deberá como mínimo haber aprobado el curso elemental de seguridad radiológica.

Los cursos mencionados deberán ser dictados o autorizados por la autoridad de Salud Pública Nacional.

La Resolución N°2680/68, establece las "Normas Básicas de Seguridad Radiosanitaria", que deberán ser observadas en la instalación y uso de todo equipo generador de rayos X.

Las mismas tienen por objetivo asegurar la protección radiosanitaria del personal afectado a la utilización de estos equipos y de los miembros de la población que incidentalmente pudieren resultar afectados.



La Ley N°17.557, y su reglamentación excluye de la competencia de la CNEA a los equipos específicamente destinados a la generación de rayos X, con la excepción dada por el artículo N°14 del Decreto N°6320/68 para las máquinas aceleradoras de partículas.

Por lo tanto el uso y habilitación de estas máquinas es competencia de la CNEA y de la autoridad de Salud Pública.

La aplicación de la radiación, ya provenga ésta de máquinas aceleradoras o de fuentes selladas de radiación, para el tratamiento de enfermedades en seres humanos, está contemplada en las "Normas para el uso de Radioisótopos en Medicina" (Resolución N°1790/76) mencionada anteriormente.

Para obtener el permiso como responsable del uso de equipos de telegammaterapia y de las máquinas aceleradoras de partículas (aceleradores lineales, betatrones, generadores de radiación de alta energía), el titular del permiso debe ser un médico especializado en radioterapia, o en su defecto haberse desempeñado en forma continua durante tres años en un servicio oficial de esta especialidad.

Es evidente que una inteligente utilización de los radioisótopos y de la radiación ionizante en el campo de las ciencias relacionadas con la salud, requiere la participación de otros profesionales y técnicos además de los médicos. En este sentido y a través de una activa cooperación entre la CNEA y los organismos de Salud Pública del país se está implementando una integración multidisciplinaria para la formación de recursos humanos en esta clase de aplicación.

Así, en el campo de la Radioterapia, la CNEA ha establecido las "Normas para autorización de Asesores Físicos en los servicios de Radioterapia". Los "Especialistas en Física de Radioterapia", deberán cumplir también una serie de requisitos para actuar como tales, en primer lugar poseer título universitario nacional (Doctor o Licenciado en Física, Ingeniero o Título equivalente en carreras completas de ciencias exactas o afines con la radioterapia) y haber aprobado un Curso completo sobre la especialidad.

Las mismas Normas establecen requisitos para actuar como "Técnico en Física de la Radioterapia".

En el campo de la Medicina Nuclear, se han dictado las "Normas provisionarias para el uso de extractores de Tc-99m por solventes químicos para su aplicación en seres humanos". El responsable del manejo de estos equipos, como asimismo del control de calidad del producto obtenido, debe ser un profesional químico, ingeniero químico, bioquímico o farmacéutico. En las mismas normas se establecen las condiciones que deberán reunir las instala

ciones y los equipos de medición necesarios para las especificaciones de calidad fijadas.

Los usos de material radiactivo y radiaciones que no impliquen la aplicación en seres humanos, también están contempladas en la reglamentación vigente en nuestro país; así están por ejemplo, en las "Normas para el uso de Material Radiactivo en Medicina", se establecen también los requisitos que deberán cumplimentar los usuarios de trazadores radiactivos "in vitro" y la aplicación de radioisótopos en la investigación animal.

El empleo de radioisótopos y de radiaciones en la industria e ingeniería está contemplada, como hemos mencionado anteriormente, en el Decreto Ley 842/58.

A su vez la CNEA tiene en vigencia las "Normas básicas de Seguridad Radiológica Nuclear" para aplicación en áreas de su jurisdicción.

En noviembre de 1980, se han promulgado las Normas para operación de Unidades de Terapia Radiante y de Medicina Nuclear, elaboradas en forma conjunta por la CNEA y Autoridad de Salud Pública de la Nación. Estas Normas están destinadas a asegurar un adecuado equipamiento y dotación de personal idóneo a las unidades clínicas tanto de terapia radiante como medicina nuclear, manteniendo además la capacidad operativa de las mismas en un nivel razonable de competencia.

En estas Normas ha participado un amplio sector profesional de ambas especialidades culminando así un proyecto de gran importancia para las actividades médicas relacionadas.

## CONCLUSIONES

Como vemos, a través de más de 20 años de actividad en la aplicación de radioisótopos y radiaciones en nuestro país, se cuenta hoy con una apreciable legislación al respecto, aún cuando falta todavía cierta tarea de optimización y perfeccionamiento normativo.

Toda aplicación de la actividad nuclear, en nuestro caso, de los radioisótopos y las radiaciones, debe entrañar un beneficio neto comparado con el riesgo que implique su empleo. Es decir su beneficio se debe justificar plenamente.

La cooperación entre los organismos de Salud Pública y los grupos en los cuales se desarrolla la tecnología es de singular importancia para obtener resultados deseables, y el disponer de una legislación clara y efectiva, permite el desarrollo de una tecnología moderna de avanzada, gozando del mayor beneficio, con el menor riesgo de los efectos perjudiciales que pudieran derivarse de ella.

# DIRECCION DE RADIOISOTOPOS Y RADIACIONES

## Cursos dictados - años 1958 / 1981

TIPO DE CURSO	CURSOS DICTADOS	Nº DE ALUMNOS
Metodología y aplicación de radioisótopos (en Bs. Aires.)	49	1030
Metodología y aplicación de radioisótopos (en el interior.)	14	320
Cursos internacionales de radioisótopos	2	40
Aplicación de radioisótopos en ingeniería e industria	6	107
Especialistas en medicina nuclear (post-grado)	2	45
Técnicas en medicina nuclear	2	44
Básico de radioisótopos(para técnicos C.N.E.A.)	4	89
Metodología para producción de radioisótopos	1	22
Dosimetría en radioterapia	21	306
Especialistas en física de radioterapia	3	6
Radioisótopos orientado al radioinmunoanálisis	2	40
TOTALES	106	2049

CURIOS

# CONSUMO Y PRODUCCION DE MATERIAL RADIOACTIVO EN LA REPUBLICA ARGENTINA

(EXCLUYENDO FUENTES SELLADAS)

2500

2000

1500

1000

500

▨ Producción local

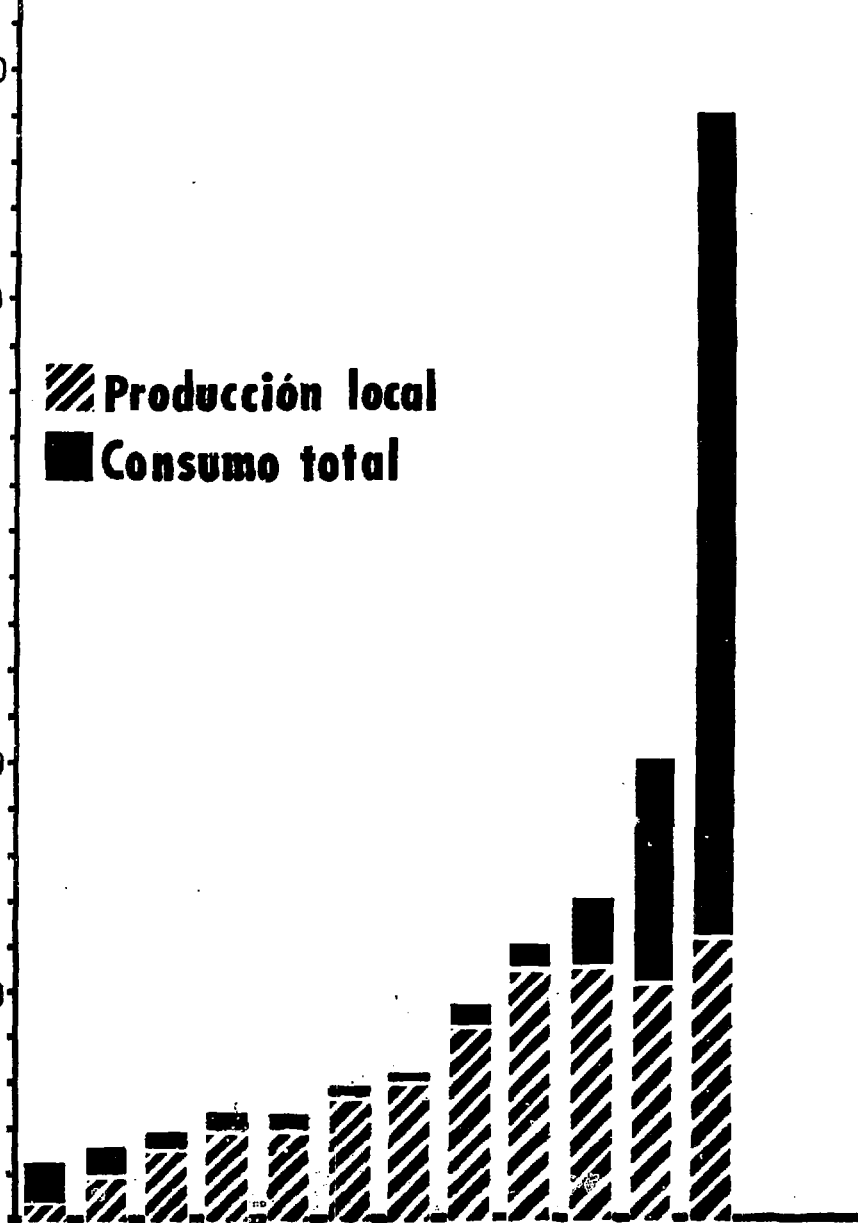
■ Consumo total

70

75

80

AÑOS



# RADIOESTERILIZACION DE PRODUCTOS MEDICOS

PLANTA DE IRRADIACION C.A.E.

FUENTE: 410.000 Ci Co-60

