

C. N. E. A. Biblioteca	
ARCHIVO PUBLICACIONES	
Nº 1	AÑO 1982

# FORMACIÓN DE RECURSOS HUMANOS EN LA COMISIÓN NACIONAL DE ENERGÍA ATÓMICA

por la Dra. Nelly A. de Libanati

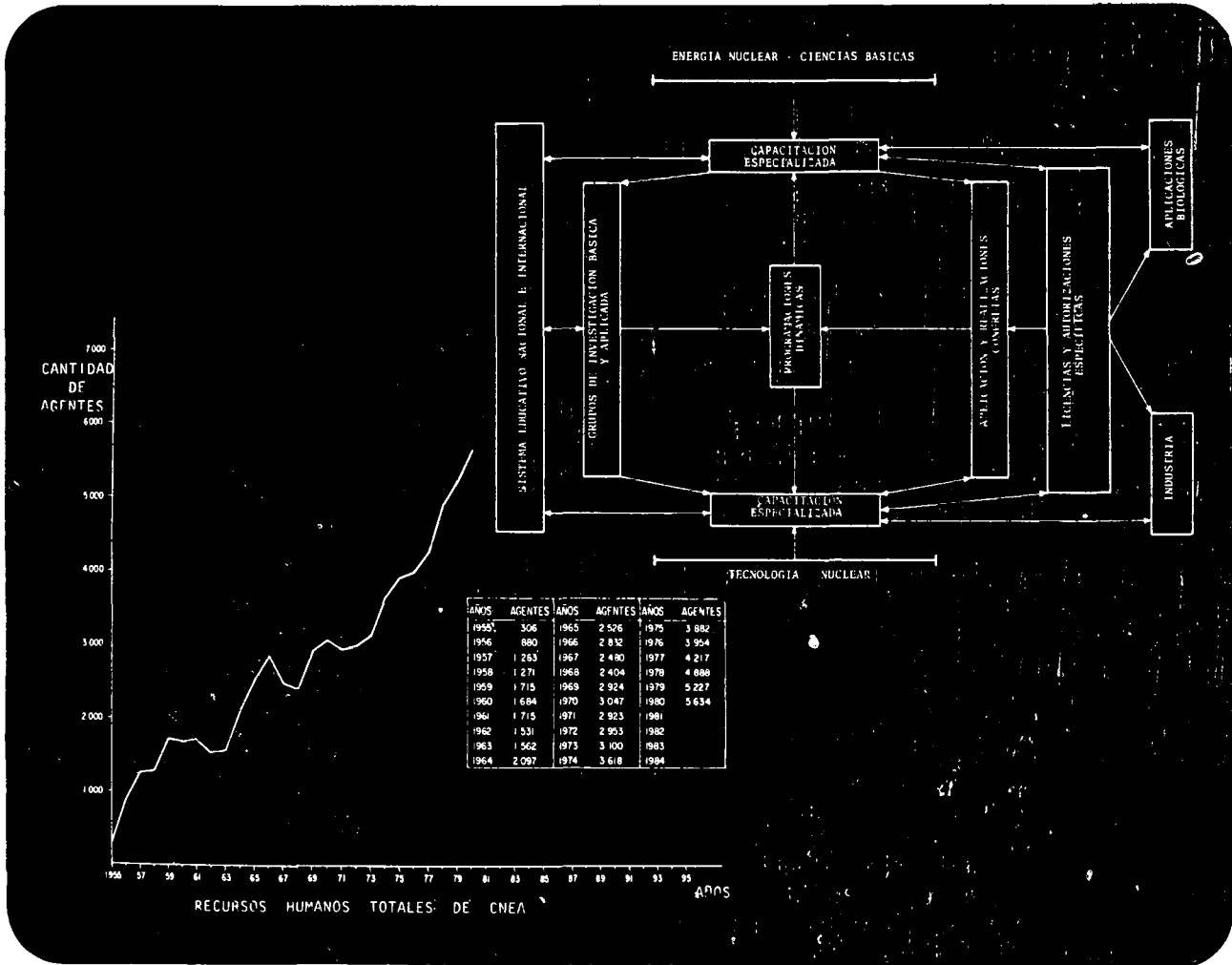
## INTRODUCCION

La Comisión Nacional de Energía Atómica (CNEA) se vio obligada desde sus comienzos a planificar cuidadosamente la calidad de la formación de los recursos humanos que requeriría el desarrollo de las actividades previstas en el decreto de su creación.

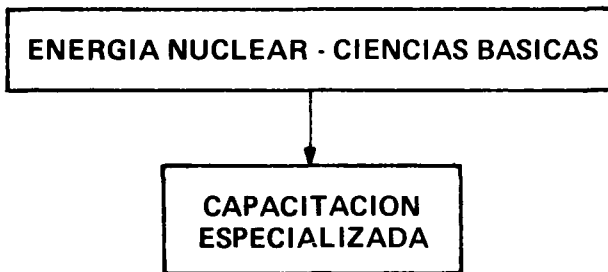
Para encarar el estudio de una ciencia y una tecnología nuevas debieron planificarse programas de capacitación especializada.

Su personal creció de 300 agentes en 1955 a 5600 en la actualidad, de estos 3500 son técnicos, 1900 con estudios universitarios y 1600 con estudios secundarios.

En este trabajo se desarrollará el esquema indicado en la fig. 2 que sintetiza cómo la capacitación especializada fue la base para formar esos recursos humanos, tanto los que desarrollaron los grupos de investigación básica y aplicada; como los que concretaron sus proyectos; que señala las interacciones establecidas con el sistema educativo nacional y las posibilidades que CNEA



brinda a participantes extranjeros, así como su manera de formar especialistas argentinos en el exterior; y que indica la influencia que tienen las exigencias de la Protección Radiológica y Seguridad Nuclear sobre los programas de capacitación propiamente dicho, sobre la industria nuclear y los usuarios de radiaciones y radioisótopos.



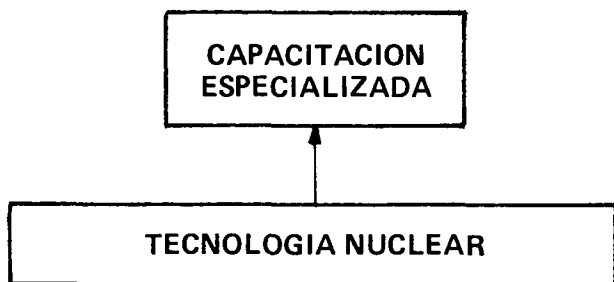
Desde el comienzo de CNEA se necesitaron físicos nucleares, ingenieros nucleares y radioquímicos, disciplinas "de punta" desconocidas en los planes de estudio de la época. Además, metalúrgicos, electrónicos, geólogos, eran tan fundamentales para el desarrollo nuclear que aunque algunas de esas especialidades figuraban en

los planes de las universidades del país, CNEA sintió la urgencia de realizar un esfuerzo específico en esos temas que le permitiese proyectar actividades de avanzada en el área nuclear y le asegurase una capacidad de diálogo con los países más desarrollados.

Estas exigencias hicieron que se definieran tempranamente ciertos rasgos que caracterizan a CNEA desde entonces, que se han tratado de conservar a lo largo de sus treinta años de actividad y que son:

1. Ingreso selectivo y cuidadoso de profesionales y técnicos, en su mayoría recién graduados.
2. Cursos programados y dictados por especialistas, investigadores o profesionales involucrados en trabajos afines con el tema a enseñar.
3. Capacitación incluyendo elevada proporción de trabajos prácticos y/o participación en proyectos y realizaciones concretas.
4. Consolidación de grupos de investigación o desarrollo para cuya evaluación se establecen patrones de nivel internacional.
5. Evaluación de la potencialidad de cada individuo. A pesar de la falta de un explícito planeamiento de carrera, en la práctica se establece un

seguimiento y adecuación de funciones y/o promoción de cada agente.



Cuando se comenzaron a abordar los problemas de tecnología nuclear, se intensificaron otras características suplementarias.

- 6. Programaciones dinámicas. Actualización permanente.
- 7. Interacción no sólo con el sistema educativo sino con la industria nacional.
- 8. Exigencia de cumplimiento de normas de garantía de calidad.

**APLICACION Y REALIZACIONES CONCRETAS**

Inmediatamente después de su regreso, a aquellos profesionales que demostraron aptitudes para encarar proyectos se les hizo la confianza de encomendarles la tarea de construir el 1er. reactor de investigación de la Argentina.

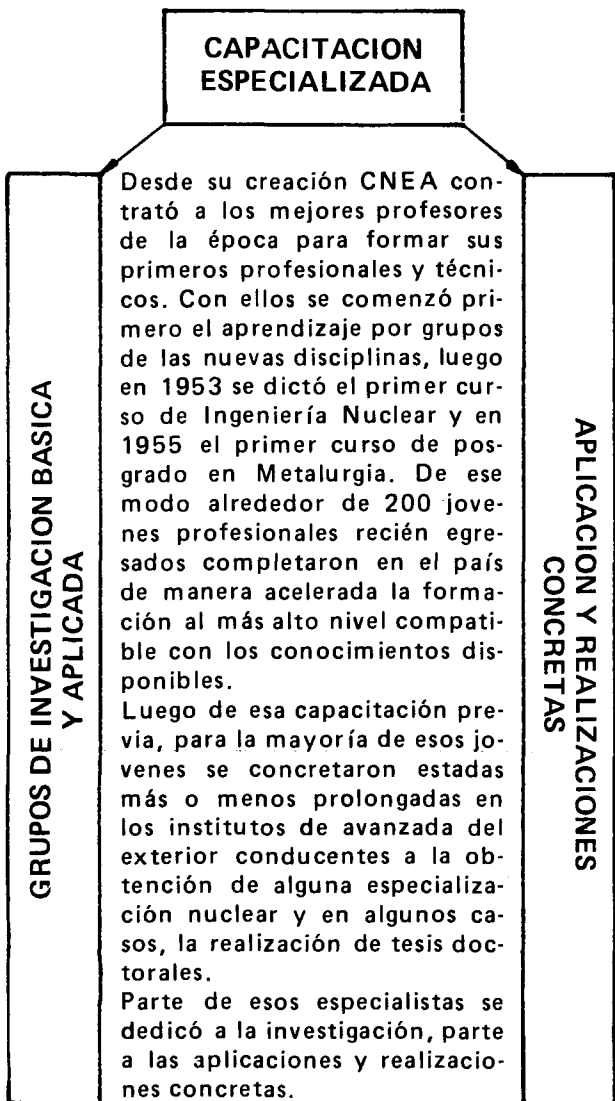
Este reactor fue el RA1, iniciado en 1957 y puesto a crítico en 1958, construido íntegramente en Argentina, incluyendo la fabricación de los elementos combustibles y la electrónica.

De aquí en más los proyectos, desarrollos y realizaciones en el área de reactores primero y centrales nucleares después se fueron escalando sin interrupciones, complementados con proyectos y construcción de plantas pilotos y de producción.

Entre éstas que llamamos realizaciones concretas pueden citarse como jalones importantes:

1. Construcción del RA1 (de 10 KW) ya citado (1957/58).
2. Modificaciones para elevar la potencia del RA1 de 10 KW en 150 KW (1960).
3. Construcción de la facilidad crítica RA2 (1962).
4. Estudio de factibilidad de una central nuclear 340 MWe (Premio Olivetti de Ingeniería 1966).
5. Construcción del RA3 de 10 MW finalizado en 1967.
6. Proyecto y construcción de una planta de irradiación industrial que opera desde 1970 y de una planta de producción de radioisótopos que opera desde 1971.
7. Operación de la Central Nuclear en Atucha con personal totalmente argentino desde junio de 1974.
8. Instalación de una planta piloto que fabrica elementos combustibles para la Central Nuclear en Atucha en 1978.
9. Instalación de una planta piloto de esponjas de circonio que opera desde 1978.
10. Asunción de la responsabilidad de subcontratista principal de construcción de la Central Nuclear en Embalse desde 1980.

El escalonamiento de estas tareas permitió que se fueran desarrollando los recursos humanos existentes ya que evaluada la potencialidad



de cada individuo se pudo concretar su preparación, adaptación, y reubicación según los nuevos proyectos.

Este desarrollo se complementó con una incorporación prácticamente continua de jóvenes egresados a través de los cursos internos.

### GRUPOS DE INVESTIGACION BASICA Y APLICADA

Los laboratorios del Centro Atómico Bariloche (CAB) estuvieron entre los primeros adecuadamente montados de CNEA y su ubicación geográfica ayudó a establecer un ambiente propicio al estudio y la investigación. CNEA aprovechó de esas circunstancias para consolidar una actividad de capacitación considerada básica: la formación de físicos con patrones de exigencia internacional. Para ello se creó el Instituto Balseiro por convenio con la Universidad de Cuyo y la carrera de Licenciatura en Física comenzó a dictarse en 1955. En 1958 se graduaron los doce primeros físicos y a la fecha el número de egresados es de 254, de los cuales 121 han obtenido un posterior doctorado, 105 mediante tesis presentadas ante la Universidad de Cuyo y 16 ante Universidades del exterior.

Los investigadores del Centro Atómico Bariloche, integrantes de los grupos básicos desde el comienzo y aplicados desde 1970, cubrieron las necesidades docentes de la Licenciatura y dirigieron las mencionadas tesis doctorales a la vez que realizaban investigaciones para atender a los planes de CNEA.

Paralelamente con la actividad del Centro Atómico Bariloche, se fueron instalando en Sede Central y los Centros Atómicos de Constituyentes y Ezeiza laboratorios de investigación básica y aplicada cubriendo una amplia gama de las ciencias físicas y naturales. Contaron con recursos técnicos, equipamiento y sobre todo con recursos humanos, que los convirtieron en centros de excelencia. Sus profesionales e investigadores fueron, como los del CAB, los docentes obligados de los Cursos que se fueron organizando según las necesidades más perentorias y continuas, como ser los Cursos Panamericanos de Metalurgia, los Cursos de Aplicación de Radioisótopos, los Cursos de Dosimetría y los de Protección Radiológica y Seguridad.

A estos cursos que adquirieron un régimen prácticamente anual, se agregan otros esporádicos según los requerimientos de incorporación de nuevo personal o de cambio de tareas del personal con experiencia.

De esta manera, CNEA mantiene, en el CAB formalmente, y en los grupos de investigación informalmente, un clima universitario: se estudia y se investiga, se cuida la formación y no sólo la información, se reciben expertos extranjeros, se organizan seminarios y reuniones técnicas en el país y se participa activamente de las realizadas en el extranjero.

Mientras los profesionales se van especializando, van siendo evaluados en lo relativo a sus aptitudes para encarar una tarea determinada y a sus actitudes frente a las condiciones en que deberán desarrollarlas dentro de CNEA.

Quienes ingresan en los grupos de investigación y desarrollo lo hacen aceptando conscientemente lo que puede llamarse la "cultura Institucional" o la "mística de la institución" y las exigencias, renunciamentos o ventajas que ello implica.

Quienes prefieren orientarse hacia tareas productivas (aplicaciones y realizaciones concretas) saben que adquieren otras responsabilidades, que las urgencias y prioridades de sus trabajos son diferentes. Consideramos importante recalcar que mediante este ingreso sistemático a través de cursos especializados cuando un profesional pasa a desarrollar tareas productivas ya cuenta con una sólida formación fundamental y tiene el hábito y la posibilidad de mantener una comunicación fluida con los grupos de investigación, con toda la riqueza creativa que esta relación puede engendrar.

### SISTEMA EDUCATIVO NACIONAL E INTERNACIONAL

El número creciente de técnicos universitarios y secundarios que los sistemas productivo y sanitario del país necesitan para las actividades que utilizan radiaciones y radioisótopos, y la aparición de una industria nuclear exigió el dictado de cursos especializados fuera de CNEA.

En efecto, además de los cursos ya descriptos en el Instituto Balseiro y de los cursos internos que se detallan más adelante, CNEA colabora con Organismos Internacionales, con las Universidades y el Consejo Nacional de Educación Técnica para organizar cursos, seminarios, conferencias y desarrollar actividades complementarias que aumenten el número de personal idóneo en el tema.

Así se ha llegado a que, mediante convenios, anualmente se dicten:

En la Facultad de Ingeniería de la Universidad de Buenos Aires (UBA) un curso de posgrado en

Ingeniería Nuclear y un curso de posgrado en Protección Radiológica y Seguridad, este último involucrando también a la Secretaría de Salud Pública.

— En la Facultad de Medicina de la UBA un curso de posgrado de Especialista en Medicina Nuclear.

— En la Facultad de Farmacia de la UBA y el laboratorio de Radiosótopos de la Universidad Nacional del Sur (UNS) un curso de posgrado en Metodología y Aplicación de Radioisótopos.

Cursos de metodología y aplicación de Radioisótopos son dictados, además, esporádicamente en universidades, institutos, laboratorios e industrias del interior del país (ver fig. 4).

Por convenio con la Secretaría de Estado de Salud Pública la Gerencia de Protección Radiológica y Seguridad de CNEA, dicta parte de los cursos que esta Secretaría organiza para médicos y odontólogos en diferentes regiones del país.

Además CNEA ha establecido un sistema de becas internas mediante el cual estudiantes avanzados de ingeniería o de las licenciaturas en ciencias físicas y naturales realizan sus trabajos especiales o de seminario en las instalaciones de CNEA y bajo la dirección de sus investigadores. Por convenio con diversas Universidades oficiales y privadas mediante el mismo sistema de becas se realizan tesis doctorales en ciencias y en ingeniería.

Hasta el momento el número de becarios en CNEA era función de las necesidades de incorporación de personal de CNEA. Se está estudiando la posibilidad de extender esta facilidad a un número mayor que el que se necesita incorporar a fin de que puedan obtener doctorales en el país profesionales que están previstos para trabajar en la universidad, institutos de investigación y la industria.

cional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET), del SIC, de la industria y de países latinoamericanos. Con relación a ello cabe mencionar que la CNEA está capacitando 155 profesionales y técnicos peruanos que tendrán a cargo la operación del Centro Nuclear de Investigaciones del Perú.

Por convenio con el Servicio Naval de Investigación y Desarrollo (SENID), CNEA otorga becas para realizar Doctorados en el extranjero, en las diversas especialidades de interés para el desarrollo del plan nuclear.

Estudios para especialización específica de corta duración también son realizados en el exterior según las necesidades de cada programa.

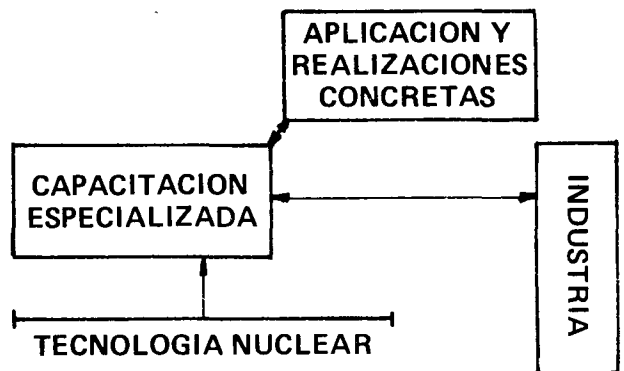
Con el patrocinio de Organismos Internacionales, como OIEA, OEA, UNESCO y otros se organizan cursos, seminarios y conferencias in-

ternacionales con fuerte participación de profesionales latinoamericanos.

En cuanto al ingreso de técnicos con estudios secundarios actualmente se otorgan becas a alumnos del último año de escuelas técnicas dentro de los llamados planes piloto.

Se está tratando un convenio con el Consejo Nacional de Educación Técnica (CONET) para ampliar esta colaboración mediante la aplicación del plan dual con vistas a formar técnicos en especialidades de interés para las actividades nucleares.

Dentro de la planificación de recursos humanos, estos períodos de beca son considerados también como período de preselección.



En este trabajo nos circunscribiremos a ver cómo la formación especializada que se vio obligada a encarar CNEA para acceder a la tecnología nuclear repercutió en la formación de recursos humanos para la industria nacional, tomando el caso de la metalurgia. Esto no excluye que de la misma o semejante manera se hayan interactuado sobre otras especialidades, como la electrónica, por ejemplo.

No trataremos tampoco otros aspectos no menos importantes de la relación CNEA-industria nacional.

Más arriba hemos dicho que CNEA organizó ya en 1953 el Primer Curso de Postgrado en Metalurgia. Los egresados de este curso constituyeron el germen que desarrolló las actividades, en Metalurgia propiamente dicha primero, y en Materiales actualmente.

Se partió del presupuesto de que para entender lo que se llamaba Metalurgia Nuclear era indispensable conocer la Metalurgia fundamental. Se consolidaron grupos de investigación y se dictaron entre 1962 y 1974 Cursos Panamericanos de Metalurgia, de los cuales egresaron 190 metalurgistas, 110 latinoamericanos y 80 argentinos, de éstos el 80% está actualmente trabajando fuera de CNEA, en la industria o en universidades o centros de investigación.

En 1969 el Departamento Metalurgia de CNEA calificado como centro de excelencia por la OEA, inició el Proyecto Multinacional de Metalurgia - CNEA - OEA. Dentro de ese proyecto se dictaron los últimos, antes mencionados, cursos Panamericanos en Argentina y se iniciaron en 1976 los Cursos Avanzados en Metalurgia. Estos fueron de tipo modular, encarados para dar formación completa a nivel de posgrado formación parcial de reciclado para profesionales de la actividad académica o de la industria. También se continuó con la realización de tesis de doctorado en física del sólido y en química y se iniciaron las tesis de doctorado en Ingeniería por convenio con las Universidades que adoptaron el nivel de doctorado.

En 1975 se iniciaron los Seminarios en el nivel Postdoctorado, éstos reúnen a expertos internacionales y especialistas latinoamericanos en un tema que cambia cada año, para tratar en orden a poner al día y en profundidad los conocimientos sobre dicho tema.

- Los temas tratados hasta el presente han sido:
- 1975 - Solidificación y Fundición.
- 1976 - Transformación de Fase y Tratamientos Térmicos.
- 1977 - Corrosión - 1978 - Aceros - 1979 - Deformación Plástica.
- 1980 - Soldadura - 1981 - END y Garantía de calidad.

El cuadro de la fig. 3, actualización del aparecido en la publicación PMM/1/287 de CNEA, ejemplifica la dinámica de la programación de cursos en el área de Materiales y Metalurgia y da idea de la influencia sobre la industria a través del número de participantes a los cursos de reciclado.

En 1981 se actualizó nuevamente la progra-

mación ya que a partir de esa fecha se inició el Proyecto Multinacional de Tecnología de Materiales y el curso anual trata de Metalurgia y Tecnología de Materiales.

Otra actividad de trascendencia para la formación de especialistas para la industria es la creación del Instituto de Ensayos No Destructivos (INEND) con apoyo del PNUD en 1972.

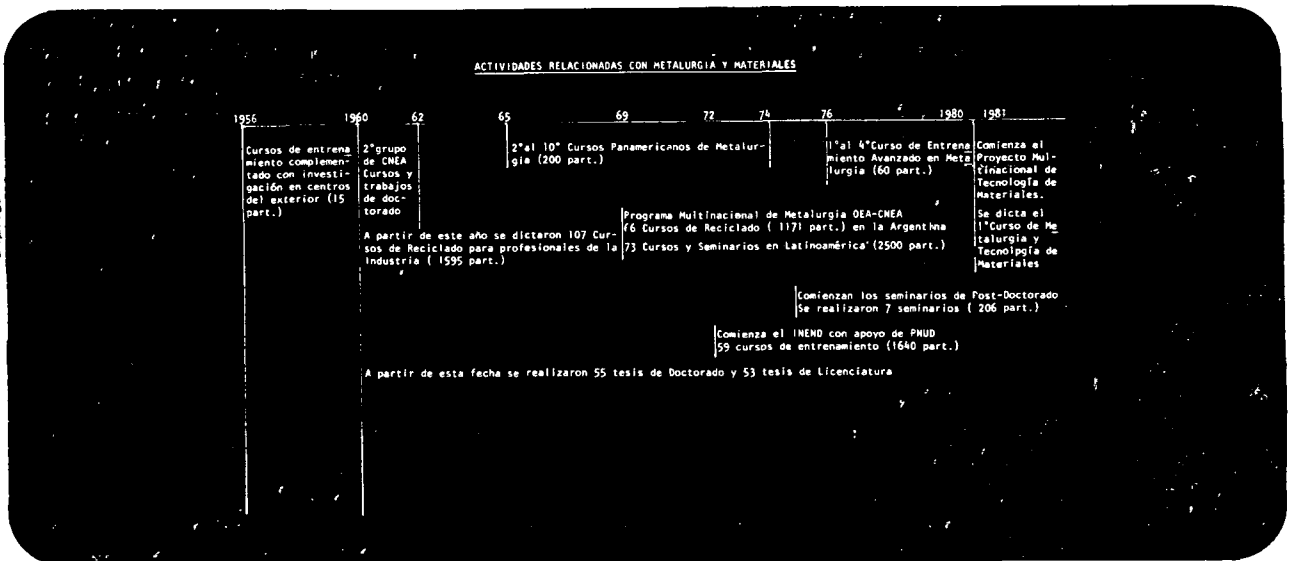
Este Instituto no sólo dicta cursos para profesionales, y técnicos de CNEA, sino también de la industria, lo hace en Buenos Aires y en el interior del país, en Universidades e Industrias y tiene la responsabilidad de otorgar las certificaciones correspondientes a los operadores de END indispensables para trabajos en montaje de instalaciones nucleares.

En efecto los requisitos de seguridad exigidos para las instalaciones nucleares crean a la industria requerimientos de garantía y control de calidad que obligan a optimizar una industria nuclear y una calidad nuclear.

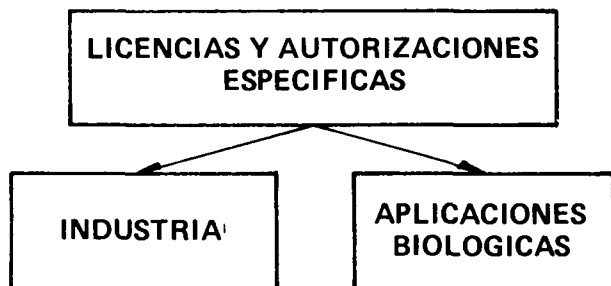
Para las instalaciones nucleares, la garantía y el control de calidad comienzan cuando se establecen los requerimientos de calidad para todos los ítems de ingeniería relacionados con la seguridad de la instalación, la selección de los materiales y la manufactura de equipos y materiales y finaliza con la obtención de seguridades de que el producto cumple con los requerimientos de calidad establecidos.

CNEA encaró la formación de sus especialistas en garantía y control de calidad mediante capacitación en el exterior y en el trabajo. Pero, de la interacción con la industria nuclear nació la necesidad de promover además la creación de cursos fuera de CNEA.

Se está elaborando, junto con representantes de la industria y con universidades nacionales y



privadas, la creación de un curso universitario intermedio para la formación de supervisores en control de calidad y un curso de posgrado universitario para ingenieros de garantía y control de calidad. Además se organizará un curso internacional dentro de la programación de la OIEA.



Estas exigencias de la industria nuclear nacen de una de las características peculiares de la Energía Nuclear como es la atención preferente que debe prestarse a la Protección Radiológica y Seguridad Nuclear.

El Decreto-Ley No. 22.448/56 estableció ya como un deber de CNEA: "Dictar los reglamentos necesarios para el contralor permanente de las actividades relacionadas con sustancias radiactivas."

Y las políticas que se especifican en el Decreto-Ley Nro. 3183 de 1977 en lo referente a este tema ordenan a CNEA:

"26 - Perfeccionar el sistema nacional de seguridad nuclear y protección radiológica, para la población en general y para el personal directamente afectado a tareas nucleares."

"27 - Regular el otorgamiento de licencias o autorizaciones para la utilización de radioisótopos y controlar su empleo, así como también la producción, almacenamiento, transporte y comercialización de combustibles nucleares, residuos y todos aquellos materiales que presenten riesgos para la salud de la población o perjudiquen al medio ambiente."

"28 - Hacer los estudios necesarios sobre medidas de seguridad y protección de la población para disminuir los efectos de un evento nuclear."

Los profesionales que deben llevar a cabo estas tareas necesitaron una formación especializada que se cristalizó en las programaciones de los actuales cursos. Esta especialización es igualmente indispensable para los usuarios de radiaciones nucleares. En efecto existe una estricta reglamentación que exige licencias y/o autorizaciones específicas para dichos casos. Para la obtención de las mismas, en general, uno de los requisitos es la aprobación del curso que corresponde y el cumplimiento de un período de entrenamiento en el trabajo.

TIPO DE CURSO	CURSOS DICTADOS	Nº DE ALUMNOS
Metodología y aplicación de radioisótopos (en Bs.As.).	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-grad)	2	45
Técnicos en medicina nuclear	2	44
Básico de radioisótopos (para técnicos CNEA)	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
<b>TOTALES</b>	<b>106</b>	<b>2049</b>

El cuadro de la fig. 4 muestra los cursos dictados por la Dirección de Radioisótopos y Radiaciones y el número de participantes, debe señalarse que, de ellos alrededor del 10% han sido latinoamericanos.

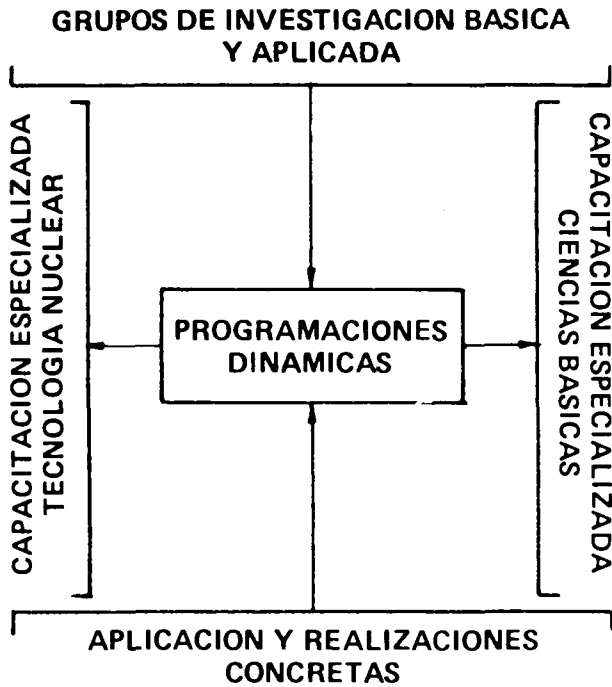
Este elevado número de participantes obedece a las exigencias del Reglamento para uso de Radioisótopos y Radiaciones ionizantes en la República Argentina. Este reglamento se refiere al uso y aplicación de sustancias radiactivas y las radiaciones provenientes de las mismas o de reacciones y transformaciones nucleares en todas sus aplicaciones y abarca a 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.

En 1958 la CNEA, aprobó las "Normas para el uso de Radioisótopos en Medicina", que fueron sucesivamente actualizadas en los años 1968 y 1976.

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-prác-

tico, 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, como se señaló más arriba, un cierto tiempo de práctica hospitalaria que varía según la aplicación para la cual se solicita el permiso.



Con esta indicación en el centro de nuestro diagrama, queremos explicitar que CNEA actualizó permanentemente los programas de los cursos dictados para la capacitación y desarrollo de los recursos humanos.

Lo hizo en función de las actividades que fue desarrollando y de las necesidades que de las mismas se dedujeron.

Una prueba clara de esta afirmación es la fig. 3 relativa a la formación de metalurgistas.

Lo es también la programación de cursos de iniciación a Centrales Nucleares, dictados en el centro de capacitación vecina a la Central Nuclear en Atucha, a través de los cuales se formó, con programaciones de posgrado profesionales y técnicos necesarios para la operación de la Central.

Esta programación, desde 1974 se dicta anualmente, fue adecuándose para formar al personal requerido para las diversas etapas de la Central Nuclear en Embalse.

Se completó con el dictado del Módulo 12 sobre Centrales de Agua Pesada. Cursos de Madrid: "Cursos sobre planificación, desarrollo y construcción de centrales nucleares (1978)" y "Cur-

so de Tecnología Nuclear (1976-77)."

Y el curso dictado por CIEN: "Curso Latinoamericano de Ingeniería Nuclear orientado a la capacitación básica para la implementación de programas nucleoelectrónicos (1978)."

Otro ejemplo es la incorporación de la Carrera de Ingeniería Nuclear en el Instituto Balseiro al decidirse el plan nuclear que prevé la construcción de cuatro centrales nucleares más.

El último cambio notorio introducido en la programación es la complementación de las programaciones técnicas con programas de desarrollo gerencial. En efecto, los programas actuales de la carrera de Ingeniería, salvo algunas excepciones, como la de Ingeniería Industrial, no incluyen tales temas y para salvar esa carencia, desde 1981 los programas técnicos se complementan, con la colaboración del Instituto para el Desarrollo de Empresarios en la Argentina (IDEA), con un Curso para Jóvenes Profesionales que desarrolle las habilidades y de las herramientas para planificar, administrar y controlar recursos humanos, técnicos, económicos y financieros.

## CONCLUSION

Este análisis indica que CNEA ha podido integrar un plantel de 3500 profesionales y técnicos capacitados para las tareas de complejidad creciente que encaró a lo largo de sus treinta años de vida, gracias a una continua preocupación por:

- capacitar adecuadamente al personal ingresante;
- mantener grupos de investigación básica y aplicada que constituyen el basamento de la labor docente para la formación de profesionales creativos;
- completar todos sus cursos teóricos con algún tipo de entrenamiento en el trabajo, lo que permite evaluar la potencialidad y planificar las carreras de cada individuo en función de las necesidades reales de la institución;
- interactuar con el sistema educativo nacional;
- utilizar las facilidades de capacitación en el exterior para mantener al día a sus profesionales;
- colaborar con los organismos internacionales para desarrollar en el país actividades de capacitación abiertas a participantes extranjeros;
- interactuar con los sistemas productivo y sanitario del país para lograr el cumplimiento de las Normas de Protección Radiológica y Seguridad Nuclear.

SERVICIO I.A. 46