

REVISTA DE LA CNEA

UNA PUBLICACIÓN DE LA COMISIÓN NACIONAL DE ENERGÍA ATÓMICA

Año: XIII - Número: 49/50 - Enero / Junio 2013



RA 6

Reactor de Investigación



Guía para autores de artículos

Línea Editorial: Los artículos podrán ser originales o haber sido presentados en eventos científicos o en revistas ajenas al área nuclear que permitan su publicación con la sola mención de esa circunstancia, y estar dirigidos a la comprensión de un lector con formación científica o tecnológica, pero no necesariamente en el área temática del mismo.

Envío: Deberán enviarse por correo electrónico a la dirección revista@cnea.gov.ar.

Formato: Serán preparados en Word for Window ® y la página será tamaño especial 196 mm. X 275 mm. Los márgenes serán: izquierdo y derecho 1,5 cm., superior 3 cm. e inferior 2 cm. El tipo de letra será Arial de 10 pt. No deberán sobrepasar las doce páginas.

Título: Constará de no más de diez palabras, debiendo dar indicación concisa del contenido y ser fácilmente identificable para su cita en bibliografías y publicaciones editadas por servicios de información. Podrá ser seguido por un subtítulo separado por dos puntos que contenga información complementaria. Se evitarán las abreviaturas, acrónimos, códigos, símbolos y fórmulas que no sean de uso común.

Datos del (los) autores:

Deben constar los apellidos y nombre(s) propio(s), usándose iniciales sólo en el caso de más de un nombre. Se indicará(n) además la(s) función(es) y/o puesto(s) de trabajo y el(los) organismo(s) a que pertenece(n).

Resúmenes de los artículos:

Cada artículo será precedido por un resumen del contenido, redactado en castellano e inglés, que sea autosuficiente, contenga la información básica y no supere las trescientas palabras, estructurado en no más de dos o tres párrafos. Se utilizarán verbos en voz activa y palabras significativas tomadas del texto que ayuden a la recuperación automática por ordenador. Conviene evitar términos infrecuentes, acrónimos, siglas, abreviaturas o símbolos, y en caso de que se utilicen deben definirse la primera vez que aparezcan en el resumen.

Texto Principal: Los artículos deben seguir un orden lógico y claro, debiéndose indicar la finalidad del trabajo, así como su relación con otros anteriores. Las divisiones y subdivisiones se podrán destacar con títulos apropiados que podrán numerarse. Se utilizarán notaciones normalizadas para cada disciplina, como las establecidas por las normas IRAM u otros organismos de normalización. Las notas a pie de página sólo se incluirán para complementar la información o remitir a las referencias bibliográficas, pero no deben contenerlas.

Las figuras (fotografías, gráficos, diagramas, ilustraciones y mapas) deben numerarse secuencialmente en números arábigos y estar acompañadas por una leyenda explicativa. Las tablas también deben numerarse y tener títulos apropiados. Tanto las figuras como las tablas deben referenciarse en el texto. Su envío se hará en lo posible en formato jpg o bmp.

Los aportes suministrados por otros deben ser claramente reconocidos. Los documentos citados en el texto principal se incluirán en una lista de referencias al final del artículo.

Referato: Serán considerados para su publicación por miembros del Comité Científico y/o se consultará con especialistas del área temática correspondiente sobre su relevancia y originalidad.

Derechos de autor: Los trabajos publicados sólo podrán copiarse con el consentimiento del autor e indicación de su procedencia.

Erratas: Las correcciones y/o comentarios a que dieran lugar se publicarán en la edición posterior en la sección "Aclaraciones y comentarios".



El Comité Editorial se complace en presentar el número 49/50 de la Revista de la CNEA con el que inicia su décimo tercer año de existencia. Como siempre, se incluyen en él artículos sobre una variada gama de temas vinculados a las multifacéticas actividades de la institución.

La neutrografía es un tipo de ensayo no destructivo cuyas posibles aplicaciones son muy variadas, incluyendo servicios a industrias, estudios de explosivos, análisis de piezas de patrimonio cultural y estudios de distribución de hidrógeno. Prácticamente desde la inauguración del reactor RA-6 ha existido en la CNEA una instalación destinada a neutrografía, la que ha ido evolucionando a la par de las nuevas tecnologías disponibles. La última modificación realizada aprovecha el aumento de potencia del reactor para optimizar las nuevas prestaciones disponibles. Por este motivo, la instalación se ha rediseñado completamente, perfeccionándose los blindajes y el sistema de adquisición. Un primer artículo da cuenta de esas modificaciones y presenta los primeros pasos de la caracterización de la instalación. Los resultados hasta ahora obtenidos indican el buen desempeño de la misma y su variado potencial.

El incremento planificado para el presente siglo del uso de los combustibles nucleares como fuente de generación energética implica considerar el empleo de otros actínidos además del uranio. El torio resulta un actínido interesante pese a no ser físil en sí mismo, ya que como fértil y a expensas de consumir neutrones por captura durante su irradiación, produce un excelente físil, el U-233. Las reservas mundiales aseguradas de torio son tres veces superiores a la del uranio. El segundo artículo constituye un breve resumen de la información disponible sobre el uso del torio en los combustibles nucleares de los reactores de potencia. En el mismo se consideran las ventajas y posibles problemas en su uso como combustible nuclear.

El tercer artículo reflexiona sobre las actividades de vinculación y transferencia de tecnología de la CNEA como organismo de ciencia y tecnología pionero en actividades de vinculación con el sector productivo, desde 1961 - año de la creación del Servicio de Asistencia Técnica a la Industria (SATI)-; hasta la actualidad -donde se aplica plenamente la ley 23.877 de Promoción y Fomento a la Innovación Tecnológica, diferenciando las modalidades de transferencia en función de determinadas políticas en ciencia y tecnología.

Los insectos pueden atacar diferentes productos orgánicos incluyendo objetos que constituyen parte del acervo cultural, como muebles, libros, telas, etc. Existen distintos procedimientos para desinfectarlos, pero la aplicación de radiaciones ionizantes tiene ventajas sobre los otros porque las bajas dosis empleadas afectan a los insectos sin producir cambios indeseados en los objetos. En la CNEA se ha adaptado y desarrollado ese procedimiento y se presta como servicio la radiodesinfestación de recursos culturales en la Planta de Irradiación Semi Industrial del Centro Atómico Ezeiza, habiéndose posicionado la Argentina como el tercer país en aplicarla.

Como en los números anteriores se incluyen también las secciones "*CNEA al Día*" y "*Reseñas bibliográficas*". Reiteramos la invitación a los integrantes del sector nuclear, con prescindencia del organismo al que pertenezcan o hayan pertenecido, y a quienes estén o hayan estado vinculados a la actividad nuclear bajo cualquier circunstancia, que tengan trabajos que deseen difundir, a que los hagan llegar este Comité Editorial.

Autoridades Nacionales

Presidente de la Nación
Doctora Cristina E. Fernández de Kirchner

Ministro de Planificación Federal,
Inversión Pública y Servicios
Arquitecto Julio Miguel De Vido

Secretario de Energía
Ingeniero Daniel Omar Cameron

Autoridades Institucionales

Presidenta
Licenciada Norma Luisa Boero

Vice-Presidente
Ingeniero Mauricio Bisauta

Gerente General
Doctor Carlos Rubén Calabrese

Comité Asesor

Doctor Carlos Aráoz
Doctor Jim Cronin
Doctor Juan Martín Maldacena

Comité Editorial

Ingeniero Pascual Francisco Aguirre
Capitán de Navío (R) Roberto Mario Ornstein

Diseño de tapa: Sección Producción de Contenidos
Departamento de Prensa.

Impresión Torres Aristegui y Asociados
Servicios Publicitarios
SIN: 1666-10



Foto de tapa:
Reactor de
investigación y docencia
RA-6 del Centro
Atómico Bariloche

Sumario

Editorial	3
Rediseño, construcción y caracterización de la nueva instalación de neutrografía del RA-6	5
El torio en los combustibles nucleares	11
La transferencia de tecnología en la CNEA: entre el “ofertismo” y el Plan Nuclear	17
Manejo del biodeterioro en recursos culturales por aplicación de radiaciones ionizantes	29
CNEA al día, noticias institucionales	39
Reseñas bibliográficas	41

Nota:

En la página web de la CNEA (www.cnea.gov.ar), en la opción del menú “Comunicación – Publicaciones – Revista de la CNEA”, se puede acceder al índice general temático de los artículos publicados en la totalidad de los números de la Revista de la CNEA.

Rediseño, construcción y caracterización de la nueva instalación de neutrografía del RA-6

JULIO MARTIN, FERNANDO SÁNCHEZ, HERMAN BLAUMANN - Centro Atómico Bariloche - Comisión Nacional de Energía Atómica

La neutrografía es un tipo de ensayo no destructivo en el que se registra una imagen de la atenuación que sufre un haz colimado de neutrones al atravesar una muestra. Dicha imagen se logra al emplear una placa sensible a neutrones. Las posibles aplicaciones son muy variadas, algunas de ellas incluyen: servicios a industrias, estudios de explosivos, análisis de piezas de patrimonio cultural y estudios de distribución de hidrógeno.

La actual instalación de neutrografía de la CNEA se encuentra en el reactor RA6 del Centro Atómico Bariloche. Debido al cambio de núcleo y al consiguiente aumento de potencia de dicho reactor, ha sido necesario un rediseño de la instalación. En el transcurso del año 2011 se diseñó y se construyeron las piezas que la constituyen, y en abril de 2012 se montó la instalación. El sistema implementado es de neutrografías "on-line". El área máxima de estudio es de 20 cm x 20 cm. Las imágenes obtenidas son registradas con una cámara CCD cuya resolución es de 2776 x 2074 píxeles y 65536 niveles de gris.

En este trabajo se presentan los primeros pasos de la caracterización de la instalación que incluyen mediciones de flujos neutrónicos y tasas de dosis. Además, para evaluar la funcionalidad, se han tomado imágenes de diferentes objetos. Los resultados obtenidos indican el buen desempeño de la instalación y su variado potencial.

Neutron radiography is a non-destructive test in which it is registered an image of the attenuation experienced by a collimated neutron beam while it passes through a sample. The image is generated by using a neutron-sensitive screen. The applications of this technique are wide; some of them include services to industries, study of explosives, study of pieces belonging to cultural heritage and studies of the distribution of hydrogen.

The actual neutron radiography facility is placed in the RA-6 reactor at the Centro Atómico Bariloche. Due to the reactor's nucleus change and the subsequent power raise, it has been necessary to redesign the facility. During 2011, the pieces that constitute it had been designed and built. In April 2012, the facility has been mounted. The system employed is of on-line neutron radiographies. The maximum area of study is of 20 cm x 20 cm. The images obtained are registered by a CCD camera, whose maximum resolution is of 2776 x 2074 pixels and 65536 gray levels.

In this work the initial steps towards characterization of the facility are presented, these include neutron fluxes and dose rates levels determinations. In addition, in order to evaluate the functionality, images of several objects have been taken. The results obtained reveal the good performance of the facility and its wide potential.

1. Introducción

La radiografía con neutrones o neutrografía es una técnica no destructiva que permite inspeccionar la estructura interna de dispositivos y materiales. Para

su obtención se requiere una fuente de neutrones, colimadores que conforman geoméricamente el haz y un dispositivo de detección sensible a neutrones que permita generar una imagen (Figura 1).

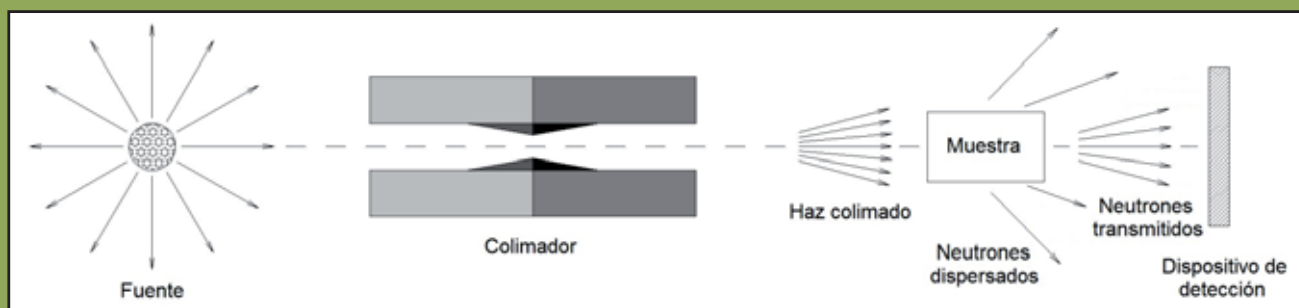


Figura 1. Generación de una neutrografía

Prácticamente desde el origen del RA-6 ha existido una instalación destinada a neutrografía, la misma ha ido evolucionando a la par de las nuevas tecnologías disponibles. La última modificación realizada aprovecha el aumento de potencia del reactor para optimizar las nuevas prestaciones disponibles. Por este motivo, la instalación se ha rediseñado completamente y se han perfeccionado los blindajes y el sistema de adquisición [1, 2].

2. Comparación entre neutrografía y radiografía convencional

La radiografía con neutrones es básicamente similar a la radiografía con rayos X ya que ambas técnicas emplean un haz de radiación que se atenúa al atravesar un objeto, de este modo se obtienen imágenes de detalles macroscópicos del mismo. En el caso de la neutrografía, los rayos X o gamas son reemplazados por un haz de neutrones. Dado que las características de absorción de la materia para los rayos X y los neutrones son muy distintas, las dos técnicas en general se complementan [3].

Una importante ventaja del empleo de neutrones es que con ellos se logra fácilmente la observación radiológica de ciertas combinaciones de materiales debido a las diferencias en la atenuación, lo que sería problemático en el caso de usar rayos X. Por ejemplo, hay materiales que presentan alta atenuación para los neutrones (hidrógeno, litio, boro, cadmio, varias tierras raras). Estos materiales pueden distinguirse con neutrones aun cuando estén combinados con materiales de alto peso atómico como el acero, plomo o bismuto. Por otro lado, las diferencias en la atenuación de neutrones a menudo se encuentran entre dos materiales vecinos en la tabla periódica, lo que ofrece una ventaja para discriminar entre materiales que tendrían características de atenuación similares en una radiografía de rayos X [3].

Los rayos X interactúan principalmente con los electrones de los átomos. Así, cuanto más electrones tenga un dado átomo (mayor número atómico), será más alta la probabilidad de interacción. Es por eso que los rayos X son buenos para estudiar material biológico (compuesto principalmente de hidrógeno). Los neutrones, en cambio, interactúan con los núcleos atómicos y su atenuación depende de la sección eficaz nuclear del material estudiado. Así, los neutrones pueden atravesar importantes espesores metálicos pero son frenados por pocos centímetros de agua. En la Figura 2 se compara la sensibilidad de las dos técnicas para distintos elementos.

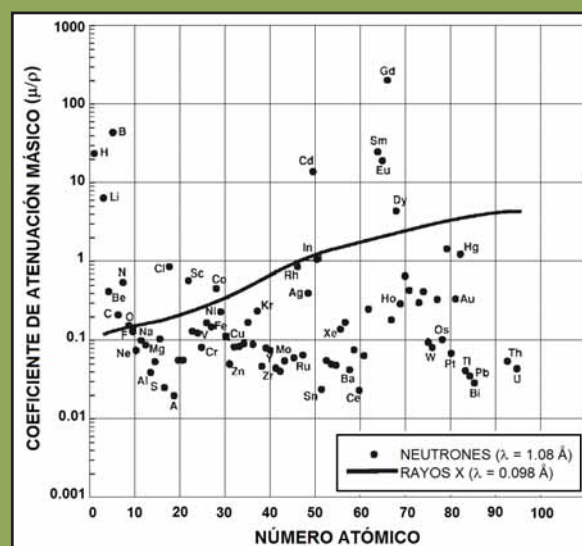


Figura 2. Coeficiente de atenuación másico en función del número atómico para diversos elementos. Se comparan los coeficientes de atenuación másicos de neutrones y rayos X.

3. Elementos que constituyen la instalación

3.1. Fuente de neutrones

Los neutrones son extraídos a través del conducto pasante número 1. Este conducto es un tubo de acero inoxidable que apunta radialmente hacia el núcleo. El mismo penetra el blindaje biológico de hormigón armado y el agua de la pileta del reactor hasta alcanzar la parte posterior del reflector de grafito. El conducto puede inundarse cuando la instalación se encuentra fuera de operación. Existe además un carro de plomo (*shutter*) que puede desplazarse para obstruir el haz y blindar de este modo la radiación gama. Se han realizado pruebas en la instalación de neutrografía empleando el reactor a potencias de 500 kW y 1 MW.

3.2. Interior del conducto pasante

En el interior del conducto pasante se coloca un dispositivo que alberga un colimador y un delimitador en compartimentos estancos y que permite inundar el conducto manteniendo secos estos componentes para que no sufran oxidación. En el compartimento más próximo al núcleo se coloca el colimador propiamente dicho, y en el otro compartimento se ubica el delimitador. Un tubo perforado separa los dos componentes dentro del conducto para que los neutrones alcancen el sistema de detección con la geometría y colimación apropiada (Figura 3).



Figura 3. Corte del tubo de aluminio que alberga el colimador

3.3. Colimador y filtros

El objetivo del colimador es reducir la divergencia angular del haz de neutrones. El grado de colimación está dado por la relación L/D , donde L es la distancia a la fuente y D es el diámetro visible de la fuente desde la muestra. En este caso se ha decidido establecer como parámetro de diseño un $L/D = 100$.

La colocación de materiales absorbentes muy cerca de la fuente produce que estos se activen permanentemente, por esta razón se ha preferido utilizar un diseño de colimador doble cónico [4] ubicado a un metro de la fuente.

El cono convergente de entrada mide 200 mm de longitud y está hecho de poliboro (polietileno con 5% de boro). Su función es colimar neutrones térmicos y epitérmicos. Una placa de cadmio con un orificio de 31 mm de radio colima con precisión el haz térmico. Un cono divergente de plomo de 200 mm de largo reduce la componente gama sin afectar la colimación neutrónica. Finalmente, los filtros de zafiro reducen la componente de neutrones epitérmicos y rápidos, con poca perturbación relativa a la componente de neutrones térmicos [4].

3.4. Delimitador

Para la conformación se emplea una combinación de barreras para blindar neutrones y gamas de modo de quitar toda la radiación que no se encuentre encuadrada hacia la placa. El delimitador está compuesto de poliboro y plomo y su interior tiene forma de pirámide truncada, de manera que se conforma la sección transversal del haz a las dimensiones de la placa centelladora (20 cm x 20 cm).

3.5. Blindajes

Para que la radiación quede confinada en la instalación de neutrografía se utiliza un “*beam catcher*”, que permite terminar el recorrido del haz, y un blindaje externo. El “*beam catcher*” es un cilindro de hormigón pesado que está montado sobre rieles para permitir su desplazamiento. A partir de simulaciones se ha encontrado que la radiación que impacta sobre el “*beam catcher*” produce radiación dispersa hacia atrás. Otra fuente de radiación que debe considerarse es la radiación dispersada por las muestras. Para reducir ambas fuentes se ha diseñado un blindaje externo que rodea el recorrido del haz fuera del blindaje biológico. El blindaje realizado consiste en una parte interna compuesta de parafina borada y una parte externa hecha de plomo [5].

Para posicionar la muestra se contempló una apertura en el blindaje de 40 cm x 40 cm, ésta puede cerrarse por medio de una puerta escalonada hecha de poliboro y plomo. Como se pretende una instalación de gran versatilidad se ha tenido en cuenta la posibilidad de analizar muestras cuya longitud supere las dimensiones de la placa centelladora (para lo cual se tomarían varias neutrografías desplazando la muestra). Por dicho motivo se han creado dos puertos de acceso removibles de 20 cm x 20 cm en las partes superior e inferior de la instalación. Por último, se han dejado dos orificios con forma de pirámide truncada necesarios para el sistema óptico. Si bien estrictamente se requiere solo uno de ellos, el segundo fue realizado para el caso de que la cámara quiera usarse en otra posición.

La forma del blindaje es aproximadamente cúbica y tiene un espesor de 30 cm de parafina borada seguido de una pared de plomo de 2.5 cm de grosor (Figura 4).

La puerta y los puertos están compuestos de tres escalones de poliboro cuyo espesor total es de 30 cm y una plancha de plomo de 2.5 cm de grosor. En cuanto al peso de la instalación, las estimaciones indican que estaría cercano a los 2.700 kg, valor que se encuentra por debajo de la capacidad máxima del puente grúa y más por debajo aún del límite de peso que soporta el piso del hall del reactor.

Para sostener el blindaje se ha diseñado una mesa de acero que posee seis patas para distribuir el peso. Cada una de ellas tiene un tornillo con el que puede regularse la altura, lo que posibilita corregir la alineación de la instalación.

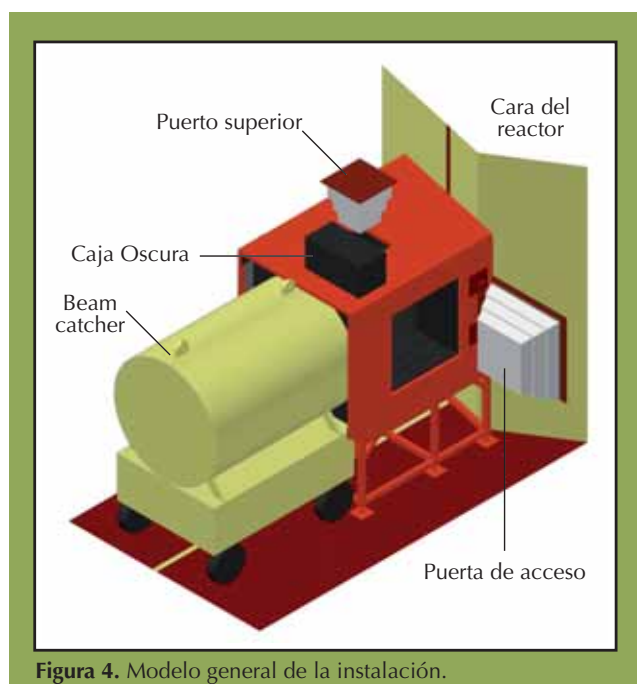


Figura 4. Modelo general de la instalación.

3.6. Sistema de detección

Los neutrones transmitidos a través de la muestra inciden sobre una placa centelladora que produce luz visible. La placa centelladora empleada es de ZnS(Ag) con ^6LiF , mide 20 cm x 20 cm y fue fabricada por Applied Scintillation Technologies. La imagen que se produce en la placa es registrada por una cámara digital sensible a bajos niveles de iluminación. El modelo de la cámara es Penguin 600 CLM de Pixera Corporation, posee una resolución máxima de 2776 x 2074 píxeles y un conversor A/D de 16 bits lo que le permite discriminar 64000 niveles de gris. A la cámara se le monta una lente, en este caso de marca Schneider Kreuznach que tiene un factor f de 0.95.

El registro de la imagen se realiza de modo indirecto para evitar que la radiación dañe el sensor CCD de la cámara; para ello se utiliza un sistema de dos espejos cuyas caras reflectoras se hallan por delante del vidrio y de este modo se evitan distorsiones ópticas. Todo el sistema óptico se encuentra dentro una caja oscura para evitar otras fuentes de luz que reduzcan el contraste. La caja oscura posee un blindaje hecho de 5 cm de poliboro y 2.5 cm de plomo para proteger la cámara de la radiación. El almacenamiento de las imágenes obtenidas se realiza con una computadora.

Para adquirir las imágenes hay diferentes opciones que brinda el programa de la cámara digital, las más importantes son: la variación del tiempo de adquisición de cada imagen y la captura de una sucesión de imágenes para promediarlas o sumarlas.

El tiempo de adquisición depende de la configuración del programa, típicamente implica unos 20 segundos. Es recomendable adquirir una imagen sin ninguna muestra para posteriormente poder analizar el fondo y eventualmente efectuar una sustracción digital del mismo.

4. Mediciones realizadas en la instalación

Se han analizado dos configuraciones para la instalación de neutrografía. La primera en ser implementada, de ahora en más denominada Configuración A, consiste en un filtro de zafiro de longitud total igual a 5 cm. La segunda configuración (Configuración B), incluye un filtro constituido por tres zafiros (longitud total: 15 cm), un recubrimiento de cadmio en el interior del delimitador y un blindaje adicional de plomo que rodea el haz y que se haya ubicado entre el blindaje principal y el "shutter".

4.1. Mediciones de flujo

Las condiciones de operación del reactor cambiaron entre las configuraciones A y B, como resultado, los flujos neutrónicos varían y es necesario caracterizar ambas condiciones.

En el caso de la Configuración A, el reactor fue operado a 1 MW y se lograron medir las componentes térmica, epitérmica y de neutrones rápidos. Bajo la Configuración B, el reactor se operó a 500 kW y se midieron las componentes térmica y epitérmica. Los resultados de estas mediciones se presentan en la Tabla 1. Puede notarse que con el incremento del espesor de filtro, el haz pierde intensidad pero se vuelve más puro dado que se incrementa su componente térmica respecto a la componente epitérmica.

	Configuración A	Configuración B
Potencia de operación	1 MW	500 kW
Neutrones térmicos	$8.40 \times 10^6 \text{ n/cm}^2\text{s}$	$1.21 \times 10^6 \text{ n/cm}^2\text{s}$
Neutrones epitérmicos	$1.70 \times 10^5 \text{ n/cm}^2\text{s}$	$3.18 \times 10^3 \text{ n/cm}^2\text{s}$
Neutrones rápidos	$2.96 \times 10^6 \text{ n/cm}^2\text{s}$	-

Tabla 1. Flujos neutrónicos medidos para las dos configuraciones

4.2. Mediciones de tasas de dosis

Además de las mediciones de flujo, es importante determinar las tasas de dosis en los alrededores de la instalación. Se seleccionaron varios puntos de interés para tomar mediciones, ellos se esquematizan en la Figura 5.

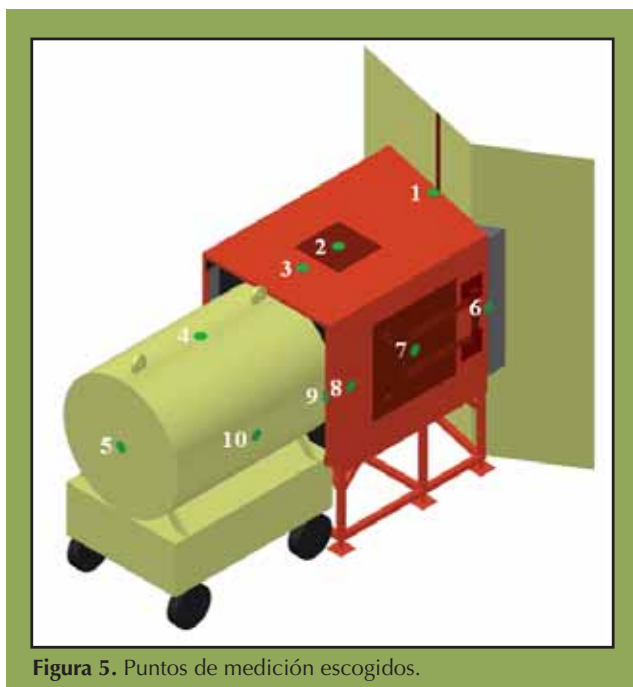


Figura 5. Puntos de medición escogidos.

Tanto las tasas de dosis gama como las neutrónicas fueron determinadas bajo las dos configuraciones. En ambos casos el reactor operó a 500 kW. Los resultados se muestran en la Tabla 2.

Punto	Tasa de dosis gama ($\mu\text{SV/h}$)		Tasa de dosis neutrónica ($\mu\text{SV/h}$)	
	Config A	Config B	Config A	Config B
1	59	27,3		
2	80	66,6		
3	250			
4	176	62,2		
5	560	240	23	7
6	152	26,5	130	38
6M	25,6	25,5	50	8
7	97	73	50	11
8	180	119		
9	526	230	280	44
10	130	40		
10M	23	27		

6M y 10M son puntos de medición tomados a un metro de 6 y 10 respectivamente

Tabla 2. Tasas de dosis para gamas y neutrones a 500 kW

En prácticamente todos los puntos estudiados, las tasas de dosis se redujeron marcadamente para la Configuración B. Esta es la razón por la cual esta configuración fue propuesta. Las lecturas tomadas en los puntos 5 y 9 sugieren que en esas posiciones el blindaje debería ser mejorado. Basado en los resultados de los puntos 6M y 10M, podría

reemplazarse la barrera de hormigón armado que actualmente rodea la instalación por una barrera más liviana (por ej. una cadena que delimite el área de la instalación) que aliviaría así al piso del hall del reactor y permitiría una visualización directa de la instalación.

Para obtener conclusiones definitivas se requieren más mediciones, entre ellas las correspondientes a la Configuración B bajo una potencia de operación de 1 MW.

5. Ejemplos de neutrografías tomadas en el RA-6

La primer neutrografía obtenida en la nueva instalación se muestra en la Figura 6.



Figura 6. Primer neutrografía obtenida en la nueva instalación del RA-6

La imagen fue tomada con un tiempo de exposición de 10 segundos con el reactor operando a 1 MW, bajo la Configuración A. La imagen fue post procesada, se le realizó una sustracción del fondo, un aumento de contraste y se le aplicó un filtro de mediana. En el centro de la imagen se observa la estructura interna de un antiguo reloj de bolsillo. En la izquierda, se estudiaron cuatro tipos de cinta adhesiva, empezando desde arriba: cinta americana (*duct tape*), cinta de enmascarar, cinta aisladora y cinta "*scotch*". Fueron analizadas para determinar cuál era la más adecuada para sostener muestras en futuras neutrografías. A partir de los resultados obtenidos, las mejores elecciones serían la cinta de

enmascarar y la cinta “scotch”. Finalmente, en la parte inferior de la imagen se estudiaron dos chips TLD. El chip de la izquierda (cuadrado oscuro) es un TLD-600 compuesto de ^6LiF , el chip de la derecha (cuadrado gris) es un TLD-700 compuesto de ^7LiF . Ambos fueron ubicados en un sostén de aluminio. La calidad de la imagen en general es satisfactoria, en particular considerando los cambios de contraste observados para las cintas adhesivas y los dosímetros.

Otra imagen con neutrones tomada en el RA-6 es una imagen clásica en el ámbito de la neutrografía que muchos autores han reproducido en sus instalaciones (Figura 7).

En ella se estudió una rosa (que por ser un elemento orgánico tiene alto contenido de hidrógeno), colocada dentro de un recipiente metálico. La imagen mostrada no tiene procesamiento aplicado. Fue obtenida bajo la Configuración A, con una potencia de reactor de 1 MW y un tiempo de adquisición de 9 segundos. Los neutrones atraviesan fácilmente el metal pero son frenados por el alto contenido de hidrógeno de la rosa. En la base puede verse la rosca del recipiente y cerca del eje vertical se distingue una línea que es la costura del mismo.

6. Conclusiones

Una nueva instalación de neutrografía se ha desarrollado en el reactor RA-6 del Centro Atómico Bariloche. La instalación permite tomar imágenes neutrónicas de buena calidad con tiempos de exposición menores al minuto. Los primeros resultados indican que tendrá gran utilidad para el estudio de materiales. Actualmente se continúa con la puesta a punto y caracterización de la instalación.

Agradecimiento

Los autores desean reconocer la labor del técnico Javier Promet quien ha construido íntegramente la facilidad de neutrografía en el taller del RA-6.

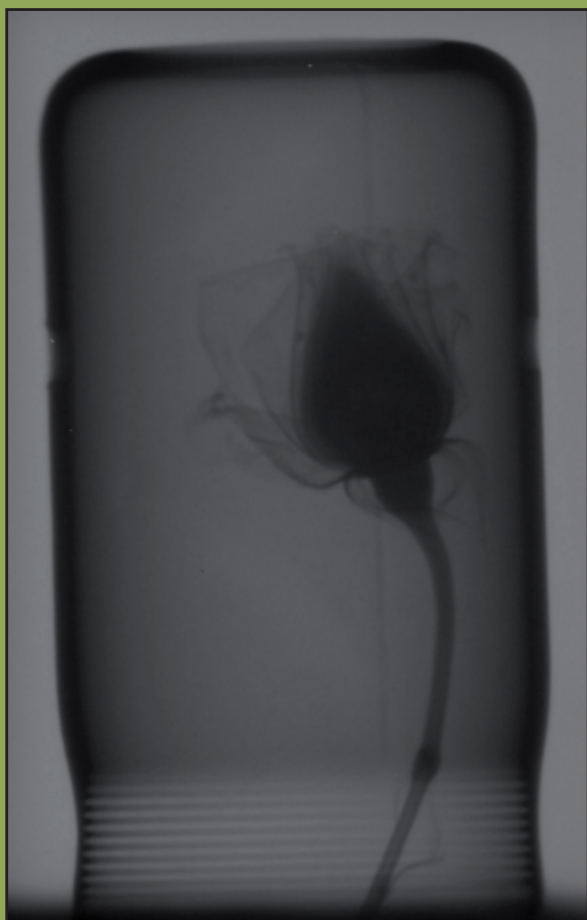


Figura 7. Neutrografía de una rosa en un recipiente metálico

[1] Caracterización y optimización de la facilidad de radiografía con neutrones “on-line” del reactor RA-6. Federico Mezio. 2007. Proyecto Final de la Carrera de Ingeniería Nuclear, Instituto Balseiro. Disponible en <http://ricabib.cab.cnea.gov.ar/>

[2] Rediseño de la facilidad de neutrografía del RA-6 y su aplicación a la tecnología del hidrógeno. Darío Pieck. 2009. Proyecto Final de la Carrera de Ingeniería Nuclear, Instituto Balseiro. Disponible en <http://ricabib.cab.cnea.gov.ar/>

[3] *Standard Practices for Thermal Neutron Radiography of Materials*. ASTM E748-02.

[4] F. Sánchez. Diseño conceptual de la facilidad de radiografía neutrónica del RA-6. Informe técnico CNEA-CAB IT 47/012/10.

[5] F. Sánchez. Comparación de los campos radiantes calculados para la facilidad de neutrografía. Informe técnico CNEA-CAB IT 47/027/10.

Trabajo presentado en la XXXIX Reunión Anual de la Asociación Argentina de Tecnología Nuclear, Buenos Aires, 3 al 7 de diciembre de 2012

El torio en los combustibles nucleares

ALEJANDRO STANKEVICIUS – Gerencia Ciclo de Combustible Nuclear – Comisión Nacional de Energía Atómica

El presente trabajo es un breve resumen de la información disponible sobre el uso del torio en los combustibles nucleares de los reactores de potencia. En el mismo se consideran las ventajas y posibles problemas en el uso del torio como combustible nuclear en lugar del uranio, teniendo en cuenta los siguientes aspectos:

1. En el mundo existe tres veces más torio que uranio.
2. A pesar de que el torio en su forma natural no es fisil, bajo irradiación con neutrones es posible transformarlo en uranio-233, material fisil de gran calidad.
3. Las propiedades de sus óxido cerámicos son superiores a las de los óxidos del uranio y del plutonio.
4. Durante su irradiación el uranio-233, debido a la reacción $n,2n$, produce pequeñas cantidades de uranio-232 y de sus hijas de la cadena de desintegración: el bismuto-212 y el talio-208 que son fuertes fuentes emisores de rayos gamma. A su turno, el torio-228 y el uranio-232 se convierten con el tiempo en antiproliferantes debido a su intensidad de irradiación.
5. Como se describe aquí y experimentos realizados en varios países, los reactores PHWR pueden ser adaptados para usar torio como elemento combustible.
6. Un problema que se debe mencionar es que los diferentes pasos del proceso deben ser realizados bajo fuerte blindaje contra la radiación y usando únicamente equipos automatizados.

We revise the advantages and possible problems on the use of thorium as a nuclear fuel instead of uranium. The following aspects are considered:

1. In the world there are three times more thorium than uranium.
2. In spite that thorium in his natural form it is not a fisil, under neutron irradiation, is possible to transform it to uranium 233, a fisil of a high quality.
3. His ceramic oxides properties are superior to uranium or plutonium oxides.
4. During the irradiation the U233 due to $n,2n$ reaction produce small quantities of U232 and his decay daughters' bismuth 212 and thallium 208, witches are strong gamma source. In turn thorium 228 and uranium 232 became in time anti-proliferate due to their radiation intensity.
5. As it is described in here and experiments done in several countries, reactors PHWR can be adapted to the use of thorium as a fuel element.
6. As a problem we should mentioned that the different steps in the process must be done under strong radiation shielding and using only robotic equipments.

El incremento planificado para el presente siglo, del uso de los combustibles nucleares como fuente de generación energética, implica considerar el empleo de otros actínidos además del uranio. En distintos países como Francia y Japón, se están empleando combustibles nucleares a base de óxidos mixtos de uranio y plutonio. Este último recuperado de los combustibles irradiados a través del reprocesamiento de los mismos, o del desmantelamiento de las cabezas nucleares involucradas en los tratados de desarme mundial.

El torio resulta un actínido interesante pese a no ser fisil en sí mismo, ya que como fértil y a expensas de consumir neutrones por captura durante su irradiación, produce un excelente fisil, el U-233.

Las reservas mundiales aseguradas de torio están centradas principalmente en Brasil, Turquía y la India, totalizando en conjunto más de un millón de toneladas, y con Estados Unidos y Noruega

adicionando otro cuarto de millón de toneladas. Nuestro país posee pequeñas reservas poco cuantificadas.

La abundancia del torio en la corteza terrestre (Tabla 1) es tres veces superior a la del uranio. Este hecho, entre otros, y a fin de suplir la futura escasez del uranio, incentiva los desarrollos asociados al uso de torio en los ciclos de combustible nuclear.

Las composiciones isotópicas del uranio y del torio natural se indican a continuación:

$$U_{\text{natural}} = \begin{array}{l} {}^{238}\text{U} \text{ (99,28 \%)} \text{ Isótopo } \mathbf{FÉRTIL} \\ {}^{235}\text{U} \text{ (0,711 \%)} \text{ Isótopo } \mathbf{FÍSIL} \\ {}^{234}\text{U} \text{ (0,006 \%)} \end{array}$$

$$Th_{\text{natural}} = {}^{232}\text{Th} \text{ (100 \%)} \text{ Isótopo } \mathbf{FÉRTIL}$$

	Th versus U (Th en la Tierra $\approx$ 3 x U en la Tierra)	
PAIS	Reservas (Toneladas de Th metal)	
	Razonablemente Aseguradas	Adicionales Estimadas
Brasil	606.000	700.000
Turquía	380.000	500.000
India	319.000	- -
USA	137.000	295.000
Noruega	132.000	132.000
Groenlandia	54.000	32.000
Canadá	45.000	128.000
Australia	19.000	- -
Sud África	18.000	- -
Egipto	15.000	309.000
2,2 x 10⁶ Tn		2,1 x 10⁶ Tn
Existencias para explotación de uranio convencional (a < 130 u\$/Tn): 4,7 x 10⁶ Tn		

Tabla 1. Reservas estimadas de torio a nivel mundial

Algunas de sus propiedades físicas (Tabla 2), asociadas a sus características nucleares (Tabla 3), lo

indican como un material sumamente apto para su empleo en los combustibles.

Propiedades físicas	UO ₂	PuO ₂	ThO ₂
Punto de fusión [°C]	3.120	2.620	3.640
Densidad teórica [g/cm ³]	10,96	11,46	10,00
Conductividad térmica (a 500°C) [W m ⁻¹ °K ⁻¹]	4,80	4,48	6,20
Conductividad térmica (a 1.500°C) [W m ⁻¹ °K ⁻¹]	2,40	1,97	2,40

Tabla 2. Propiedades físicas de los óxidos cerámicos

Sección Eficaz	FISIÓN	CAPTURA	Absorción neutrónica
Th 232	0	7,4	7,4
U 233	525	46	571
U 235	577	101	678
U 238	0	2,7	2,7
Pu 239	742	271	1013

Tabla 3. Sección eficaz efectiva de los actínidos bajo irradiación con neutrones térmicos

Con respecto a la cadena de los metales pesados en el ciclo del uranio y en el del torio (Figuras 1 y 2), debido a los procesos de captura neutrónica

y posterior decaimiento, valen las siguientes consideraciones generales.

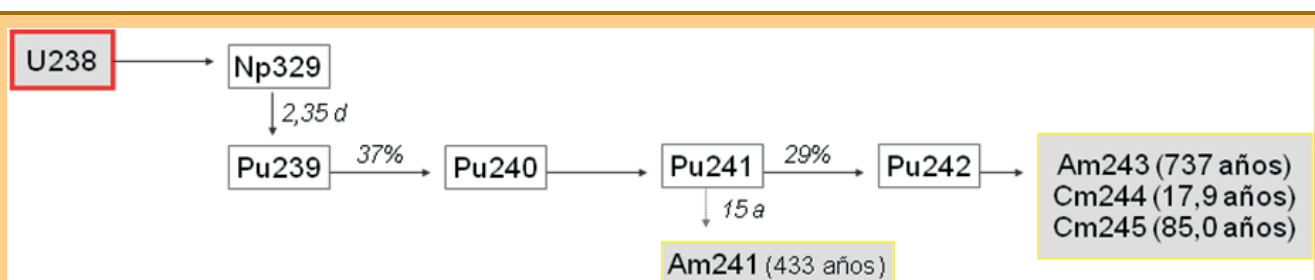


Figura 1. Cadena breve de captura neutrónica del U-238.

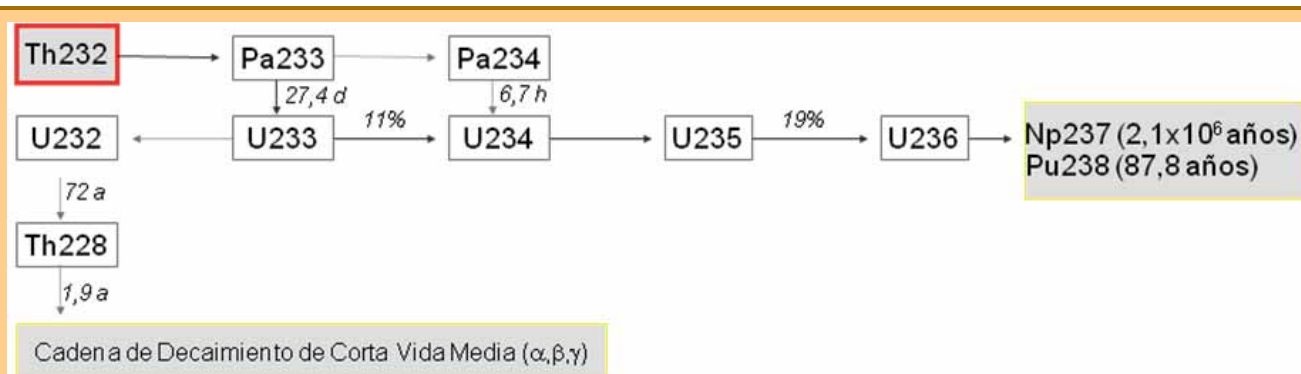


Figura 2. Cadena breve de captura neutrónica del Th-232.

En los combustibles de uranio natural (U_{nat}) o levemente enriquecido (ULE ó SEU), el componente mayoritario es el U-238, el que como fértil que es captura neutrones y transmuta a Np-239, que a su vez con un período de semi-desintegración de 2,35 días decae en Pu-239. Un 37% de este último, en un espectro neutrónico térmico-epitérmico y por captura neutrónica, transmuta en los plutonios pesados y varios isótopos del americio y curio. La gestión de residuos de estos combustibles irradiados se complica por la presencia de esos actínidos menores.

A los combustibles a base de torio, al no fisionar con neutrones térmicos o epitérmicos, se les debe agregar un fértil como ser ULE, Pu-239 ó el U-233 obtenido de ciclos previos de combustibles de torio. El uso de ULE o plutonio produce los mismos problemas con los residuos que el ciclo de uranio. En cambio un ciclo puro Th-U233, permite aprovechar mejor al fértil U-233 ya que se pierde sólo un 11% por captura neutrónica y transmutación a U-234, y además no se producen en cantidades significativas los residuos pesados de neptunio, plutonio, americio y curio. Por lo tanto, estos combustibles permiten una mayor conversión de fértil a energía, con una simplificada gestión posterior de sus residuos.

Una característica importante del Th-232 es que su captura neutrónica y posterior decaimiento a U-233,

incluye un período de semi-desintegración de 27,4 días, lo que obliga al empleo de medidas adicionales para contrarrestar el incremento de reactividad del núcleo luego de un período prolongado de parada del reactor.

Como fértil la mayoría fisiona y sólo el 11% captura neutrones para transmutar a U-234, contra una captura del 19% en el U-235 y el 37% en el Pu-239. Este bajo porcentaje de captura y lo alejado de los uranios pesados, es lo que permite garantizar que, aún con reciclados, la producción de transuránicos será despreciable.

Una ventaja sumamente importante desde el punto de vista de la no proliferación nuclear resulta de la reacción $n,2n$ sobre el U-233. Durante la irradiación de los combustibles Th-U233, la aparición del U-232 y de su hija el Th-228 contamina ambos materiales de base con las hijas de la cadena de desintegración del Th-228. Dos de ellas, el Bi-212 y el Tl-208, emiten fotones gamma de energía superior a los 2 MeV, con lo cual se hace dificultosa su manipulación al punto de requerir blindajes especiales y manipulación robotizada.

En un espectro neutrónico térmico, el U-233 resulta ser el mejor fértil debido a su menor sección eficaz de captura neutrónica (46 barns) comparada con la del U-235 (101 barns) y la del Pu-239 (271

barns), aún pese a que este último produce más neutrones por fisión que el U-233.

En el Th-232 el valor de la sección eficaz de captura neutrónica para fisión permanece en cero hasta energías de 1,0 MeV y recién por arriba de 1,4 MeV, la misma llega a valer 0,01 barns.

La contribución a la fisión total del U-238 es mucho más importante que la del Th-232. En combustibles U-238-Pu-239, el 15% corresponde al U-238. En cambio en combustibles Th-232-U-233, sólo el 2% de las fisiones corresponden al Th-232.

El alto punto de fusión del óxido de torio y su única valencia estable le confieren características especiales como material cerámico de excelencia para soporte de fisiles para altas tasas de irradiación y también como combustibles de alta temperatura para reactores de avanzada.

El movimiento de materiales fisiles por el transporte del plutonio desde las plantas de reprocesamiento o de los silos nucleares hacia las fábricas de combustibles de óxidos mixtos, implica un riesgo real asociado al terrorismo internacional.

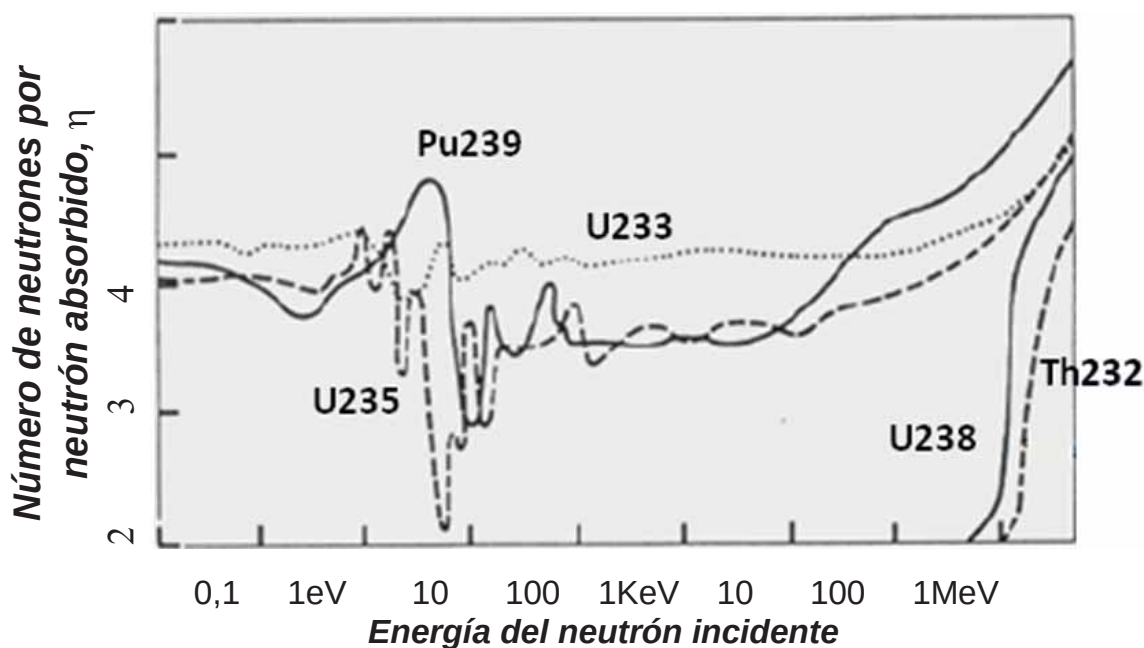


Figura 3. Neutrones producidos por neutrón absorbido.

Como resumen de lo expuesto se puede decir que el uso de combustibles Th-U-233 posee las siguientes virtudes:

- Incremento en las reservas de físiiles
- Mejor uso del físil del combustible
- Menor exceso de reactividad en el núcleo
- Quemados extendidos
- Reducción en los requerimientos de enriquecimiento de U-235
- Mayor resistencia a la irradiación y corrosión
- Resistencia a la proliferación
- Residuos del reciclamiento cientos de veces menos conflictivos que los del uranio

El somero detalle de las características indicadas permite vislumbrar su promisorio futuro en la generación nucleoelectrónica próxima cercana.

Bajo la iniciativa **NERI** (*Nuclear Energy Research Initiative*) del Departamento de Energía de los Estados Unidos, se proponen dos alternativas de combustibles nucleares utilizando torio para los existentes reactores PWR. Ambas implican núcleos heterogéneos que incluyen aglomerados físiiles denominados “*seed*” de uranio levemente enriquecido (SEU) o MOX, y aglomerados fértiles denominados “*blanket*”, de Th-232.

La Alternativa 1 consiste en un núcleo homogéneo con elementos combustibles heterogéneos (Figura 4) y la Alternativa 2 consiste en un núcleo heterogéneo con elementos combustibles homogéneos (Figura 5).

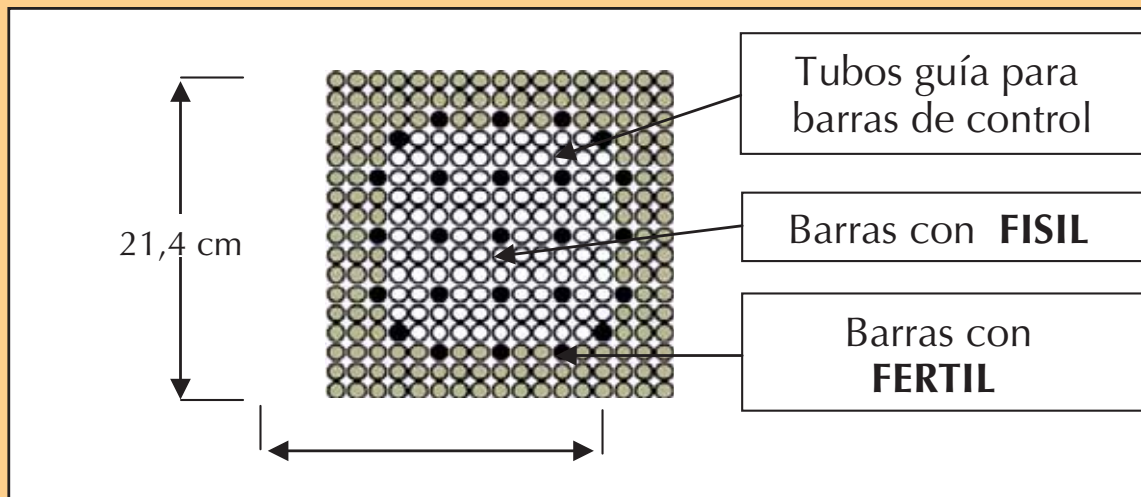


Figura 4. Alternativa 1 de la Iniciativa NERI (DOE): núcleo homogéneo con elementos combustibles heterogéneos

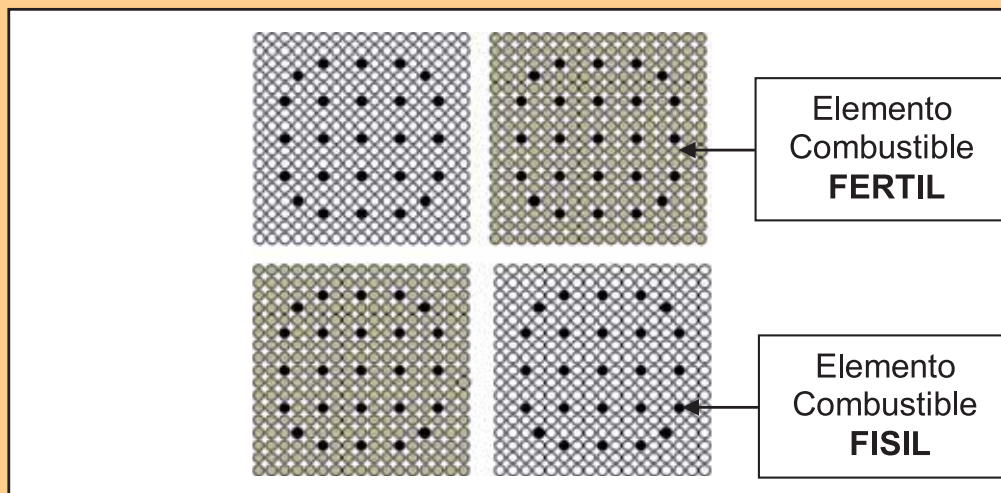


Figura 5. Alternativa 2 de la Iniciativa NERI (DOE): núcleo heterogéneo con elementos combustibles homogéneos

Se desarrolló una solución para el uso del Th en los reactores PHWR en la cual el núcleo completo del reactor puede ser cargado homogéneamente con un elemento combustible heterogéneo, conteniendo cada uno de ellos 8 vainas fértiles con pastillas de torio natural y 35 vainas físiles con uranio levemente enriquecido (SEU, 1,8% U235).

Este combustible mixto, es una manera práctica de utilizar Th en los existentes PHWR manteniendo al combustible y al reactor dentro de las normas corrientes de seguridad y operación establecidas para el ciclo de combustible del uranio natural. **No implica efectuar ningún cambio significativo en el "hardware" del reactor.**

Una segunda opción para el uso del Th en los reactores PHWR consiste en dividir al núcleo del reactor en 3 zonas o coronas (Figura 6), distribuyendo al combustible en las mismas con las variantes que se indican a continuación. La corona externa de 60 canales, conteniendo combustible homogéneo de 43 pins con pastillas de ThO₂ natural, para un quemado de 50 MWd/Kg HM. La corona intermedia, de 196 canales de combustible heterogéneo, con 8 pines internos de ThO₂ y 35 pines externos con uranio levemente enriquecido (SEU, 1,7% U235 usando uranio enriquecido al 20%). Finalmente la corona interna de 124 canales, conteniendo combustibles

heterogéneos similares a los anteriores, con un pin central de ThO_2 dopado con 6% de GdO_2 , 7 pines de la corona interna del combustible con ThO_2 y 35 pines de la corona externa con uranio levemente

enriquecido, similar a la anterior zona. Este arreglo incrementa significativamente el contenido de combustibles de torio en el núcleo y mejora la eficiencia global de los reactores que quemen torio.

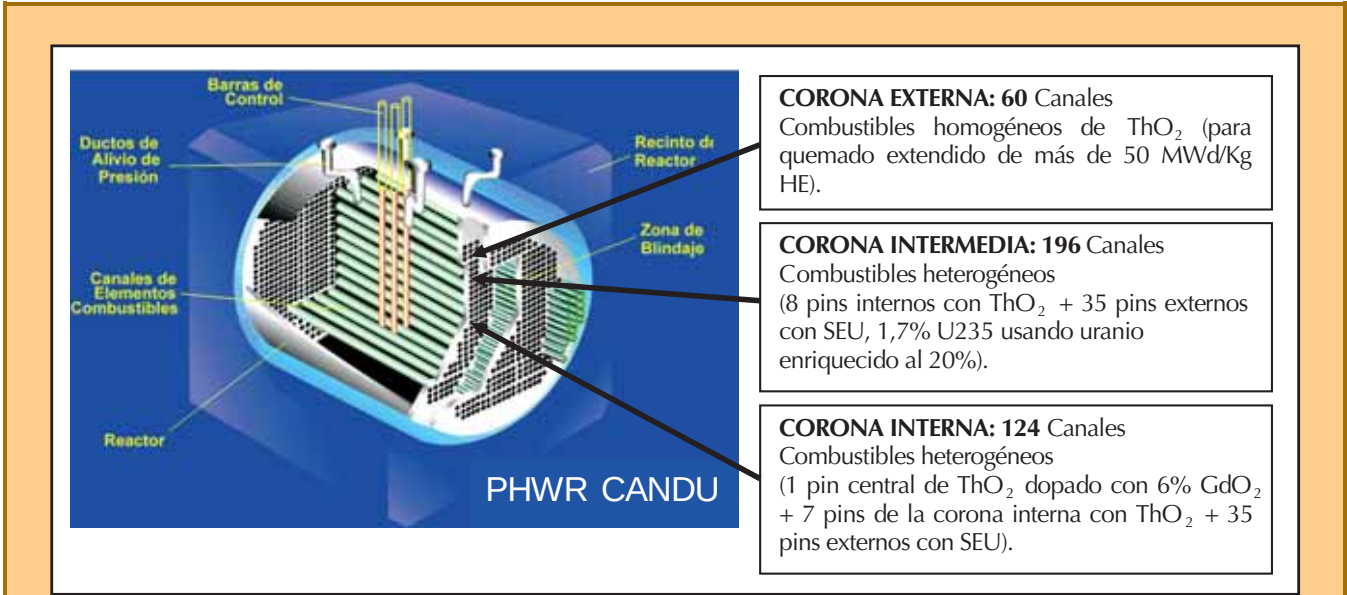


Figura 6. Opción para el uso del Th en los PHWR (CANDU) consistente en dividir al núcleo del reactor en 3 zonas o coronas bien diferenciadas

Como corolario puede decirse que varios países han ensayado la utilización del torio como soporte en los combustibles nucleares de diferentes fíisiles (Tabla

4), encontrándose a la fecha muy pocos reactores en operación con los mismos.

PAIS	Reactor	Tipo de Reactor	Potencia (MWe)	Combustible	Periodo en Operación
USA	Shippingpoint	LWBR	100	(Th-U233)O2	1977-82
	Indian Point	PWR	285	(Th-U233)O2	1962-80
	Fort Saint Vrain	HTGR	330	(Th-U235) part. recubiertas	1976-89
India	Kamini	MTR térmico	30 KWt	Al-U233	En Operación
	Cirus		40 MWt	"J"rod Th y ThO2	En Operación
	Dhruva		100 MWt	"J"rod ThO2	En Operación
	Kaps 1 y 2	PHWR	220	ThO2 pellets	Núcleo Inicial
	FBTR	LMFBR	40 MWt	ThO2 blanket	En Operación
Alemania	THTR	HTGR	300	(Th-U235) part. recubiertas	1985-89

Tabla 4. Algunos ejemplos del uso del torio en diferentes experimentos y reactores de potencia

Trabajo presentado en la XXXIX Reunión Anual de la Asociación Argentina de Tecnología Nuclear, Buenos Aires, 3 al 7 de diciembre de 2012

La transferencia de tecnología en la CNEA: entre el “ofertismo” y el Plan Nuclear

SANTIAGO N. ENRIQUEZ – Comisión Nacional de Energía Atómica (CNEA)

Este trabajo reflexiona sobre las actividades de vinculación y transferencia de tecnología de la Comisión Nacional de Energía Atómica (CNEA). Teniendo en cuenta que la CNEA fue un organismo de Ciencia y Tecnología pionero en actividades de vinculación con el sector productivo, se demostrará que, desde 1961 - año de la creación del Servicio de Asistencia Técnica a la Industria (SATI) - hasta la actualidad - donde se aplica plenamente la ley 23.877 de Promoción y Fomento a la Innovación Tecnológica -, se diferencian modalidades de transferencia de tecnología en función de determinadas políticas en ciencia y tecnología.

En primer lugar, se describirán las características de la transferencia de tecnología realizada por el SATI; y la vinculación de esta transferencia con las decisiones políticas tomadas por la CNEA de relacionar a la industria nacional con el Plan Nuclear.

En una segunda instancia, se describirán los efectos en el modo de transferencia de tecnología que generaron la desactivación del Plan Nuclear en 1994, la aplicación de la ley 23.877 en la CNEA y la progresiva desactivación del SATI.

Finalmente, se reflexionará sobre las dos grandes etapas de la transferencia de tecnología en la CNEA para futuras y potenciales políticas en ciencia y tecnología.

This paper reflects on linkage activities and technology transfer of Atomic Energy National Commission (CNEA). Given that CNEA was a scientific and technological institution, which was pioneer in activities to reach out the productive sector; it will show that, since 1961, the year of the creation of the Service of Technical Assistance to Industry (SATI) until today where the Law 23.877 of Promotion of the Technological Innovation is fully implemented, different modes of technology transfer based on certain scientific and technological policies are detected.

First, it will describe the characteristics of the technology transfer made by SATI, and its connection with the political decisions made by CNEA to relate the domestic industry and the Nuclear Plan. In a second instance, it will describe the effects on the technology transfer after the disabling of the Nuclear Plan in 1994, the enforcement of Law 23,877 in CNEA and the progressive deactivation of SATI.

Finally, it will reflect on the two main stages of technology transfer in CNEA for potential scientific and technological policies.

Introducción

Cuando se trata de referir el destino del Servicio de Asistencia Técnica a la Industria (SATI) – creado en 1961 por iniciativa del entonces Departamento de Metalurgia de la CNEA- es corriente afirmar que el mismo continúa en operaciones, pero bajo el nombre de “Unidad de Transferencia de Tecnología” del Centro Atómico Constituyentes. Esta nueva denominación simplemente sería el efecto de una “nueva realidad” cristalizada en la aprobación de la ley 23.877 de Promoción y Fomento a la Innovación Tecnológica, aprobada en el año 1990 y reglamentada en 1996 a través del Decreto 1331¹. Asimismo, dicho cambio de circunstancias, regido por una nueva visión política promovida por la entonces Secretaria de Ciencia y Técnica y el Ministerio de Educación acerca de la importancia de vincular las actividades científicas y tecnológicas con el sector productivo a los fines

de poder generar valor agregado a la producción, hablaría de un paradigma que tuvo repercusión en la totalidad de los Organismos de Ciencia y Técnica de la Argentina, y que algunos investigadores en Estudios Sociales de la Ciencia y la Tecnología denominan “ofertismo-vinculacionismo”². La CNEA, al haber sido pionera en el país en estrechar lazos con la industria nacional por intermedio del SATI, solamente habría visto plasmada en una legislación nacional una actividad que ya realizaba sin marco regulatorio alguno.

Actualmente, y a más de dos décadas de la aplicación de la ley 23.877 en la CNEA es posible reflexionar y preguntarnos, ¿son los principios rectores del SATI de las décadas del ‘60 y ‘70 realmente similares a aquellos que promovieron y actualmente promueven las actividades de vinculación tecnológica bajo la operatoria de la ley 23.877?

Al profundizar en el desarrollo histórico de las actividades de vinculación y transferencia de tecnología entre la CNEA y el sector socio-productivo se pueden vislumbrar matices interesantes que podrían dar cuenta de dos situaciones: que la CNEA experimentó un importante cambio en el modo de relacionarse con la esfera productiva; y que este cambio puede dar cuenta de las transformaciones institucionales de la CNEA al calor de las políticas nacionales en materia económica y científico-tecnológica.

Las conclusiones precedentes son apenas el resultado parcial de un trabajo en desarrollo que intentará realizar un análisis comparativo entre dos períodos fundamentales de la transferencia de tecnología en la CNEA: entre el antes y el después de la ley 23.877, o mejor dicho entre el antes y el después del SATI. El presente artículo es el primer paso para marcar los primeros trazos del camino.

La Transferencia de Tecnología: elemento fundamental del “Plan Nuclear”

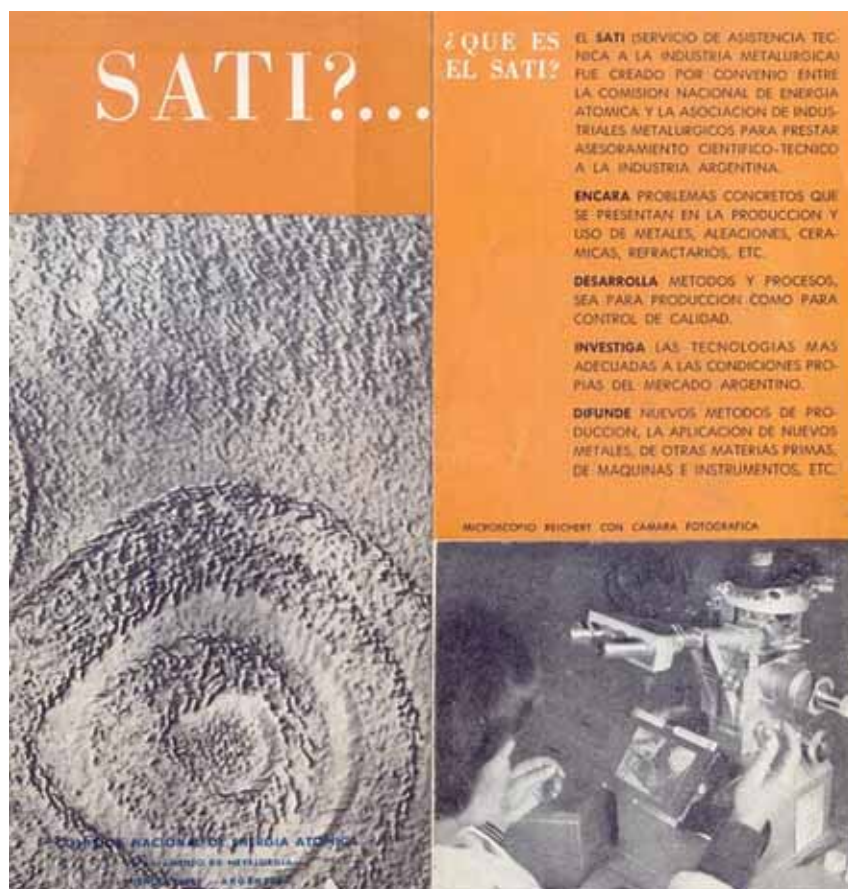
La concepción filosófica y política que ha distinguido a la Argentina en materia de planificación a largo plazo en el área nuclear se basó en la idea de que todo desarrollo nuclear nacional necesita de una industria nacional capacitada para poder ofrecer su capacidad productiva y “*expertise*” a los institutos y organismos dedicados a la energía nuclear. En efecto, la estructura productiva del país no puede estar ajena a una investigación científica con gran potencial aplicativo, por lo que se hace necesario ser conscientes de que la ciencia y la tecnología no son baluartes alejados de la realidad industrial de un país³.

En este sentido, la CNEA comprendió desde sus inicios que manipular la energía nuclear no implicaba solamente ingresar a la vanguardia de países capaces de dominar dicho campo: además exigía pensar en cuestiones que quizá a primera vista no estaban relacionadas con la “episteme” de la energía atómica, pero que eran aspectos acerca de las “etapas de industrialización” necesarias para que el dominio nuclear pudiese a ser aprovechado a gran escala por el país. Cabe recordar que,

ya desde la construcción del RA-1 en 1957, la CNEA abogó implícitamente por el concepto de “apertura del paquete tecnológico”, consistente en la compra de tecnología extranjera, pero con la condición de desagregar sus componentes para permitir la invención tanto de los científicos y técnicos de la CNEA como de la industria nacional en la construcción de sus componentes⁴. Luego de esta experiencia fundante de la CNEA, ¿cómo establecer una relación estrecha y duradera entre la industria y la CNEA?

La Dr. Sara Volman de Tanis, quien fuera Directora del SATI, sostiene que “las actividades relacionadas con la construcción de centrales nucleares y la generación de energía eléctrica mediante centrales nucleares constituyen la aplicación pacífica más importante del fenómeno de la fisión nuclear y su desarrollo ha dado nacimiento a la rama industrial denominada industria nuclear”⁵. De este modo, el gran salto cualitativo y cuantitativo en el dominio del campo nuclear en relación con la industria se da con la generación de tecnología nuclear para la construcción de centrales de generación eléctrica.

Fueron principalmente los integrantes del Departamento de Metalurgia primero, y luego de la Gerencia de Tecnología de la CNEA quienes



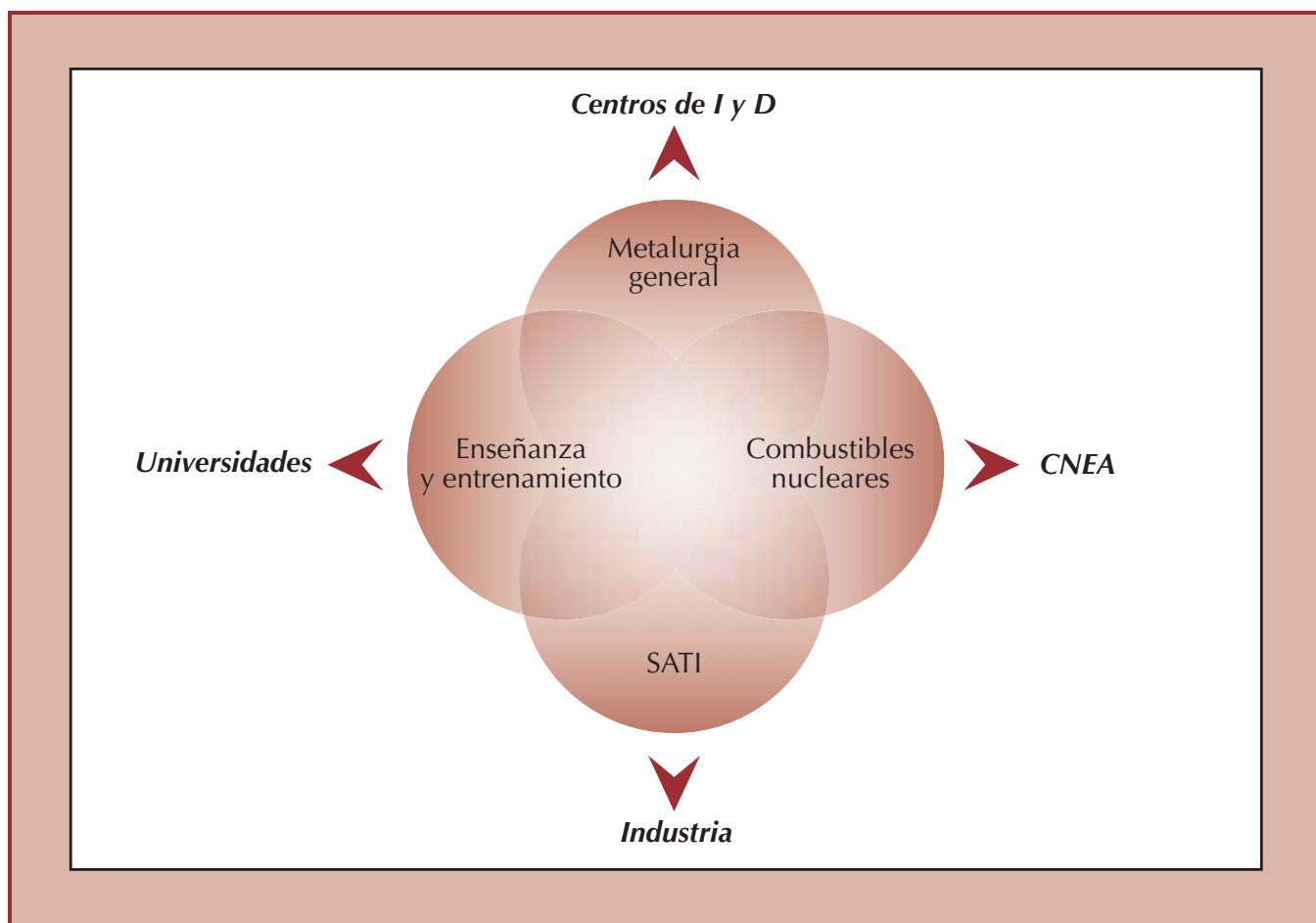


Figura 1. Interacción entre los grupos del Laboratorio de Metalurgia de la CNEA

Líneas de Trabajo del Departamento de Metalurgia hacia 1969

Grupos de investigación	Servicios técnico-científicos	Servicios técnicos generales
Aceros. Propiedades mecánicas en aceros de baja aleación	Análisis de gases metales	Taller mecánico
	Análisis químico	Taller de vidrio
Corrosión	Computación	Servicio de electrónica
Daño por irradiación	Ensayos mecánicos y extensometría	Servicio de vacío
Deformación plástica y plasticidad	Ensayos no destructivos	
Difracción de rayos X	Informática	
Difusión	Instrumentación	
Fatiga	Laminación	
Gases en metales	Matelografía (óptica y electrónica)	
Solidificación y fundición	Microsonda	
Trabajo mecánico	Rayos X	
Transformaciones de fase y tratamientos térmicos		

Fuente: Informe Ciencia e Industria: un caso argentino, de Carlos Martínez Vidal y Alberto Aráoz

planificaron a largo plazo sus actividades a los fines de generar una “industrialización nuclear” que luego repercutiría en generar energía eléctrica mediante fisión. Dicha industrialización estaba basada en diversas líneas de acción y etapas de ejecución, que contemplaban interacciones al interior de la CNEA, con las universidades, con Centros de Investigación y Desarrollo y con la industria (Figura 1).

En este panorama, el SATI aparece como el órgano encargado de interactuar con la industria, luego de que el Departamento de Metalurgia superara una primera etapa, entre 1955 y 1961, de constitución del Laboratorio, sellada por el éxito de la construcción del reactor RA-1, y la capacitación del personal en diferentes campos de la metalurgia

convencional, logrando para la década del 60, una variedad de líneas de trabajo.

Estas líneas de trabajo – oficios técnicos, ingenieriles y de investigación y desarrollo, al entrar en una etapa de maduración, estaban ya disponibles para su aprovechamiento por parte de la industria, tal como ocurrió en 1961 a través del SATI. Ahora, la pregunta que suscita esto es, ¿cuáles fueron las características de esos primeros esbozos de la relación CNEA-Industria?

Al revisar los primeros registros de los servicios prestados por el SATI, se puede definir un perfil caracterizado por una transferencia unidireccional de tecnología⁶, la cual consistía en que el reservorio de conocimientos técnicos y derivados de la

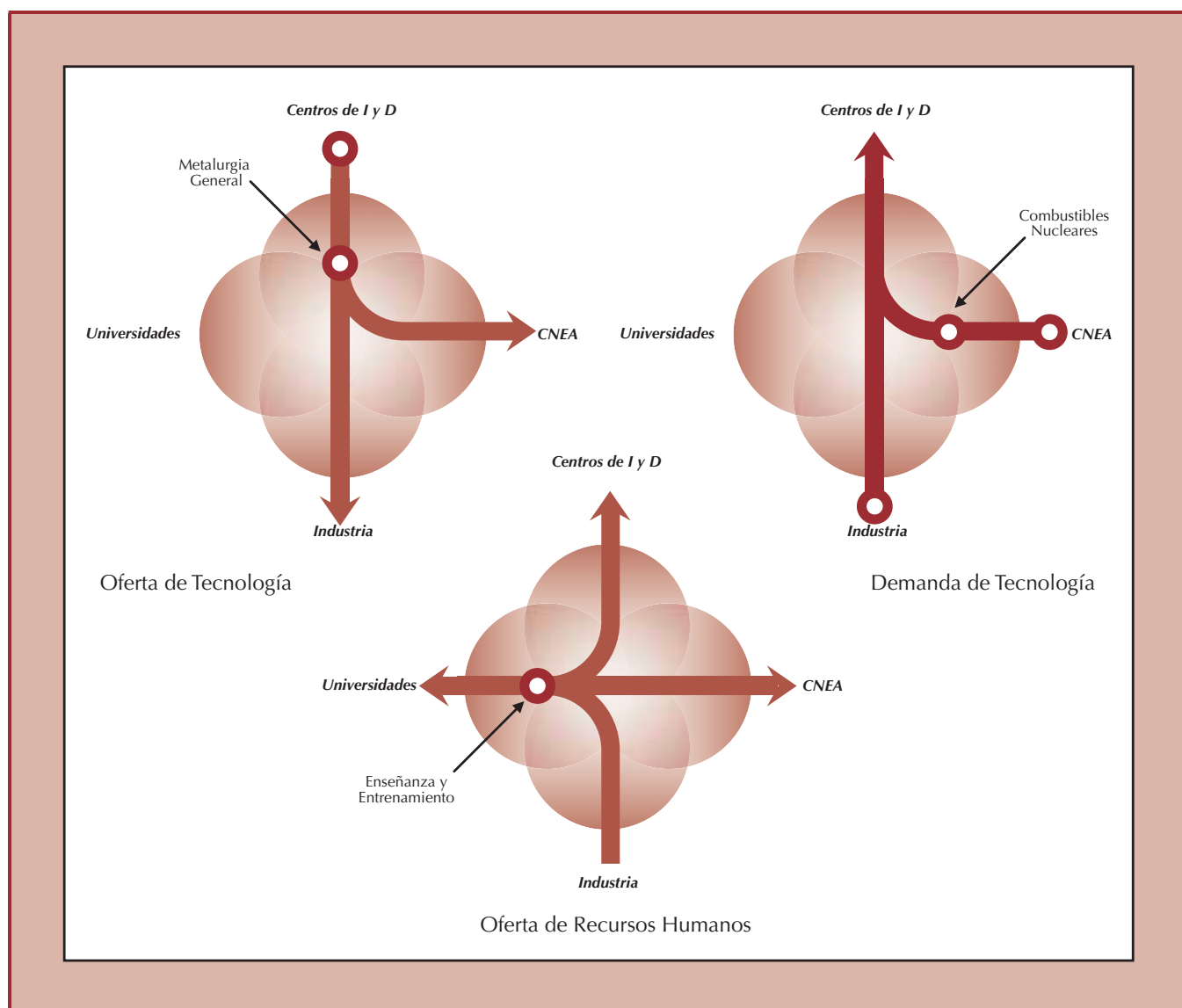


Figura 2. Flujos de oferta y demanda de tecnología del Laboratorio de Metalurgia de la CNEA

investigación científico-tecnológica adquiridos por el Departamento de Metalurgia en una década eran destinados para resolver las problemáticas propias de los sectores industriales que experimentaban una etapa de desarrollo gracias al proceso de Industrialización por Sustitución de Importaciones (ISI)⁷. La ISI, iniciada en 1929 en la Argentina, se encuentra a mediados de la década del '50 y principios de la del '60 con un panorama alentado por el “boom” exportador provocado por la guerra de Corea, la promoción de la radicación de empresas transnacionales – mediante una ley promovida por el gobierno de Frondizi a fines de 1958 - y el apoyo de organismos internacionales al desarrollo de las economías periféricas.

Aunque parcialmente es correcta esta idea de transferencia unidireccional de tecnología puesto que está comprobada por los Boletines Mensuales difundidos por el SATI en el primer año – que demuestran los resultados de los servicios a la industria automotriz y a la industria cervecera, y un mero servicio de consultoría industria; hechos y documentos posteriores a 1965 confirman que aquel

SATI era parte de un conjunto coherente y consistente de acciones del Grupo de Metalurgia, tendientes a dominar la tecnología de las centrales nucleares y desarrollar un mercado nuclear argentino.

En ese sentido, la Dra. Tanis se explayó en varios documentos sobre “la política de transferencia de tecnología llevada a cabo por el Laboratorio de Metalurgia de la CNEA”⁸. En el marco de esa política, el SATI es valorado como un eslabón más de un proceso de transferencia de tecnología compuesto por la adquisición de tecnología nuclear externa – el modelo de central nuclear alemán tipo PHWR - bajo la forma de paquete tecnológico⁹, y su transferencia al mercado local mediante la cooperación con las industrias para elevar su nivel tecnológico y así generar una industria nuclear basada principalmente en la construcción de centrales de potencia. Cabe agregar que las empresas e industrias que participaran en la construcción de la central se convertirían en proveedores del mercado nuclear, ya que se tenía en vista construir 6 centrales nucleares para el año 2000, con una participación nacional del 80%¹⁰.

Así, la transferencia de tecnología constituida

Trabajos realizados por el SATI, por tipo de actividad 1960-1983

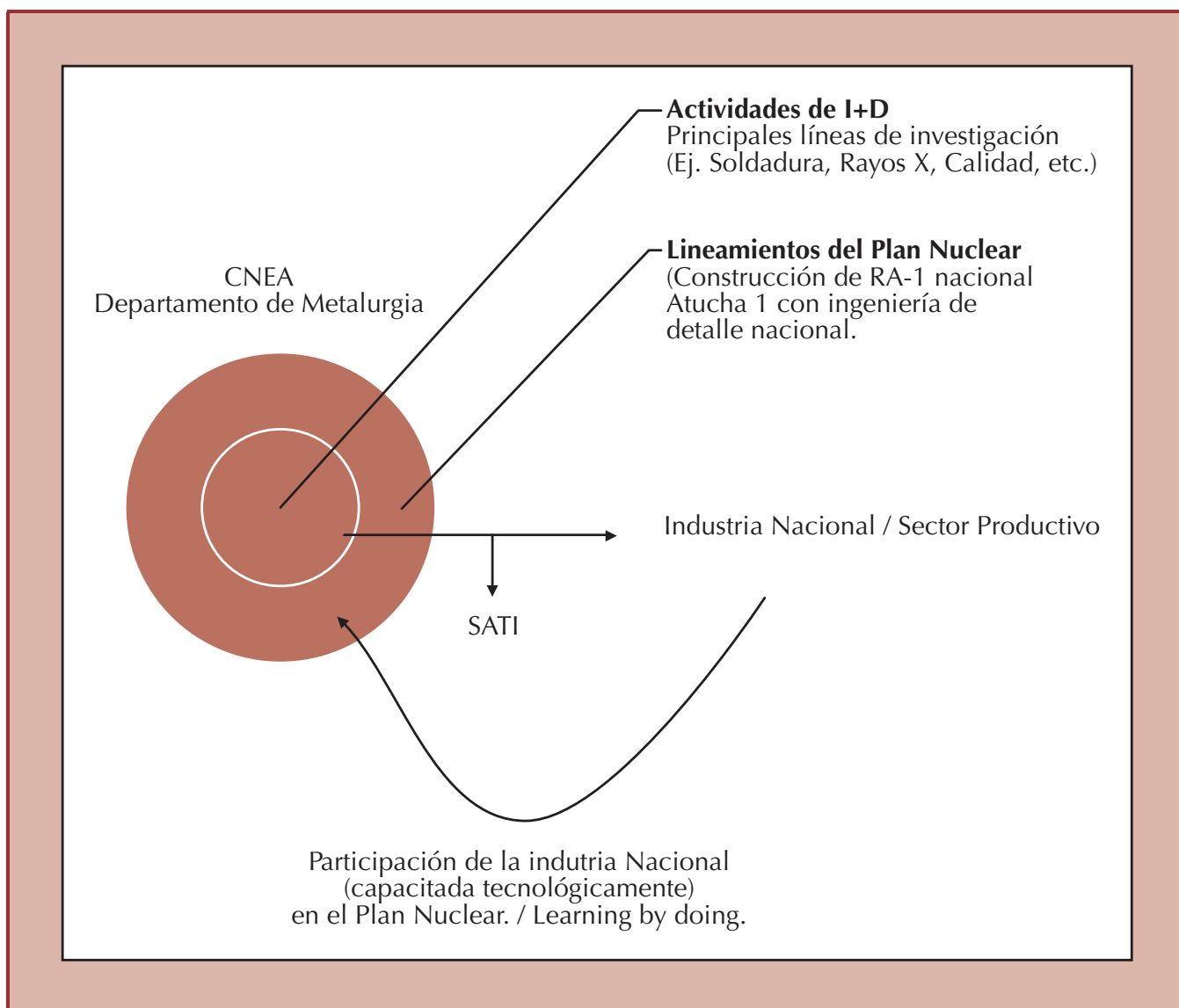
Actividad	1960/61	1962/63	1964/65	1966/67	1968/69	1970/71	1972/73	1974/75	1976/77	1978/79	1980/81	1982/83	Totales
Asesoramiento	-	1	2	14	9	6	24	9	15	9	2	17	108
Control de Calidad	-	2	8	23	46	25	49	27	65	130	100	113	588
1. Ensayos de rutina	-	1	1	1	13	4	14	9	16	45	35	66	205
2. Ensayos no destructivos	-	-	1	7	9	6	21	10	30	45	39	33	201
3. Ensayos especiales	-	1	6	15	24	15	14	8	19	40	26	14	182
Desarrollo	1	5	7	21	13	5	22	9	35	13	6	19	156
Peritaje	-	4	2	15	18	17	28	21	20	40	17	53	235
1. Sobre procesos	-	-	-	4	1	1	18	12	9	12	4	14	75
2. Sobre causas de fallas	-	4	2	11	17	16	10	9	11	28	13	39	160
Desarrollo de productos	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	5	5
Totales	1	12	19	73	86	53	123	66	135	192	125	207	1092

por la compra de una central con paquete tecnológico, la desagregación del mismo y su aprendizaje por parte de la CNEA, continuaba con la transmisión de dicho conocimiento y práctica tecnológica a la industria, cuyo contacto estuvo ya garantizado por el SATI desde 1961. Este proceso de transferencia se evidencia cuando se observan que los picos de demanda de servicios al SATI se dan en los bienios 66/67, 68/69, en coincidencia con la construcción de la central, y en los bienios 78/79 y 82/83, en simultáneo con los trabajos de control de calidad de la central.

Como puede apreciarse en la tabla, este pico estaría dado por la ejecución de un proyecto de envergadura, a través del cual estaría desarrollándose

la “etapa de retorno de la transferencia de tecnología desde las industrias hacia la naciente industria nuclear”¹¹. Así, este retorno consolidaría una transferencia bidireccional de tecnología¹², en función del Plan Nuclear de la CNEA¹³.

En conclusión, aquella planificación - anterior a la desactivación de la construcción de Atucha II - en cuyo seno se contemplaba la generación de una industria nacional capacitada para construir centrales de potencia, es un elemento fundamental para pensar la importancia del SATI. En este aspecto, nunca más atinado citar la frase de Jorge Sábato: “Yo resumiría la acción del SATI diciendo que gracias a su asistencia fue posible la activa participación que la industria argentina tuvo en la construcción de



Atucha y verdaderamente lo considero un dividendo excelente”.

La Ley 23.877, la “oferta tecnológica” y el fin de un modelo de transferencia de tecnología.

Un estudio realizado por el Centro de Investigaciones para la Transformación (CENIT) de la Facultad de Ciencias Económicas de la Universidad de Buenos Aires acerca de la vinculación de los organismos de ciencia y tecnología con los sectores productivos desde el origen de los mismos hasta el presente, sostiene que desde la década del '90 hasta la actualidad dicha relación se caracteriza por el impulso a las actividades de innovación y modernización del sector privado: “La década del '90 constituyó un punto de ruptura en materia científico-tecnológica”. Y continúa: “La nueva estrategia se basaba en la

combinación de la liberalización comercial, que funcionaría como “garrote” impulsor de ganancias de productividad vía cambio tecnológico en el sector privado, y el fomento y liberalización de la importación de tecnología que facilitaría aquel proceso”. Asimismo, la liberalización total del régimen de inversión extranjera directa, junto con las asociaciones del capital nacional y extranjero, el arancel cero para importar bienes de capital y la desregulación del régimen de transferencia de tecnología, constituyeron los pilares sobre los cuales debería asentarse, en la visión del gobierno, la modernización necesaria para que los agentes económicos enfrentaran el desafío de insertarse en un ambiente más desregulado y competitivo¹⁴.

Teniendo presente este panorama, es posible situar los alcances de la ley 23.877 de Promoción y Fomento a la Innovación Tecnológica, cuyo principal objetivo consiste en “mejorar la actividad productiva

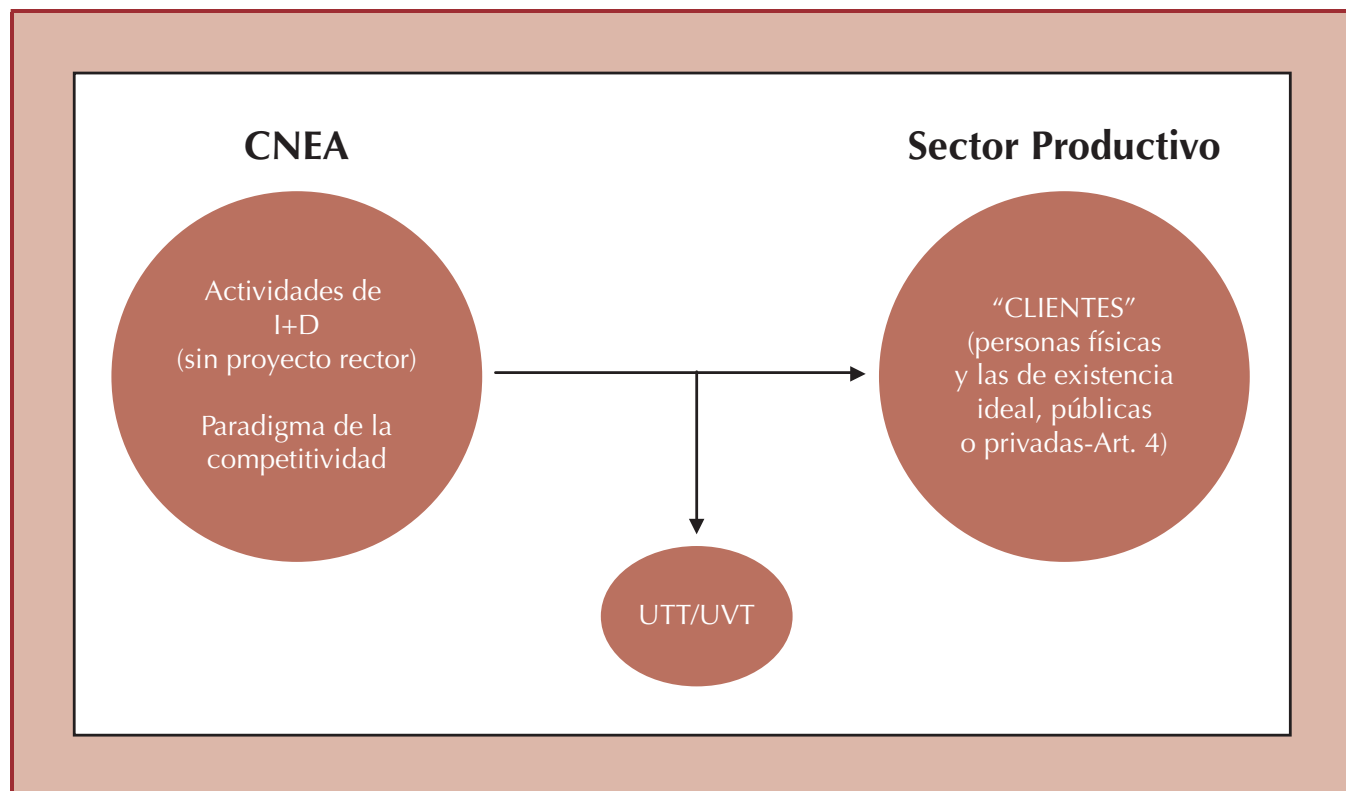
y comercial a través de la promoción y fomento de la investigación y desarrollo, la transmisión de tecnología, la asistencia técnica y todos aquellos hechos innovadores que redunden en el bienestar”. En otras palabras, si bien la desregulación permitía una transferencia fluida de tecnología del exterior al sector productivo, los organismos de ciencia y tecnología tendrían el nuevo rol de apoyar ese proceso de modernización.

Para generalizar el marco político en el que se instala la ley y otras medidas trascendentales tomadas durante la década – creación de la Agencia Nacional de Promoción Científica y Tecnológica (ANPCYT), creación del Fondo Tecnológico Argentino (FONTAR), promoción de la relación Universidad-Empresa, etc. - los economistas Daniel Chudnovsky y Andrés López sostienen que la actitud oficial frente a la política científica y tecnológica puede resumirse en: a) incrementar la vinculación del complejo de ciencia y tecnología con el sector productivo; b) elevar los recursos que se destinan a investigación aplicada y transferencia de tecnología; c) aumentar el margen de autofinanciamiento de las instituciones oficiales de ciencia y tecnología¹⁵.

La CNEA se vio fuertemente afectada por el nuevo panorama político y económico, ya que encontró a este nuevo paradigma en contraste con su modo

de gestionar históricamente sus actividades. En ese sentido, las medidas más impactantes fueron la privatización y la división del área nuclear en un ente regulador, un ente privado operador y la CNEA como ente propio de investigación y desarrollo¹⁶; y la desactivación de la construcción de la tercera central de potencia. Por último, y como consecuencia de la desactivación del Plan Nuclear - en tanto proyecto destinado a generar un mercado nuclear estable que maneje la tecnología nuclear a nivel industrial, se promovió el autofinanciamiento de los sectores de la CNEA a través de la prestación de servicios de asistencia tecnológica en el marco de la Ley de Innovación Tecnológica. En este aspecto, la CNEA corría con ventaja con respecto a otros organismos de ciencia y tecnología por poseer desde 1961 la infraestructura del SATI; solamente era necesario adaptarlo al nuevo contexto de ausencia de Plan Nuclear y a la necesidad de autofinanciamiento de los sectores.

Estos cambios pueden observarse, en primer lugar, en que, puesto que la ley 23.877 propuso la creación de la figura jurídica de la Unidad de Vinculación – definida como ente no estatal constituido para la identificación, selección,



formulación de proyectos de investigación y desarrollo, transmisión de tecnología y asistencia técnica - el SATI fue propuesto como Unidad de Vinculación. Sin embargo, debido a sucesivos requisitos en la aplicación de la ley, las Unidades de Vinculación debían surgir de las estructuras jurídicas de organismos no gubernamentales y universidades. Por eso, la Fundación Balseiro, una organización no gubernamental surgida en 1987 en estrecha vinculación con la CNEA, se constituyó en Unidad de Vinculación, mientras que el SATI se transformó en una Unidad de Transferencia de Tecnología, actuando como nexo entre las Unidades de Vinculación (Fundación Balseiro y luego otras que entraron en convenio con la institución) y la CNEA.

En segundo lugar, a diferencia del primer SATI, donde se observa que las características de los servicios prestados estaban destinados principalmente al sector industrial, se observa que la nueva “oferta tecnológica” amplió el espectro de servicios ofrecidos al separarse de la estructura organizativa de la Gerencia de Tecnología y constituirse como órgano autónomo: para 1996 vemos que la oferta tecnológica tiene la siguiente composición:

En efecto, la sinergia de los sectores que prestaban servicios a la industria a través del SATI por su relación estrecha con el Plan Nuclear, vieron liberadas sus líneas de trabajo de toda integración “transdisciplinaria” y destinadas a constituirse en “oferta tecnológica”.

Finalmente, vale aclarar que dicha oferta tenía las características de servicios al sector productivo con el fin de financiar a los sectores prestadores, mientras que el primer SATI se definía como una organización sin fines de lucro cuyo objetivo era “integrar a la CNEA con la industria” en una relación de mutuo enriquecimiento. En este último punto, también se puede evidenciar una diferencia entre el primer SATI y la operatoria bajo la ley 23.877.

Análisis de las etapas

Expuestas taxativamente las dos etapas históricas de la relación CNEA-sector productivo, es posible enmarcarlos en un correspondiente sistema de ideas acerca del rol de la ciencia y la tecnología en la sociedad. Para esto, se tendrá en cuenta la conceptualización realizada por Carlos Martínez Vidal y Manuel Marí.

Tareas integrales para empresas	Desarrollos puntuales, estudios y asesoramientos para empresas	Estudios medioambientales
Evaluación de integridad estructural y reparaciones necesarias para la extensión de vida útil de plantas y componentes, desarrollo de tecnologías "a medida", ingeniería de proyectos, etc.	Análisis de fallas, caracterización y selección de materiales, consultoría de corrosión, química del agua, ensayos no destructivos, ensayos estructurales, instrumentación y control, etc.	Análisis de contaminantes atmosféricos y de efluentes, evaluación del impacto ambiental de industrias, uso racional de energías, etc.

En primer lugar, el surgimiento del SATI se sitúa en un contexto de auge en la CNEA de la Escuela Latinoamericana de Pensamiento en Ciencia y Tecnología (ELAPCYTED), surgida a mediados de los años '50 y tomando como base teórica las ideas del primer Secretario General de la CEPAL, Raúl Prebisch, quien en 1949 había publicado “El desarrollo económico de la América Latina y algunos de sus principales problemas”. En esta obra, Prebisch plantea la necesidad de industrialización de las economías periféricas a los fines de reducir la dependencia de bienes de capital, insumos críticos y tecnología del exterior; dependencia que las condenaba a un subdesarrollo estructural y crónico¹⁷.

Teniendo en cuenta estas consignas, los defensores de la ELAPCYTED en la CNEA y otros representantes de este pensamiento latinoamericano, abogaron por el objetivo de alcanzar la “autonomía decisional en

tecnología” de los países latinoamericanos, a través de la creación de una “red de grandes proyectos sectoriales”¹⁸. En cada uno de los proyectos se buscaba la capacidad de negociar la transferencia de tecnología combinando en esta operación la adquisición de tecnología extranjera con la generación propia – es decir, excluyendo el concepto de paquete cerrado o llave en mano - y así poder controlar los contratos de transferencia de tecnología del exterior en función de sus fortalezas tecnológicas. Esta clase de autonomía decisional finalmente derivaría en la introducción de la tecnología como variable ineludible de un proceso de desarrollo nacional intrínseco y la generación de una política nacional en ciencia y tecnología¹⁹. Este “corpus” de ideas fue la justificación de la ya mencionada “apertura del paquete tecnológico” de las centrales de potencia compradas en el exterior para permitir

la participación de la industria nacional y generar a largo plazo una industria nuclear.

El SATI, entonces, viene a constituirse como un espacio de “promoción de la industrialización” tanto de los sectores demandantes como del propio sector nuclear que buscaba la generación de su mercado. Con respecto a esto último, la relación CNEA-industria no aparece aislada, sino que, en tanto el SATI es un eslabón del flujo del conocimiento científico-tecnológico de la CNEA hacia la esfera industrial, estaba fuertemente motivada por la consigna de la ELAPCYTED de dominar el proceso de transferencia de tecnología de un proyecto sectorial.

Hay que destacar que paralelamente a las ideas de la ELAPCYTED se promovía otro discurso, principalmente desde los organismos internacionales como la UNESCO, acerca del desarrollo científico y tecnológico como condición necesaria y suficiente para generar el desarrollo económico y social de los países periféricos: el “ofertismo”. El “movimiento ofertista” se apoyaba en el modelo lineal ciencia básica-ciencia aplicada-tecnología, según el cual la propia oferta del conocimientos científico-tecnológicos generaría su propia demanda de innovaciones productivas, por lo que “la mejor manera de tener ciencia aplicada es intensificar la investigación científica fundamental, pues de ella derivarán abundantes aplicaciones”²⁰.

Además, como complemento del “ofertismo” y como mecanismo de aceleración del proceso de “modernización”, surge el “vinculacionismo” para procurar lazos entre las instituciones de investigación y desarrollo y el sector productivo; esta tarea era responsabilidad de las unidades de investigación y transferencia, creadas a este efecto²¹. Así, la combinación “ofertismo-vinculación” constituye el núcleo de una política científico- tecnológica que supone a la producción científica y de prototipos tecnológicos como condición para generar procesos de innovación. Esta concepción “ofertista-vinculacionista” se plasmó en la Ley 23.877, con la particularidad de hacer un énfasis en la centralidad de la innovación tecnológica²².

Resulta curioso que precisamente el modelo “ofertista-vinculacionista”, que está en oposición al modelo propuesto por la ELAPCYTED, sea el mismo que precisamente se promovió a partir de la ley 23.877, cuya aplicación en la CNEA fue casi en simultáneo a la desactivación de la iniciativa institucional.

Así, el espíritu de la ley 23.877 tiene como condición que existan laboratorios de investigación y desarrollo sin un proyecto sectorial rector y definido

por la propia institución, ya que tal iniciativa pasaría a los microactores económicos en función no sólo de las necesidades de innovación de éstos, sino también de la ecuación costo-beneficio en términos de si es conveniente económicamente realizar la modernización tecnológica en el país o en el extranjero. Entonces, en caso de que una línea de investigación no fuese demandada por el mercado, esa línea no tendría posibilidad de ser apoyada. A este respecto, queda por investigar cuáles fueron los efectos de la desactivación del Plan Nuclear en sus líneas de investigación, para comprobar si efectivamente en el transcurso de la aplicación de la Ley 23.877, dichas líneas vieron peligrar su continuidad por la nula demanda del mercado, si pudieron reencausarse para adecuarse a la nueva situación, o si fueron protegidas por la CNEA en función de la vigencia de proyectos propios del área nuclear (CAREM, producción de radioisótopos, etc.)²³.

Conclusiones

La pregunta por la transferencia de tecnología en la historia de la CNEA es tan abarcativa que puede caer en ambigüedades o reduccionismos tales como decir “hay que volver al pasado del SATI y el primer Plan Nuclear”. Arribar a esa clase de premisas absolutas sería no hacer caso a lo planteado en la introducción acerca de que el presente trabajo es apenas un acercamiento para comprender la dinámica histórica de relación CNEA-industria y CNEA-sector productivo. Aún resta, por un lado, recavar en la experiencia de los laboratorios y sectores que han encontrado en la Ley 23.877 un método de autofinanciación y de relación con el sector productivo.

Por otro lado, se deberá analizar en profundidad cómo la reactivación del Plan Nuclear en el año 2006 repercutió en el panorama de las actividades enmarcadas en dicha ley, ya que diversos sectores del sector retomaron sus vínculos con la construcción de Atucha II o del prototipo CAREM, entre otros proyectos, más allá de que los servicios a terceros no se suprimieron de las actividades normales de la institución. Esta información es clave para dar operatividad y mayor consistencia a los conceptos desplegados en el presente trabajo.

Además, al conocer la experiencia de la CNEA en materia de transferencia de tecnología, estas cuestiones pueden ser de gran importancia para poder encontrar las fortalezas y debilidades del modelo “ofertista-vinculacionista” a la luz de una

posible reactivación de las ideas del Pensamiento Latinoamericano en Ciencia y Tecnología en lo que respecta a la gestión de grandes proyectos sectoriales.

Por último, avanzaren un análisis de la transferencia de tecnología en la CNEA hasta la actualidad es importante para futuras formulaciones de políticas científico-tecnológicas tanto para el área nuclear como para el sector científico-tecnológico nacional, puesto que la experiencia de la CNEA en esta materia es muy interesante por haber experimentado – y, en un sentido, experimentar - en su seno la ejecución de los dos paradigmas expuestos.

Bibliografía

- Arza, V.; López, A.; Gajst, N. (2008): "Los Organismos Públicos de Investigación (OPI) en Argentina y su vinculación con otros actores sociales desde una perspectiva histórica", Centro de Investigaciones para la Transformación (CENIT), DT 26/2008.
- Chudnovsky, D.; López, A. (1996): "Política tecnológica en la Argentina: ¿hay algo más que laissez faire?". En: Revista REDES, Vol. I, N° 6
- Martínez Vidal, C.; Marí, Manuel (2002): "La Escuela Latinoamericana de Pensamiento en Ciencia, Tecnología y Desarrollo. Notas de un Proyecto de Investigación". En: Revista Iberoamericana de Ciencia, Tecnología, Sociedad e Innovación, N°4.
- Dagnino, R; Thomas, H.; Dvyt, A.(1996) "El pensamiento en ciencia, tecnología y sociedad en Latinoamérica: una interpretación política de su trayectoria". En: Revista REDES, Vol. III, N°7, Buenos Aires.
- Enriquez, Santiago (2011): "A 50 años del SATI: apuntes de una heterodoxia". En: Revista CNEA, N°41-42.
- Etzkowitz, H.; Leydesdorff, L. (2000): "*The dynamics of innovation: from National Systems and "Mode2" to a Triple Helix of university-industry-government relations*", En: *Research Policy*, N° 29.
- García Martínez, Julio César (2011): "Factores que influyen en la transferencia de conocimientos a través de incubadoras universitarias: dos casos de estudio" Tesis. FLACSO, México
- Houssay, Bernardo (1960): "La investigación científica", Editorial Columba.
- Hurtado de Mendoza, Diego (2010): "Organización de las Instituciones Científicas en la Argentina (1933-1996). Una visión panorámica." En: Cuadernos Instituto Ciencias de la Tierra (ICES), N° 3
- Quilici, Domingo (2008): "Reflexiones sobre el desarrollo de proveedores locales para la industria nuclear argentina". En: Revista CNEA, N°31-32.
- Sábato, Jorge (1972): "15 años de metalurgia en la CNEA". En: Revista Ciencia Nueva, No. 15.
- Sábato, Jorge (1976): "El origen de algunas de mis ideas". En: Ciapuscio, Héctor (comp.) (1994): Repensando la política tecnológica. Homenaje a Jorge Sábato. Ediciones Nueva Visión.
- Sábato, Jorge (1997) "Bases para un régimen de tecnología". En: Revista REDES, Vol. IV, N°10.
- SAM-Asociación Argentina de Materiales (2005). "Vinculación de Centros de I+D con PYMES". En: Informe del Taller Ciencia e Ingeniería de Materiales para la Industria.
- Volman de Tanis, Sara (1984): "Transferencia de Tecnología en la CNEA". CNEA-NT 9/84
- Volman de Tanis, Sara (1986): "Desarrollo del mercado nuclear argentino y de sus proveedores". CNEA NT 23/86.
- 1 SAM-Asociación Argentina de Materiales (2005). Vinculación de Centros de I+D con PYMES. En: Informe del Taller Ciencia e Ingeniería de Materiales para la Industria.
- 2 Dagnino, R; Thomas, H.; Dvyt, A. (1996) El pensamiento en ciencia, tecnología y sociedad en Latinoamérica: una interpretación política de su trayectoria. En Revista REDES, Vol. III, N°7, Buenos Aires, pp. 19-21.
- 3 Sábato, Jorge (1976): "El origen de algunas de mis ideas", en: Ciapuscio, Héctor (Comp.) (1994): Repensando la política tecnológica. Homenaje a Jorge Sábato". Ediciones Nueva Visión, p.104.
- 4 Una de las novedades en la construcción del RA-1 fue, en primer lugar, que se introdujo una innovación al modelo del reactor importado del Argonne National Laboratory, la co-extrudación aluminio-óxido de uranio en las placas del elemento combustible y que el "know how" del reactor importado a Alemania para la construcción del reactor MZFR tuvo a cargo a la entonces empresa argentina SIAM Electromecánica para su construcción. Ver Sábato, Jorge (1972): "15 años de metalurgia en la CNEA", Revista Ciencia Nueva, No. 15, p.8.
- 5 Volman de Tanis, Sara (1986): "Desarrollo del mercado nuclear argentino y de sus proveedores". CNEA NT 23/86, p. 10.
- 6 De acuerdo a la bibliografía especializada, la transferencia unidireccional de conocimientos supone una baja complejidad en la relación entre un centro de investigación y desarrollo (generalmente universidades) y las empresas, puesto que la relación se basa en un emisor y un receptor sin ningún aspecto de "feedback" desde la empresa al Centro de Investigación y Desarrollo previsto o explicitado. Ver García Martínez, Julio César (2011). "Factores que influyen en la transferencia de conocimientos a través de incubadoras universitarias: dos casos de estudio" Tesis. FLACSO, México, pp. 19-22.
- 7 Quilici, Domingo (2008). "Reflexiones sobre el desarrollo de proveedores locales para la industria nuclear argentina", en Revista CNEA, N°31-32, pp. 14
- 8 Volman de Tanis, S. "Transferencia de Tecnología en la CNEA". CNEA-NT 9/84.
- 9 El concepto de "apertura del paquete tecnológico" está situado en una serie de acciones para introducir tecnología importada, pero desde "adentro hacia afuera", lo que implica que "dada una política industrial inscripta en el marco de una cierta política económica, cómo utilizar la tecnología (importada) de forma que sea compatible con esa política, y contribuya de manera óptima a alcanzar los objetivos de la política industrial". Ver Sábato, J. (1997) "Bases para un régimen de tecnología" en, Revista REDES, Vol. IV, N°10, p121.
- 10 Volman de Tanis, S., Op.Cit., p. 29.
- 11 "El conocimiento de la capacidad industrial instalada,

permitió a la CNEA hacer participar al sector productivo en proyectos de gran envergadura tecnológica asumiendo muchas responsabilidades frente a otros contratistas y saliendo airosa en la casi totalidad de los casos que subvencionó, financió a través de la orden de compra su desarrollo, o promovió a través de algún otro mecanismo indirecto”. Volman de Tanis, S. Op Cit. P 16.

12 Sobre el concepto de transferencia bidireccional de conocimientos, ver Arza, V.; López, A.; Gajst, N. (2008): “Los Organismos Públicos de Investigación (OPI) en Argentina y su vinculación con otros actores sociales desde una perspectiva histórica”, Centro de Investigaciones para la Transformación (CENIT), DT 26/2008.

13 El concepto de bidireccionalidad denota la complejidad y el “feedback” entre la CNEA y la industria. “La transferencia de tecnología tanto la propia como la del exterior ha llegado a las más diversas empresas, que por sus características han sido seleccionadas ser proveedores de la CNEA o que han recurrido a ella para proveer a otras empresas”. Volman de Tanis, S. Op. Cit.

14 Arza, V.; López, A.; Gajst, N.; Op. Cit., p.15.

15 Chudnovsky, D.; López, A. (1996): “Política tecnológica en la Argentina: ¿hay algo más que *laissez faire*?”, en REDES, Vol. I, N° 6, p.49.

16 Decreto PEN 1540/94

17 Martínez Vidal, C.; Marí, Manuel (2002): “La Escuela Latinoamericana de Pensamiento en Ciencia, Tecnología y Desarrollo. Notas de un Proyecto de Investigación”, Revista Iberoamericana de Ciencia, Tecnología, Sociedad e Innovación, N°4, p.3.

18 Martínez Vidal, C.; Marí, M.Op. Cit., p. 8.

19 Op. Cit.,p.12.

20 Houssay, Bernardo (1960): “La investigación científica”, Editorial Columba, p.11.

21 Este modelo de gestión de la ciencia y la tecnología tuvo gran repercusión en el CONICET desde sus inicios, promoviendo la “libertad de investigación”, y ofreciendo sus aplicaciones a través del “vinculacionismo” en 1985 con la creación de su Oficina de Transferencia de Tecnología, y en 1986 con la creación de la Comisión Asesora de Desarrollo Tecnológico, que promovía la inversión de riesgo en el sector productivo. Ver Hurtado de Mendoza, Diego (2010): “Organización de las Instituciones Científicas en la Argentina (1933-1996). Una visión panorámica.”, Cuadernos Instituto Ciencias de la Tierra (ICES) 3, p. 55.

22 El nuevo contexto en el que se inserta el concepto de innovación está dado el “locus central de la empresa”, así el modelo lineal encuentra un complemento en el modelo de la “triple hélice”, como paradigma de la innovación. Ver Etzkowitz, H.; Leydesdorff, L. (2000): “*The dynamics of innovation: from National Systems and “Mode2” to a Triple Helix of university-industry-government relations*”, *Research Policy* 29, pp. 109-123.

23 La CNEA aun no ha realizado un estudio sobre la evolución de las líneas de investigación que, generadas antes de la década del '90, fueron interrumpidas junto con el Plan Nuclear. Sin embargo, se puede conocer que, por ejemplo, durante ésta década se hicieron desarrollos en materia medioambiental o de energías alternativas en colaboración con sectores productivos; y el desarrollo del Plan Espacial de la Comisión Nacional de Actividades Espaciales (CONAE) dispuso de capacidad de investigación de la CNEA para construir satélites. Además, grupos de Daño por Hidrógeno vieron virar sus trabajos al estar condicionados por empresas como SOMISA y no por un plan nuclear

Trabajo presentado en la XXXIX Reunión Anual de la Asociación Argentina de Tecnología Nuclear, Buenos Aires, 3 al 7 de diciembre de 2012

AATN

XL 2013

REUNIÓN
ANUAL

9 al 13 de
diciembre

Ministerio de
Relaciones y Culto
Palacio San Martín
Arenales 761
C. A. de
Buenos Aires

Máquina de
recambio
del combustible
nuclear de la
Central Nuclear
Atucha II
(Lima, Prov.
de Bs. As.)

Participación nuclear en el
panorama energético nacional

PRESENTACIONES
ORALES

CONFERENCIAS
PLENARIAS

MESAS
REDONDAS



Informes: ASOCIACIÓN ARGENTINA DE
TECNOLOGÍA NUCLEAR
Av. Callao 384 (1º3) CABA Tel: 011-4372-2013
www.aatn.org.ar aatnmail@gmail.com

Manejo del biodeterioro en recursos culturales por aplicación de radiaciones ionizantes

MIGUEL RITACCO - Sector Manejo de Artrópodos Perjudiciales - Gerencia Aplicaciones y Tecnología de las Radiaciones – Comisión Nacional de Energía Atómica

En la CNEA se ha adaptado y desarrollado una herramienta que consiste en someter a bajas dosis de radiación ionizante a piezas o sus partes dañadas por insectos y otros artrópodos, aplicación que mediante estudios convencionales no permitió determinar consecuencias indeseables hasta el mediano plazo en el sustrato hospedero y si la inmediata detención de su estropeo por el efecto que este tratamiento genera en esa fauna artropódica.

En 1994 se planteó la posibilidad de iniciar este proyecto fraccionado en dos partes: a) en algunos laboratorios de la CNEA, de la Universidad de Morón, del Instituto Nacional de Tecnología Industrial (INTI) y en el Instituto Pratt de Nueva York se realizarían los estudios sobre los efectos que estas dosis pudieran generar en los sustratos susceptibles; b) en el Laboratorio del Sector Manejo de Artrópodos Perjudiciales se evaluarían las consecuencias de estas aplicaciones en especies infestantes.

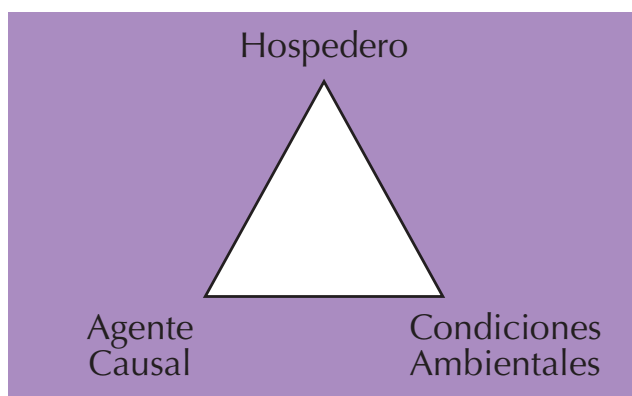
Luego de 6 años quedó demostrado que en el caso del material biológico perjudicial estudiado, la aplicación de dosis subletales (5 a 7 kGy) hasta potencialmente letales (10 a 12 kGy) de radiación gamma emitida por el ^{60}Co a una tasa del orden de 250 Gy/min, genera disfunciones al menos en los sistemas digestivo, nervioso, genital y muscular (y por lo tanto en su comportamiento) de modo irreversible, en los individuos inmaduros o adultos de ambos sexos que se encuentren sobre o dentro de material hospedero, deteriorando su calidad de vida y precipitando la muerte, sin causar variaciones de temperatura del objeto irradiado, sin humedecerlo, sin influir en el proceso de envejecimiento natural, sin variar la tonalidad de los colores, sin afectar el sonido de los instrumentos musicales, sin modificar la textura, sin acción residual, sin riesgos toxicológicos ni tecnológicos, respetando el acervo y a un costo económico competitivo en comparación con los medios convencionales y otros de punta.

Luego de la fase de difusión, desde hace unos 8 años el Laboratorio Manejo de Artrópodos Perjudiciales responde a las inquietudes que plantean los interesados estudiando el problema; luego para los casos plausibles, se practica la radiodesinfestación de estos recursos culturales como un servicio en la Planta de Irradiación Semi Industrial del Centro Atómico Ezeiza, habiéndose posicionado a la Argentina como el tercer país en aplicarlo. Es decir: desde la CNEA se ofrece una asistencia integral al solicitante.

Insects can attack various organic products including those make cultural objects such as furniture, books, yarn, etc. There are different procedures to disinfect, but the application of ionizing radiation (^{60}Co) has advantages over others because the low doses employed affecting this insects not produce undesirable changes in objects. CNEA has adopted and developed a tool consisting to submit to low doses of ionizing radiation cultural objects damaged for insects and other arthropods, without undesirable consequences in the medium term for the characteristics of these objects and the immediate stop of the damaged, because the effects of this treatment on the arthropod fauna. Since eight years ago CNEA give radio disinfection services to cultural objects in his Semi Industrial Radiation Plant at the Ezeiza Atomic Center.

1. Introducción

Las materias primas de origen orgánico o sus productos, pueden ser abordados por algunas especies de seres animados debido a que los necesitan para concretar sus funciones vitales, cometido que sólo se podrá concretar en los casos que la situación del ambiente sea adecuada y que el hospedero presente condiciones de bio-vulnerabilidad. Es decir, en este escenario son tres los actores que intervienen constituyendo el Triangulo de Variables Imprescindibles (TVI):



Si bien se dispone de varios procedimientos para luchar contra los artrópodos (radiación infrarroja y ultravioleta, plaguicidas químicos, anoxia e hipoxia, frío, calor, ultrasonido, nanoinsecticidas, tierra de diatomeas y otros), todos los métodos presentan inconvenientes tecnológicos, ambientales o económicos.

En este trabajo se trata el caso de la aplicación de radiaciones ionizantes para el manejo de la fauna artropódica que infesta recursos culturales.

2. Propósito

Este proyecto se diseñó para que, luego de cumplir con éxito todos los pasos del trabajo de investigación y de establecer su viabilidad tecnológica y económica, se pueda formalizar un procedimiento orientado a manejar el biodeterioro de obras de valor cultural sin producir alteraciones significativas en las piezas, respetando el ambiente y sin producir efectos indeseables en la salud del personal involucrado y el público.

3. Materiales

3.1. Planta de Irradiación Semi Industrial del Centro Atómico Ezeiza (PISI)

Todos los experimentos y los servicios de irradiación de estos productos se realizaron en esta instalación. Sólo recordaremos que cuenta con una fuente de ^{60}Co y que en ella se procesan diferentes productos comerciales y se realizan trabajos de investigación y desarrollo para diferentes sectores de la CNEA.

3.2. Fauna artropódica que visita objetos de valor cultural

La inmovilización de los objetos en vitrina, sala o depósito, principalmente durante largos períodos de tiempo, es una variable que contribuye a la aparición de plagas artropódicas pues se desarrollan sin inconvenientes en esas condiciones, por lo que con frecuencia debe revisarse el material para prevenir nuevas infestaciones. Estas piezas pueden ser abordadas por una amplia diversidad de grupos animales, en particular especímenes del *phylum Arthropoda* (invertebrados con su cuerpo articulado) y dentro de éste mayoritariamente quienes se encuentran en la clase *Insecta* (tres pares de patas), pequeña fauna acompañante de los restos orgánicos donde encuentran su “hábitat” ideal, consumiendo el sustrato que han invadido.

Orugas de gorgojos y escarabajos pertenecientes a las familias *Curculionidae*, *Cerambycidae*, *Anobiidae*, *Dermestidae* y otras, son tremendamente voraces en su etapa larvaria causando la parcial o total destrucción del tejido en el que han depositado sus huevos. Cavan galerías en el interior del cuero, madera, cartón y otros productos orgánicos, llegando a afectar de modo directo las propiedades físico-químicas del material y luego daños indirectos por la generación de polvillo, sustrato en el que se desarrollan plagas insectiles secundarias y ácaros. Las especies del orden *Coleoptera* pueden desintegrar y acabar con una importante parte de nuestro patrimonio cultural.



Antrhenus spp. en alfombra

Las polillas *Tinea* spp, *Tineola* spp, *Anagasta* spp y otras depositan sus huevos sobre los tapices, atuendo, alfombras, cortinados, etc. Luego de la eclosión las larvas se alimentan de esas fibras con el fin de incorporar queratina, colágeno, elastina y fibrina (proteínas animales fibrosas o escleroproteínas) que necesitan para la prosecución de su ciclo biológico.



Ephestia spp. adulto

Los insectos en estado ninfal y adulto del orden *Orthoptera* (grillos) se alimentan de hilados vegetales de diferente textura y coloración, mientras que las cucarachas (*Blatella germanica*, *Blatta orientalis* y otras) son omnívoras.



Gryllus Domesticus

En cambio los “piojos de los libros” *Liposcelis divinatorius* y *Trogium pulsatorium* (orden *Psocoptera* [= *Corrodentia*]), el “pez de plata” *Lepisma saccharina* y “rapaz de fuego” *Thermobia domestica* (ambos orden *Thysanura*), ocasionan severos daños en los libros, papiros, cartones, pegamento, etc.



Thermobia Doméstica

Otros insectos dañinos que pueden afectar el acervo cultural son los correspondientes a los ordenes *Hymenoptera* (avispa), *Isoptera* (hormigas carpinteras, termitas) y *Diptera* (moscas). Estas formas se definen como “plagas migratorias”, es decir si bien necesitan ese medio para sostener su vida generándole daños desde leves hasta severos y de diferente tipo (por humedad, manchas, etc.), no desarrollan su vida dentro de él.



Avispa Polistes fuscatus

Una atención particular merecen las pulgas (insecto que pertenece al orden *Siphonaptera*) y los ácaros (clase *Arachnida*: orden *Acarina*) que si bien viven en algunas de estas piezas, se alimentan de restos que en ellas encuentran y generan molestias a las personas por picaduras y alergias que pueden producir.

Las arañas (orden *Araneida*) si bien generan rechazo por su misma presencia y por la formación de telas, no afectan directamente a estos productos y además, por su condición de individuos carnívoros, se constituyen en enemigos naturales de especies dañinas. No obstante, tanto el personal que trabaja en los museos, bibliotecas, etc. como las visitas, deberán estar atentos a su presencia y evitar contacto con ellas.

3.3. Materiales infestados

Las diferentes especies de madera (pino, sauce, ébano), los hilos y fibras de origen vegetal entre las que encontramos al algodón y al lino, y animal como lana, seda u otros, los cueros, etc. con los cuales se han elaborado diferentes artículos de mueblería, libros, tapices y alfombras, cuadros, estatuas, etc. pueden ser atacados por una diversidad importante

de artrópodos, toda vez que en el sitio donde se encuentren haya condiciones abióticas apropiadas para que esa fauna pueda desarrollar sus funciones vitales sin inconvenientes.

Además, cada uno de estos artículos tiene que reunir básicamente condiciones de formato, color y olor para que los artrópodos se alimenten, copulen, ovipositen o se refugien en ellos.

Los productos con valor cultural particularmente, presentan condiciones atractivas para una importante cantidad de especies artropódicas debido a que durante el tiempo transcurrido desde su elaboración se han acumulado rastros de diferentes almacenajes, de transporte, manejo, etc. variables que pueden favorecer la llegada de estos agentes perniciosos.



Libro, sillón e instrumento musical infestados

4. Medios de lucha

Desde la identificación por Aristóteles (384 a C - 322 a C) de una polilla, a la que definió en su *Historia Animalium* como “un extraño animáculo que perfora la ropa.....”, el hombre ha empleado cuanto medio estuvo a su alcance para luchar contra estos individuos que requieren los mismos elementos y en el mismo momento que aquél para cumplir con sus funciones vitales.

Muchos de los procedimientos pergeñados y luego aplicados, han sido fruto de la impaciencia, el desconocimiento, las presiones, las modas, la búsqueda de resultados rápidos, etc. con consecuencias indeseables en el corto o mediano plazo. Se requiere de un procedimiento eficaz contra estos insectos e inocuo para las colecciones.

Algunos de ellos se describen someramente a continuación.

4.1. Plaguicidas de síntesis química

Actualmente el grupo más importante es el de los piretroides, originado en el piretro que es un componente de las flores de crisantemo. Se han desarrollado derivados sintéticos más modernos, a partir de los isómeros más activos de este grupo.

Si bien es el procedimiento de lucha que más rápidamente produce la muerte del agente causal del daño, los ovicidas (que pueden controlar la “infestación oculta”), los larvicidas y el resto de los biocidas sintéticos se emplean habitualmente. Sin embargo, las incorrectas e inoportunas aplicaciones causan una cantidad de inconvenientes, y aplicar cualquier tipo de insecticida puede resultar contraproducente. Algunas cuestiones son:

Estos productos son pulverizados y si bien no deben ser aplicados sobre los objetos, por efecto del húmedo del “*spray*” puede producir manchas, corrosión y otras alteraciones químicas en las piezas.

Su uso puede enmascarar otros problemas.

Los plaguicidas (biocidas) deben ser aplicados para matar insectos, nunca para prevenir o repeler su presencia.

Respecto del modo de utilización, no son muchas las personas que se han especializado para realizar estos tratamientos, por lo tanto, de un modo corriente no se usa el producto indicado o del modo indicado para cada caso: la frecuencia de las aspersiones, las condiciones ambientales de la sala, depósito o vitrina, etc.

Estos productos actúan a nivel superficial, de modo tal que sólo afectarán a formas que se encuentren sobre el objeto, mientras que los estados inmaduros (que son los que provocan los mayores daños) se encuentran dentro de la pieza, sitio donde el producto no llega.

Debe considerarse también que los plaguicidas químicos sintéticos corroen metales (cobre, oro, plata), por lo tanto se debe proteger a los objetos que tengan estos componentes y a las estanterías metálicas.

También debe contemplarse el problema de la contaminación ambiental, la toxicidad para los operarios (se magnifica en los lugares cerrados), la acción residual, la no selectividad (afectan a todos los seres vivos), la aparición de resistencia y los costos económicos. No se encuentra bibliografía sobre lo que pasará en el futuro con el material fumigado con estos productos de tan alta toxicidad.

Otros procedimientos que se emplean o podrían emplearse para la lucha contra las plagas que afectan el patrimonio cultural son:

4.2. Temperatura

La variación térmica repetida durante períodos determinados de tiempo podría ser una medida para luchar contra estas plagas (no soportan cambios bruscos y repetidos de temperatura) y luego se podría prevenir la reinfestación aislando el material tratado al colocarlo en el interior de mangas plásticas selladas al vacío. Pero la condensación podría humedecer el material orgánico deshidratado favoreciendo el desarrollo de microorganismos.

Además, el frío y el calor generan en las piezas fenómenos de contracción y dilatación, lo que significará que luego de repetidas operaciones pueden producirse roturas, desgarros, craqueladuras y resquebrajamientos en el objeto.

4.3. Ultrasonido

La presión acústica de 130 decibeles (entre 30 mil y 65 mil Hz) es efectiva para producir la repelencia o fuga de los artrópodos, pero no se lo considera un medio eficaz de lucha ya que al emigrar se refugian en otros sitios y cuando el ultrasonido cesa, pueden regresar y producir daños.

4.4. Radiación ultravioleta

Se usa para eliminar insectos voladores al ser atraídos por esta luz colocada dentro de una trampa con carga eléctrica. El inconveniente es que no se puede usar contra insectos rastreros y que tal radiación acelera el envejecimiento de los objetos.

4.5. Nanoinsecticidas

4.6. Caolín

4.7. Diatomite

Estos productos polvosos se aplican sobre los

objetos infestados y actúan por contacto a nivel de exoesqueleto o por ingesta en el tracto digestivo. Si bien es un procedimiento que presenta múltiples ventajas, su aplicación puede afectar físico-químicamente el acervo cultural al formarse sobre ellos una película con este producto luego de su aplicación; además, al ser retirada sin precauciones o por personal no entrenado, se podría rayar u opacar las superficies.

4.8. Microondas

Se incrementa la temperatura, por lo que aparecen cambios bruscos en la estructura, efecto que produce daños. No se puede aplicar a todos los objetos.

4.9. Radiación infrarroja

Su aplicación también genera aumento de la temperatura, por lo que se registran variaciones estructurales bruscas que producen daños en el cuerpo del objeto y se acelera el envejecimiento.

4.10. Cambio de atmósfera (anoxia)

Se requieren prolongados tiempos de aplicación de gas nitrógeno (hasta 23 días) y un recinto adecuado para el tratamiento de objetos de gran porte (mobiliario, estatuas). Es un método que demanda excesiva energía y resulta muy costoso.

4.11. Aceite de neem

Es un producto aceitoso que se asperja en el ambiente (no sobre la obra), por lo tanto si bien nos asegura la muerte por contacto de la fauna contaminante en las superficies, forma un depósito de oleoso por deriva sobre la pieza, característica que desaconseja su uso.

Si bien cada procedimiento presenta utilidades y desventajas, por las razones expuestas es que su adopción se ve desalentada, ya que si bien permiten combatir las plagas, se descuida la protección del objeto dañado, y ambas cuestiones deben ser consideradas escrupulosamente antes de tomar decisiones.

5. Radiodesinfestación

Se designa así al método que consiste en la aplicación radiaciones ionizantes para el manejo de la fauna artrópoda que afecta a un sustrato dado.

La bibliografía, las experiencias internacionales y los resultados propios coinciden en que el tratamiento de materiales orgánicos a la dosis de radiación ionizante necesaria para producir daños irreparables en la fauna artrópoda infestante se presenta como

un procedimiento viable técnica y económicamente, ya que además esas aplicaciones no afectan al material tratado a niveles detectables por métodos convencionales, lográndose halagüeños resultados en poco tiempo, sin riesgos ni acción residual y sin producir contaminación.

6. Características de las radiaciones ionizantes

Son ondas electromagnéticas del mismo tipo que la luz pero de origen nuclear, con mayor energía y gran poder de penetración. Luego de ser emitida la radiación, que para este caso proviene de una fuente radioisotópica de cobalto - 60 (^{60}Co) y al ser absorbidas por la materia, los rayos gamma interactúan indiscriminadamente con todos sus componentes en relación directa con la cantidad de radiación absorbida, es decir con la dosis de radiación, la cual también se relaciona con el tiempo de exposición (para mayores dosis se requiere más tiempo de exposición y se registran secuelas más marcadas).

La tolerancia o sensibilidad a las radiaciones es propiedad de cada uno de los diferentes sustratos a ser procesados, es decir hay materias primas y productos que son más resistentes o más alterables que otros, total o parcialmente.

Es muy importante recordar que el ^{60}Co , con una vida media de algo más de 5 años, tiene baja energía (1,17 MeV) por lo tanto no hay posibilidades de transformar al producto irradiado en un objeto radiactivo, independientemente de la dosis de radiación que se aplique.

La unidad de radiación es el Gray (Gy), que equivale a 1 Joule de energía por cada kilogramo de masa tratada.

7. Resultados

7.1. Consecuencias de la aplicación de radiaciones ionizantes a artrópodos

Han sido muy estudiadas - y aún lo siguen siendo - las consecuencias que sufren estos invertebrados en cada uno de sus estados del ciclo biológico (huevos, larvas, ninfas, pupas, adultos) al ser tratados con dosis subletales, potencialmente letales y letales de radiación ionizante.

Las conclusiones a las que hemos arribamos, algunas coincidentes con trabajos publicados y otras originales, nos permiten asegurar que la aplicación de radiaciones ionizantes en estas condiciones ocasiona a ese material biológico efectos fatales que se manifiestan más significativamente en la fisiología de los sistemas, los cuales son crecientes según aumenta la dosis de radiación, conduciéndolos inexorablemente a la letalidad mediata o inmediata. Se determinan mayores daños por irradiación

cuando las aplicaciones se concretan en las horas o estados en que las especies tienen mayor actividad metabólica o la temperatura es elevada o la humedad es alta o cuando el tratamiento se realiza en objetos contenidos en envases cerrados; en estos casos hay que prestar particular atención a las consecuencias en el objeto a tratar.

Para el caso de aplicación de dosis de radiación a niveles subletales del orden de los 6 kGy y una tasa promedio de alrededor de 250 Gy/min., los daños que se producen en algunas especies infestantes pueden llegar a ser lo suficientemente severos como para impedir la alimentación y la reproducción de adultos, provocar deshidratación y muerte de huevos, irritabilidad exacerbada y lentos movimientos de traslación en larvas, desnaturalización de pupas y otras disfunciones orgánicas parcialmente reversibles o bien irreversibles y de magnitud creciente con el transcurrir de las horas, al menos en los sistemas digestivo, nervioso, genital, hormonal y en la musculatura estriada, lo que acorta el tiempo de vida y deprecia su calidad en ambos sexos y en la totalidad de esos artrópodos en cualquiera de sus estados del ciclo biológico, conduciéndolos a la muerte prematura en menos de 100 horas post irradiación.

Una aplicación de radiaciones ionizantes a dosis superiores a 15 kGy produce daños bioquímicos permanentes impidiéndose la restauración de los tejidos dañados del organismo y por lo tanto el mantenimiento normal de sus funciones vitales ocasionando una muerte súbita.

Los efectos que produce la aplicación de radiaciones a dosis potencialmente letal (aprox. 10 kGy) ocasionan el deterioro y muerte del material biológico en tiempo intermedio, ya que los daños son de mayor magnitud que en el primer caso.

7.2. Efectos de las radiaciones ionizantes en el material infestado

Debido a las propiedades de estabilidad y firmeza que presenta el acervo realizado con cualquier especie de madera, las dosis de radiación necesarias para afectar a las formas xilófagas es marcadamente menor que la que produciría efectos indeseables en el producto que los hospeda. En este caso sólo hay que evaluar las consecuencias que podría sufrir su cobertura (pinturas, barnices, lustres), si la hubiere.

El caso de los soportes bibliográficos es diferente, ya que como el tratamiento con radiaciones ionizantes se realizaría para que cese el daño biótico, el estado del papel merece una evaluación minuciosa, como así también el resto de los componentes de esos cuerpos.

Estos objetos no sólo son afectados por algunas especies insectiles y de ácaros, sino también por bacterias (*Cellvibrium* spp, *Cellfacicula* spp) y hongos (*Aspergillus* spp y *Penicillium* spp), quienes

pueden dañar las fibras de celulosa (el biopolímero más abundante en la naturaleza) que constituye la estructura primaria del papel, perjuicio que se podría incrementar por la aplicación de radiaciones, lo que puede acelerar el envejecimiento y producir lesiones físicas.

Los hilados pueden ser tratados con este medio a dosis subletales y potencialmente letales para luchar contra estados inmaduros de grillos y polillas, sin que se puedan registrar alteraciones en su estructura. Habrá que estudiar el efecto no deseado que pudiera producirse en las tinturas, principalmente cuando son de naturaleza orgánica.

Con la presentación resumida de este grupo de casos, se pretende indicar que debe examinarse cada situación en particular (tipo y diversidad de materiales que componen el objeto y su estado, condiciones ambientales donde se encuentra, manejo, destino y otras variables) ya que no existe una fórmula que permita la estandarización.

El procesamiento por radiaciones ionizantes no humedece el producto y la temperatura durante la aplicación no se incrementa por encima de los 30 °C. En este caso particular (dosis y tasa), además no se acelera el envejecimiento ni se alteran los colores (según la información obtenida después de aplicación de radiación ultravioleta y luz incandescente por ciertos períodos de tiempo y a diferentes distancias), ni perjudica la textura (determinado con texturometría) y no se afecta el sonido según expresiones de cuatro músicos que ejecutaron instrumentos musicales de cuerda, percusión y viento irradiados a 10 kGy.

8. Actividades relevantes del Laboratorio de Manejo de Artrópodos Perjudiciales

Los objetos o sus partes que se han estudiado y tratado han sido: instrumentos musicales de la Orquesta Estable del Teatro Colón y de músicos particulares (gaita, dos quenás, chelo, contrabajo, guitarra de Indonesia); piezas de los museos del Gobierno de la Ciudad de Buenos Aires, de la Universidad de Buenos Aires, de la Universidad Nacional de Catamarca, del Juan Manuel de Rosas, del Metropolitan Museum of Art de Nueva York, y de la Legislatura de la Ciudad de Buenos Aires; material bibliográfico y anaques de la Villa Ocampo y del Instituto Geográfico Nacional; imágenes religiosas (entre las que se destaca un Cristo tamaño natural de la iglesia de la ciudad Alejo Ledesma, provincia de Córdoba), animales embalsamados y momificados, mobiliario, tapices, herbarios y colecciones entomológicas, indumentaria, calzado, cuadros, artículos de mimbrería y juguetes.

Además, se asesoró en la remodelación del Teatro Colón, se hizo monitoreo ambiental y biológico en el Cabildo de la Ciudad Autónoma de Buenos Aires y se elaboró la idea para un proyecto de cooperación

técnica en el marco del Acuerdo de Cooperación para la Promoción de la Ciencia y la Tecnología Nucleares en América Latina y el Caribe (Programa ARCAL) en el que participaron seis países, relacionado con la preservación del patrimonio cultural edilicio latinoamericano.

9. Conclusiones

Existe una modalidad de trabajo consistente en la aplicación de dosis letales o superiores a las letales con el fin de producir la muerte inmediata de la fauna infestante de productos variados. En la CNEA no coincidimos con tal posición ya que si bien no se discrepa con esos efectos sobre el material pernicioso, lo cierto es que también el tipo de objeto y sus variados componentes sufren daños de desigual intensidad, principalmente al ser movidos luego de la aplicación de dosis mayores de radiación (> 15 kGy), envejecimiento prematuro y cambios en la coloración entre otros infortunios. En particular, planificar la radiodesinfestación de recursos culturales requiere una especial atención a este punto.

La aplicación de radiaciones ionizantes desde dosis subletales hasta potencialmente letales (6 a 12 kGy, según el sustrato) para el manejo de la fauna artrópoda que infesta estos objetos, se presenta como un procedimiento destacado a la hora de planificar una estrategia de manejo integrado en las vitrinas, salas y depósitos de museos, bibliotecas y cuanto otro ámbito sea elegido para la exhibición, almacenamiento, estudio, etc. del acervo cultural.

En los casos en que se aconseje su empleo, estas dosis de radiación no dañarán el material infestado en una magnitud superior a cualquier otro medio convencional.

Con estas aplicaciones se producen disfunciones en los artrópodos perniciosos, desordenes que generan un efecto “derrumbamiento” con pérdida de calidad de vida y precipitación de su letalidad.

Se debe siempre recordar que una herramienta de lucha contra la fauna artrópoda infestante debe ser empleada para acabar con el daño que la misma genera en los objetos y nunca preventivamente, ya que para este cometido deben aplicarse los fundamentos de la conservación preventiva (o sea trabajar sobre la intervención antrópica para evitar la biodegradación), acción que entre otros objetivos plantea el cambio de condiciones ambientales (iluminación, temperatura, humedad, modalidad de limpieza y otras variables abióticas), que propician la llegada de insectos y otros artrópodos al sitio donde se encuentra el recurso, la colonización y por fin su infestación.

11. Bibliografía

- Artigas, J. Entomología Económica: Insectos de interés agrícola y forestal. Vol. II. Editorial Aníbal Pinto. Ediciones Universidad de Concepción (1994)
- Bergaglio, B. y Pené, M. La conservación preventiva en los archivos. VII Congreso de Archivología del Mercosur, Chile (2007).
- Brooke Craddock, A. *Construction materials for storage and exhibition. A guide for collectors and curators. Cooper-Hewitt and Smithsonian Institution, New York* (1992)
- Manfrini, M. y Sosa, C. Insectos en bibliotecas y archivos. Centro de Investigaciones Entomológicas, FCEFYN, Universidad Nacional de Córdoba. Asociación Ciencia Hoy, Vol.5, N° 35 (1996).
- Manual para museos de Venezuela. Contaminación biológica en museos. CONAC. Revista digital La Nueva Museología (2010)
- Parker, T. Un programa de lucha integrada contra las plagas en los archivos y bibliotecas. *Pest Control Service, Inc.* (2003)
- Ritacco, M. Evaluación de los efectos de las radiaciones gamma en *Oryzaephilus surinamensis*. Informe CNEA, 1986
- Irradiación de *Lasioderma serricorne*: estudio de su evolución postratamiento. 3° Congreso Argentino de Entomología (1995)
-Efectos de las diferentes dosis de radiación gamma en la calidad de vida de *Sitophilus granarius* adulto. 3° Congreso Argentino de Entomología (1995)
- Merluzzi, E., Echeverría, N. y Repetti, M. Radiodesinfestación de madera. Universidad de Morón (1999).
- Radiodesinfestación de bienes culturales y religiosos. Laboratorio Radiodesinfestación-ECARIAN, CAE. Revista de la Comisión Nacional de Energía Atómica, año III, núm. 11/12 (2003).
- Metodología de la limpieza. Modulo de capacitación MAP (2006).
- Aplicación de radiaciones ionizantes a insectos y otros artrópodos nocivos para su manejo. Modulo de capacitación (2009)
- Aplicación de radiaciones ionizantes para el manejo de insectos y otros artrópodos dañinos. Modulo de capacitación CATEN, Instituto Balseiro, CNEA (última actualización 2010).
- Manejo del biodeterioro de recursos culturales por aplicación de radiaciones ionizantes. Modulo de capacitación para el Curso Técnicas para el Estudio de Bienes Culturales. Instituto Sábato, Centro Atómico Constituyentes (última actualización 2010)
- Manejo de plagas insectiles y de otros artrópodos por aplicación de radiaciones ionizantes: una aplicación a sistemas biológicos para investigación y fines sanitarios. Módulo de capacitación. Especialización en radioquímica, Instituto Beninson (última actualización 2011)
- El deterioro microbiológico de material bibliográfico y las limitaciones para su radiotratamiento. Lab. Manejo de Artrópodos Perjudiciales, CNEA (en prensa) 2012
- Rodríguez, M. Estudios científicos para la conservación de libros y documentos. Departamento científico de Conservación. IPHE (2009).
- Simmons, J. Colecciones de historia natural: almacenamiento de colecciones y datos a largo plazo. Asociación para la conservación del patrimonio cultural de las Américas. Boletín 9:2 (1999).
- Tetreault, J. *Exhibition and conservation. Canadian Conservation Institute, Ottawa, Canada. Preprint, Edimburgo ISBN 0950-8068-70, pp 79-87 (1997)*
- Timm, R. *Prevention and control of wildlife damage. Nebraska Cooperative Extension Service. Norway's rats. B 9 5 – 114. En: R.M. Timm. Ed. (1997).*
- Aplicación de radiaciones ionizantes a insectos y otros artrópodos nocivos para su manejo. Modulo de capacitación (2009)
- Valentin, N. and Preuser, F. *Insect control by inert gases in museums, archives and libraries. Restaurator 11:22-33 (1990).*
- Velazco Rodríguez, P. Conservación preventiva. Escuela Nacional de Biblioteconomía y Archivología. México 2003

Trabajo presentado en la XXXIX Reunión Anual de la Asociación Argentina de Tecnología Nuclear, Buenos Aires, 3 al 7 de diciembre de 2012

ARCAL: técnicas nucleares para agricultura

La presidenta de la CNEA, Lic. Norma Boero, abrió el encuentro sobre “Prácticas de manejo de cultivos y de la fertilidad de los suelos adecuadas para la sostenibilidad alimentaria y para incrementar los ingresos de los productores de bajos recursos”, que se realizó con el patrocinio del Organismo Internacional de Energía Atómica, correspondiente al proyecto de cooperación técnica de igual nombre, en el marco del “Acuerdo de Cooperación para la Promoción de la Ciencia y la Tecnología Nucleares en América Latina y el Caribe” (Programa ARCAL). Los países representados fueron, además de la Argentina, Bolivia, Brasil, Chile, Cuba, República Dominicana, Haití, México, Paraguay y Venezuela.

La reunión tuvo por objetivo brindar las técnicas nucleares a los agricultores con menores recursos, por ser herramientas claves para el desarrollo de estrategias de manejo de suelos y de la fertilización a fin de asegurar la productividad a mediano y largo plazo”.

En la Argentina, la CNEA ha trabajado sobre la introducción de un sistema de manejo alternativo de labranza con menor uso de fertilizantes químicos, compatible con la tecnología disponible para un pequeño o mediano productor de maíz dulce de la Provincia de Buenos Aires.

Durante su intervención, la Lic. Norma Boero señaló que el 70% de los productores agropecuarios de nuestro país son pequeñas unidades familiares, por lo que el Gobierno Nacional decidió crear en 2008 la Subsecretaría de Desarrollo Rural y Agricultura Familiar convocando a distintas entidades científicas, incluyendo a la CNEA. Destacó que, en la actualidad, la institución cuenta con un predio experimental en el Centro Atómico Ezeiza, y exhortó a los participantes a no olvidar la potencialidad de ser proveedores de alimentos para muchos países, invitándolos a pensar en la posibilidad de que las técnicas nucleares ayuden al crecimiento de los pequeños productores para transformarlos en exportadores, contribuyendo más aun al crecimiento de nuestros países.

Tecnología de la CNEA para la vigilancia del volcán Peteroa

Con equipos desarrollados y contruidos por la CNEA, el Instituto de Ciencias de la Tierra amplió la capacidad de la Estación Multiparamétrica de Vigilancia del Volcán Peteroa. El Volcán Peteroa está ubicado a 70 kilómetros de la ciudad de Malargüe, en la provincia de Mendoza, en 1991 fue declarado “activo” y, desde entonces, surgió en la comunidad local la inquietud de contar con información científica que permitiese actuar en caso de una erupción.

Si bien en 2010 se bajó el “nivel de alerta”, los científicos recomendaron que se realice una “vigilancia continua multiparamétrica” – es decir, que contemple diversos indicadores – por cuanto se continuaba constatando “una actividad mayor a la normal”.

En ese contexto, el Centro Internacional de Ciencias de la Tierra (ICES, por su sigla en inglés) –creado por la CNEA y la Universidad Nacional de Cuyo en colaboración con el Istituto di Acustica OM Corbino de Roma, Italia – logró incorporar varios instrumentos de medición desarrollados por la CNEA en el curso de la “Campaña Peteroa 2013”. Se trata de un detector de radón, un radiómetro para cuantificar la radiación solar y un medidor de dióxido de carbono. Además, la Estación Multiparamétrica cuenta ahora con una nueva cámara de video que puede ser controlada desde el Laboratorio vía internet, un nuevo equipo de medición acústica de fabricación nacional y un termómetro para ser utilizado en agua termal.

El Servicio Meteorológico Nacional, por su parte, aportó una estación meteorológica que permitirá conocer la velocidad del viento, la presión atmosférica, la temperatura, la humedad y la radiación del ambiente.

Nuevo Doctorado en Tecnología Nuclear

La CNEA, junto con la Universidad Nacional de San Martín, abrió a través del Instituto de Tecnología Nuclear Dan Beninson, un nuevo Doctorado en Tecnología Nuclear, que tiene como objeto la formación de recursos humanos en el más alto nivel, en las diferentes ramas de la tecnología nuclear, con capacidad para realizar actividades de investigación y desarrollo, transferencia de tecnología y docencia en grado y posgrado, haciendo hincapié en las necesidades locales y regionales, y está dirigido a egresados en Ingeniería, Física, Química y otras áreas de las ciencias exactas y naturales afines.

Esta carrera – que cuenta con la aprobación de la Comisión Nacional de Evaluación y Acreditación Universitaria (CONEAU) – tendrá una duración aproximada de 5 años, su modalidad es personalizada y los aspirantes a “Doctor en Tecnología Nuclear” deberán realizar tareas de desarrollo y/o investigación en tecnología nuclear con una carga horaria superior a 4.500 horas, reunir 20 créditos de los cuales el 75% deberá corresponder a materias del Doctorado, y presentar y defender públicamente una tesis doctoral.

Avances en el Proyecto RA-10

La CNEA presentó los avances logrados en el Proyecto RA-10, el nuevo reactor nuclear de investigación multipropósito cuya ejecución comenzó en 2010, en el marco de la implementación del Plan Nuclear Argentino lanzado en 2006. Frente a una concurrida audiencia formada por profesionales y técnicos de distintas áreas vinculadas, el Responsable del Proyecto RA-10, Ing. Herman Blaumann, describió los tramos cumplidos hasta el momento, en los que se han superado las etapas de planificación y estructuración inicial.

Durante su exposición, Blaumann destacó la gestión de calidad en todo el proceso, para lo cual se desarrolló un manual específico con los sectores involucrados, teniendo en cuenta el marco impuesto por la Autoridad Regulatoria Nuclear y la norma ISO 14000 de gestión ambiental. También hizo hincapié en aspectos relacionados con el sistema de gestión del proyecto, los objetivos de diseño, el avance de la ingeniería, el proceso de licenciamiento, los estudios relacionados con el sitio y las características generales de la instalación y sus posiciones de irradiación.

Cabe destacar que la Argentina y Brasil, en colaboración, construirán sendos reactores de similares características, tomando como base la experiencia exitosa del reactor OPAL que nuestro país vendió a Australia.

En la actualidad, la Argentina, a través de la CNEA, produce el 5% del Molibdeno-99 (principal radioisótopo de uso médico) que se consume en todo el mundo, para lo cual se vale del reactor de investigación RA-3 que funciona en el Centro Atómico Ezeiza desde 1967. Con el nuevo reactor de investigación RA-10 se busca incrementar la producción de radioisótopos para sostener la demanda futura a nivel local y regional, consolidar las capacidades nacionales relacionadas con la producción de combustible nuclear y ofrecer al sistema científico-tecnológico nuevas capacidades basadas en técnicas neutrónicas.

Cooperación Ítalo-argentina en astropartículas

El 22 de marzo, la CNEA suscribió un convenio de cooperación con el Instituto Nacional de Astrofísica de la República Italiana (INAF) para desarrollar actividades relacionadas con la detección de astropartículas. El convenio fue firmado en la Embajada de Italia en Buenos Aires por la presidenta de la CNEA, Lic. Norma Boero, y el Dr. Marco Tavani, en representación del INAF. El mismo permitirá profundizar la interacción entre ambas instituciones en la promoción de investigaciones científicas y tecnológicas, estableciendo un marco para el desarrollo de actividades conjuntas en el área de detección de astropartículas, principalmente rayos gamma y núcleos atómicos provenientes del espacio exterior.

El acuerdo se inscribe en la cooperación bilateral llevada a cabo entre la Argentina e Italia para el diseño, construcción y puesta en funcionamiento del Observatorio Internacional Pierre Auger en Malargüe, provincia de Mendoza, y tiene como fin promover la divulgación y difusión de esas actividades en la sociedad civil.

Concurrentemente, la CNEA y la Embajada de Italia organizaron en el Planetario de la Ciudad Autónoma de Buenos Aires una Jornada sobre astrofísica y astropartículas, en relación con el mencionado Proyecto Pierre Auger, que tuvo como foco principal la evaluación de los logros del Proyecto y la posible instalación de un nuevo instrumento, el Cherenkov Telescope Array (CTA), que permitirá ampliar el rango de investigación.

Nueva distinción para profesionales de la CNEA

Durante el 5to. Congreso Iberoamericano de Química Analítica y 2do. Congreso Uruguayo de Química Analítica, llevados a cabo en Montevideo entre los días 7 y 10 de octubre, un desarrollo llevado a cabo por profesionales del Departamento de Química Analítica de la CNEA obtuvo el Segundo Premio al mejor trabajo en la Modalidad Poster, sobre 500 presentados.

El trabajo se denomina “¿Qué especies inorgánicas de arsénico encontramos en aguas subterráneas en zonas de contaminación endémica? Desarrollo, optimización y validación de la especiación de arsénico por HPLC (cromatografía líquida de alta performance como medio separativo de especies) – HG (generación de hidruros como sistema de introducción del analito como gas al equipo de medición) – AFS (detección por espectrometría de emisión por fluorescencia atómica”, siendo sus autores: Silvia Farías, Agustín Londonio y Patricia Smichowski.

CNEA en el 400° aniversario de la UNC

Entre el 15 de marzo y el 14 de abril, la CNEA participó en los festejos por los 400 años de la Universidad Nacional de Córdoba con un espacio en "Cuatrociencia", la muestra de Arte, Ciencia y Tecnología que formó parte de los festejos por el aniversario de la Universidad, denominados "400 días hacia los 400 años", que contó con más de 30 "stands" vinculados al arte, las ciencias naturales, las ciencias sociales, las ciencias humanas y la tecnología, enfatizando la confluencia de enfoques disciplinarios diversos, apuntando a la construcción integrada de conocimientos.

El "stand" de la CNEA, en el Pabellón Argentina de la Ciudad Universitaria de esa ciudad, ofreció al público un recorrido por los aportes que la institución realiza en el campo de la ciencia, la educación, la energía, la industria y la salud. Para interactuar con el público visitante se presentó en pantallas táctiles y con muestras originales el Ciclo de Combustible Nuclear, junto con las aplicaciones y beneficios de la energía nuclear en la vida cotidiana. Desde el año 1969, la CNEA cedió a la Universidad Nacional de Córdoba el reactor de investigación RA-0 en calidad de préstamo, para ser operado con la finalidad de formar profesionales en el campo nuclear y en la aplicación de los usos pacíficos de la energía nuclear. En la actualidad, el RA-0 desarrolla diversas actividades de capacitación, dirigidas tanto a docentes y alumnos de todos los niveles educativos, como al público en general.

Premian a investigador de la CNEA

En ocasión del XVIII Congreso Argentino de Fisicoquímica y Química Inorgánica, realizado en Rosario en el mes de abril de 2013, se premió al investigador Dr. Galo Soler Illia con el premio "Cristina Giordano". Este premio, instituido en memoria de la Profesora Dra. Cristina Giordano, se otorga cada dos años a científicos talentosos de la Argentina, de hasta 47 años de edad, que se hayan destacado por su labor en investigación y desarrollo de la fisicoquímica, particularmente en la formación de nuevos grupos y/o áreas de investigación. En los fundamentos del premio otorgado se menciona "Es meritorio en sus trabajos el haber sabido combinar creativamente y con ingenio elementos de la química inorgánica, química orgánica y fisicoquímica para que en un breve período de tiempo desarrolle y consolide un área novedosa en el país, como lo es la síntesis y caracterización de nanomateriales mesoestructurados funcionales".

Además, en el mencionado Congreso, la tesis "Films delgados mesoporosos híbridos conteniendo el grupo amino: una plataforma para el diseño y producción de membranas permeoselektivas" de Alejandra Calvo, dirigida por el Dr. Galo Soler Illia, fue reconocida con el Premio Schumacher. El jurado destacó la utilización de una gran variedad de técnicas de caracterización, así como "el encadenado lógico de resultados y propuesta de nuevos experimentos".

Por su parte, la Fundación Konex dio a conocer los ganadores de los Premios Konex 2013: Ciencia y Tecnología, que reconocen a las 100 mejores figuras de la última década (2003-2012) de la ciencia y tecnología argentinas. Entre los premiados figura el Dr. Galo Soler Illia en el área de Nanotecnología.

CNEA en La Brújula

Entre los meses de abril y mayo la CNEA participó en la ciudad de Mendoza en la feria de ciencia y tecnología provincial llamada La Brújula, la más importante que se realiza en el país fuera de la Mega Muestra de Ciencia y Tecnología TECNOPOLIS. La Brújula es una muestra en la que se exponen trabajos científicos y tecnológicos, cuyo eje central es la transferencia y el uso de tecnología en productos con valor agregado aplicables en todas las actividades económicas. El evento está destinado a toda la comunidad mendocina, desde investigadores, profesionales, educadores, empresarios, hasta estudiantes de todos los niveles y público en general, quienes disfrutaban en ella de la interacción con la tecnología.

Bajo el lema "Investigación geológica para el uso pacífico de la energía nuclear", la CNEA exhibió sus principales actividades, desde la exploración de minerales hasta la producción de nucleoelectricidad y la medicina nuclear, siendo el de la CNEA el espacio más grande de la exposición.

El vicepresidente de la CNEA, Ing. Mauricio Bisautta, estuvo presente en el acto de inauguración que fue encabezado por el gobernador de la provincia, Francisco Pérez, quien agradeció por sus importantes aportes a la CNEA, a la Fundación Escuela de medicina Nuclear (FUESMEN) al Proyecto Internacional Pierre Auger y al Instituto de Ciencias de la Tierra (ICES).

Distinguen a la Presidenta de la CNEA

La Presidenta de la CNEA, Lic. Norma Boero, fue galardonada por la Sección Latinoamericana de la American Nuclear Society (LAS-ANS) como reconocimiento a su gestión al frente de proyectos estratégicos del Plan Nuclear Argentino.



La distinción fue le otorgada por el flamante presidente de la LAS-ANS, Dr. José Valentín Lolic, en el marco del simposio anual sobre “Emplazamiento de Nuevas Centrales Nucleares y de las Instalaciones de Combustible Irrradiado”, realizado en el edificio de la Cancillería argentina entre el 24 y 28 de junio. El homenaje destaca el “reconocimiento a su destacada contribución a favor del desarrollo de la industria del ciclo del combustible nuclear en la República Argentina y a su sustantiva gestión para la implantación de nuevas centrales nucleares y realización de proyectos estratégicos del Plan Nuclear Argentino”.

Una mirada fisicoquímica a través del vidrio

Horacio R. Corti

Buenos Aires 2010 – Eudeba - Colección Ciencia Joven N 33

ISBN 978-950-23-1627-7 - Rústica 16 x 23 cm – 126 pp.

El siglo XXI presenta imperiosos desafíos con el medioambiente, fruto del sorprendente avance tecnológico e industrial de las últimas décadas. El Derecho Ambiental se ha constituido así en la disciplina destinada a proveer los instrumentos jurídicos para afrontar las exigencias de protección del ambiente. Esta obra define el marco conceptual de lo ambiental y presenta las respuestas políticas y jurídicas que se han venido elaborando frente a la crisis del medioambiente. Se analizan el orden público ambiental, la legitimación en la acción ambiental, la responsabilidad por daños y las normas regulatorias nacionales e internacionales. Especial interés tienen los capítulos dedicados al principio contaminador pagador, la ley 25.688 de gestión ambiental del agua y el desarrollo del proceso ambiental.

Los problemas ambientales globales y de la argentina en particular son presentados por el autor y proyectadas sus posibles soluciones. Las sanciones en el marco del Derecho Ambiental son analizadas también con detalle.

El autor es Doctor en Ciencias Químicas y desarrolla sus actividades en el Departamento Física de la Materia Condensada en la Comisión Nacional de Energía Atómica.

Libro altamente recomendable para la consulta. Complementa la escasa literatura en esta actividad en idioma castellano.



De los quipus a los satélites – Historia de la Tecnología en la Argentina

Tomás Buch, Carlos E. Solivere

Bernal 2011 - Universidad Nacional de Quilmes – Colección Ciencia y Tecnología

ISBN 978-987-558-237-8 - Tapa dura 28 x 23 cm - 544 pp.

La disponibilidad de las tecnologías necesarias para la satisfacción de las necesidades humanas básicas no solo es muy diferente en distintas sociedades, también en distintos estratos de la misma sociedad. No basta, por lo tanto, un enfoque exclusivamente económico o técnico-científico para evaluar la bondad o justicia de un estilo de desarrollo, es necesario analizar el fenómeno social de manera integral. Este es el punto de partida de los autores para abordar la historia de la tecnología en la Argentina, tarea fundamental por varias razones, pero sobre todo porque, como señala Diego Hurtado en el prólogo, “no sabemos casi nada del tema”. La rica tradición historiográfica argentina relegó a simples y poco informadas menciones anecdóticas las cuestiones vinculadas a la ciencia y la tecnología. Hoy no existen en la Argentina historias de sus principales instituciones de ciencia y tecnología y sólo unos pocos análisis de procesos de desarrollo tecnológico, en su mayoría desde una perspectiva económica. Si bien los autores muestran la dura constatación de que “los argentinos hemos frustrado cada una de las grandes oportunidades de buen desarrollo tecnológico-social que se nos presentaron”, el objetivo del libro es superador y confía, justamente, en la transmisión de conocimiento y en la capacidad de aprendizaje para, identificando las dificultades y obstáculos del pasado, diseñar estrategias eficaces hacia el futuro. Así, esta obra puede ser un nuevo punto de arranque, a la manera de primer eje estructurador, sobre el cual comenzar a construir una tradición de reflexión sobre el problema político y cultural de la tecnología en la Argentina.

Tomás Buch, físico-químico, fue profesor del Instituto Balseiro y de las universidades de Buenos Aires, Comahue, Chile y París. Autor de varios libros de divulgación tecnológica, trabaja en la empresa INVSAP S.E. y la Universidad Nacional de Río Negro. Carlos Soliverez, físico y diplomado en psicología educativa, fue docente del Instituto Balseiro e investigador del Centro Atómico Bariloche y la Universidad de Grenoble. Es editor de la Wiki Enciclopedia de Ciencias y Tecnologías en Argentina.

Recomendable para conocer la historia de la tecnología argentina y la participación en ella de la tecnología nuclear que está indisolublemente ligada a la historia de la Comisión Nacional de Energía Atómica.



Mutual Cnea

cumplió ya 33 Años
acompañando a la
Actividad Nuclear



1980 - 2013

La Mutual CNEA es el exitoso fruto de la inquietud de un grupo de empleados de la CNEA que, con espíritu solidario, concibió la creación de un fondo compensador que mejorase la situación de jubilados y pensionados de la actividad nuclear

14 DELEGACIONES EN TODO EL PAÍS
MÁS DE 1800 ASOCIADOS

681 COMPLEMENTOS JUBILATORIOS Y
530 COMPLEMENTOS PENSIONARIOS
OTORGADOS VIGENTES

BENEFICIOS PARA LOS ASOCIADOS
Complementos jubilatorio o pensionario
Créditos hipotecarios, personales y otros
Subsidios por casamiento,
nacimiento/adopción o fallecimiento
Descuentos en comercios y hoteles
adheridos

**CONSULTE CONDICIONES DE
INGRESO O REINGRESO EN
SU DELEGACIÓN**

**MUTUAL DEL PERSONAL DE
LA COMISIÓN NACIONAL DE
ENERGÍA ATÓMICA**

**FONDO COMPENSADOR DE
LA ACTIVIDAD NUCLEAR**

Administración Central:
Tel/Fax: 011-4701-0355 / 5059
11 de septiembre N° 4366/68
(C1429BJF) C. A. de Buenos Aires
Info @mutualcnea.com.ar



**EMPRESAS Y FUNDACIONES DEL SECTOR NUCLEAR ARGENTINO
ASOCIADAS O VINCULADAS CON LA CNEA**

COMBUSTIBLES NUCLEARES ARGENTINOS S.A. (CONUAR)

CONUAR fue creada por Decreto N° 1719/81. Es una sociedad anónima cuyo capital accionario corresponde el 33,33% a la CNEA y el 66,67% restante a la empresa privada SUDACIA S.A., estando su planta de producción situada en el Centro Atómico Ezeiza, provincia de Buenos Aires. Tiene como objetivo producir, a partir de la utilización de tecnología suministrada por la CNEA, elementos combustibles para el abastecimiento de las centrales nucleoelectricas y de los reactores de investigación argentinos. Su dirección es Prebistero Juan González y Aragón N° 15 - Centro Atómico Ezeiza – (B1802AYA) Ezeiza – Buenos Aires – Argentina - Teléfono: (54 – 11) 6326-1300 - Fax: (54 – 11) 6326-1490 - <http://www.conuar.com.ar>

DIOXITEK S. A.

DIOXITEK fue creada en 1996 por Decreto N° 1286/96. Es una sociedad anónima cuyo capital accionario corresponde en un 99% a la CNEA y el 1% restante a la provincia de Mendoza. Su objetivo inicial fue garantizar el suministro del dióxido de uranio que se utiliza en la fabricación de los elementos combustibles para las centrales nucleares de potencia. En 2002 incorporó a su actividad la producción y comercialización de fuentes selladas de cobalto 60 para uso medicinal e industrial. Su planta de producción de dióxido de uranio se encuentra en la ciudad de Córdoba y la planta industrial de elaboración de fuentes selladas de cobalto 60 en el Centro Atómico de Ezeiza, provincia de Buenos Aires. Su dirección es Avenida del Libertador 8.250 (1429) Buenos Aires – Argentina - Teléfono: (54 – 11) 4704 - 1035/1236 - Fax: (54 – 11) 4704 - 1043 - <http://www.dioxitek.com.ar>

EMPRESA NEUQUINA DE SERVICIOS DE INGENIERÍA S. E. (ENSI)

ENSI fue constituida el 21 de diciembre de 1989 entre el Gobierno del Neuquén y la CNEA. Es una sociedad del estado neuquino cuyo capital accionario corresponde en un 51% a dicho estado y un 49% a la CNEA y su sede se encuentra en la localidad de Arroyito de la citada provincia. Su objetivo principal es operar plantas químicas a escala piloto e industrial y elaborar y comercializar productos químicos. Por contrato con la CNEA se hizo cargo de la operación de la Planta Industrial de Agua Pesada (PIAP) situada en la citada localidad de Arroyito. ENSI, además, presta servicios de ingeniería a empresas dedicadas a la producción de petróleo, gas y energía eléctrica que operan en la región. Su dirección es Ruta Nacional 237 km. 1278 Arroyito (8313) Neuquén – Argentina - Teléfono: (54 – 299) 440706/440411/440572 - Fax: (54 – 299) 440534 - <http://www.ensi.com.ar>

FABRICA DE ALEACIONES ESPECIALES S.A. (FAE)

FAE fue creada por Decreto N° 1088/86. Es una sociedad anónima cuyo capital accionario corresponde un 32% a la CNEA y el 68% restante a la empresa CONUAR S.A., estando su planta de producción situada en el Centro Atómico Ezeiza, provincia de Buenos Aires. Tiene por objetivo la producción, a partir de la utilización de tecnología suministrada por la CNEA, de vainas y semiterminados de zircaloy 4 para la fabricación de elementos combustibles para reactores de potencia y la producción de tubos de acero inoxidable y aceros especiales de alta calidad. Su dirección es Prebistero Juan González y Aragón N° 15 - Centro Atómico Ezeiza – (B1802AYA) Ezeiza – Buenos Aires – Argentina - Teléfono: (54 – 11) 6326-1493 - Fax: (54 – 11) 6326-1496 - <http://www.fae.com.ar>

INVAP S. E.

INVAP fue creada por Decreto del Gobierno de Río Negro N° 661/76. Es una empresa de tecnología cuyo capital accionario corresponde en un 100% al estado rionegrino, estando vinculada a la CNEA mediante un acuerdo con la referida provincia. Su sede se encuentra en San Carlos de Bariloche. Su objetivo estatutario original es servir al desarrollo nuclear argentino, aunque más tarde ha extendido sus actividades a otros campos tecnológicos como el aerospacial. Se dedica principalmente al desarrollo y construcción de reactores de investigación e instalaciones nucleares de todo tipo, así como también de sistemas de aplicación médica y científica. Además, participa en el desarrollo y la construcción de satélites. Su dirección es Av. Cmte. Luis Piedrabuena 4950 (R8403CPV) - San Carlos de Bariloche - Río Negro – Argentina - Teléfono: (54 – 2944) 4409 300 - Fax: (54 – 2944) 4409 336 - <http://www.invap.com.ar>

POLO TECNOLÓGICO CONSTITUYENTES S.A. (PTC)

El PTC fue creado por Decreto N° 894/98 y está constituido por la asociación de instituciones de desarrollo tecnológico con capacidades distintas y complementarias (CNEA, Universidad Nacional de General San Martín, Instituto Nacional de Tecnología Industrial, Instituto de Investigaciones Científicas y Técnicas para la Defensa y Servicio Geológico Minero Argentino) radicadas en el área geográfica vecina al Centro Atómico Constituyentes, provincia de Buenos Aires. La CNEA es poseedora del 20% del capital accionario. El PTC tiene por objeto prestar servicios en las áreas de la investigación y el desarrollo tecnológico cuando ellos requieran complementar las capacidades de sus integrantes. Su dirección es Parque Tecnológico Miguelite – Edificio 1 - Avda. General Paz (entre Constituyentes y Albarellos) (1650) - San Martín - Pcia. de Buenos Aires – Argentina - Teléfono / fax: (54 – 11) 754 – 4070 – <http://www.cnea.edu.ar/polo>

FUNDACIÓN CENTRO DE DIAGNÓSTICO NUCLEAR (FCDN)

La FCDN constituye un emprendimiento conjunto de la CNEA y la FUESMEN con el objeto de dotar al conglomerado bonaerense de un centro de última generación de diagnóstico por técnica de emisión de positrones (PET). Fue creada el 14 de diciembre de 2004 y su Centro de Diagnóstico Nuclear fue inaugurado el 23 de mayo de 2007. Su dirección es Avenida Nazca 3449 (1429) Buenos Aires – Argentina - Teléfono / fax: (54 – 11) 4566-7597 - E-mail: info@fcdn.org.ar - <http://fcdn.org.ar>

FUNDACIÓN ESCUELA DE MEDICINA NUCLEAR(FUESMEN)

La FUESMEN fue creada por convenio suscripto el 21 de diciembre de 1990 entre la CNEA, el Gobierno de Mendoza y la Universidad Nacional de Cuyo, con el objetivo de desarrollar actividades científicas, docentes y asistenciales en un marco de excelencia técnica y humana en el campo de la medicina nuclear y el radiodiagnóstico. Su dirección es Garibaldi 405 (M5500CJI) Mendoza – Argentina - Teléfono: (54 – 261) 4201615 - Fax: (54 – 261) 4203288 - E-mail: info@fuesmen.edu.ar <http://fuesmen.edu.ar>



Comisión Nacional
de Energía Atómica