

LA COMISIÓN DE ENERGÍA NUCLEAR Y LA IMPLEMENTACIÓN DE LAS POLÍTICAS PÚBLICAS PARA EL PROYECTO NUCLEAR (1956-1972)

The Nuclear Energy Commission and the implementation of public policies for the Nuclear Project (1956-1972)

FEDERICO LAZARÍN MIRANDA

Universidad Autónoma Metropolitana - Iztapalapa

DOI: <https://doi.org/10.35830/dc.vi1.4>

Recibido: 24 de agosto de 2021 • Aprobado: 29 de septiembre de 2021

Cómo citar este artículo: Federico Lazarín Miranda, "La Comisión de Energía Nuclear y la implementación de las políticas públicas para el Proyecto Nuclear (1956-1972)", en *Dicere*, núm. 1 (enero-junio 2022), pp. 22-45.

RESUMEN

Este artículo presenta resultados parciales del proyecto denominado: "La quimera del uranio. Historia de la exploración, extracción y explotación del uranio en México" que se desarrolla en el Seminario de Historia de la Ciencia de la Universidad Autónoma Metropolitana, campus Iztapalapa. En él se reconstruye y analiza la implementación de la política pública de desarrollo científico y tecnológico nuclear en México. Ésta se ejemplifica con los trabajos de la Comisión Nacional de Energía Nuclear (CNEN) y en el Centro Nuclear de México (CNM) en la adquisición de equipo e insumos de los Estados Unidos, y se puede observar en los programas de desarrollo de nuevas tecnologías, así como en la formación de científicos.

Las preguntas que guían el artículo son las siguientes: ¿Cómo podemos analizar las políticas públicas para el fomento científico y tecnológico nuclear? ¿De qué forma estas políticas se reflejaron en la transferencia de tecnologías y conocimientos? ¿La implementación de estas políticas fomentó la creación de nuevos conocimientos y tecnologías? ¿Cómo sirvieron a la investigación científica? La respuesta a ellas se dará en tres etapas de análisis del proceso: la primera, se desarrollará de la creación de la CNEN al inicio de la construcción del Centro Nuclear de México (1956-1964); la segunda, del inicio de la edificación del CNM hasta su inauguración (1964-1970) y la tercera, de la operación de la CNEN en el Centro Nuclear hasta su transformación en Instituto Nacional de Energía Nuclear (1970 a 1972).

Palabras clave: energía nuclear, investigación nuclear, políticas públicas, historia de la ciencia

ABSTRACT

This article presents the partial results of the research project in the Seminary of Science History from the Universidad Autónoma Metropolitana, Iztapalapa, named: "The uranium chimera. History of the exploration, extraction and exploitation of uranium in Mexico". This paper reconstructs and analyzes the implementation of public policy for nuclear research, scientific, and technology developments in Mexico. This public policy can be exemplified in works on the Comisión Nacional de Energía Nuclear (CNEN) and the Centro Nuclear de México (CNM), in the acquisition of equipment and supplies that were imported from the United States, and it can also be observed in the programs for the development of new technologies that, as well as the training of nuclear scientists.

The questions that guide the article are: How can we analyze public policies for the promotion of nuclear science and technology? How were these policies reflected in the transfer of technologies and knowledge? Did the implementation of these policies promote the creation of new knowledge and technologies? How did they serve scientific research? The answers to all of them will be given in three stages of analysis: The first: from the creation of the CNEN to the beginning of the construction of the Centro Nuclear de México (1956-1964), the second will be from the construction of the CNM until its inauguration (1964 to 1970), the third, from the operation of the CNEN in the CNM until its transformation into the Instituto Nacional de Energía Nuclear (1970-1972).

Keywords: nuclear energy, nuclear research, public politics, science history

INTRODUCCIÓN

En 1942, nació la era nuclear al iniciarse los trabajos del proyecto Manhattan en los Estados Unidos. A su vez, el surgimiento de esta era trajo consigo la creación de la industria nuclear, que se compone de tres etapas, a saber: la primera, es la de exploración y extracción de elementos radiactivos como el uranio o el torio; la segunda, es la de procesamiento del mineral y, la tercera, es la de su utilización para producir armas atómicas o generar energía eléctrica, así como las aplicaciones industriales y médicas de elementos radiactivos. Para cada una de estas etapas se tuvieron que diseñar y producir nuevos conocimientos y nuevas tecnologías.¹

México ingresó al selecto club de países de los usos pacíficos de la energía nuclear² en 1956, con la creación de la Comisión Nacional de Energía Nuclear (CNEN), que más tarde se convirtió en Instituto Nacional de Energía Nuclear (INEN) en 1972 y, después, de Investigaciones Nucleares (ININ) en 1979, en este último año, también se fundó Uranio Mexicano (URAMEX) como empresa paraestatal cuya función era la localización y procesamiento del uranio.

Al reconstruir y analizar la historia de los programas de utilización del uranio como energético, podemos hacerlo desde la perspectiva de la implementación de las políticas públicas.³ Debemos tener claro que las instituciones creadas fueron públicas únicamente. Hasta ahora hemos localizado pocas empresas privadas involucradas en este proyecto

¹ Pichardo, Lazarín (coords.), Dossier: "La quimera de uranio en México" y Lazarín, Pichardo (coords.), *La utopía del uranio*.

² El término "club de países de los usos pacíficos de la energía nuclear" lo uso en el sentido de que fueron pocos países del mundo los que en esos años iniciaron la utilización de la energía nuclear con fines pacíficos.

³ "Política pública es el programa de acción de una autoridad pública. Este programa y las actividades que implica componen la unidad de base de la que se sirve el analista del trabajo gubernamental. Él caracterizará el contenido y el proceso. Luego, por acumulación de observaciones, verificará si existen variaciones o convergencias según tres dimensiones al menos: por sector (las políticas sociales, se parecen a las políticas culturales), por tipo de autoridades públicas (todos los ayuntamientos practican la misma política fiscal), por épocas (¿se parece el Estado de 1950 al de 1990?). Meny, Thoeing, *Las políticas públicas*.

nuclear (Ortega y Liceaga, 2016 y Pichardo, 2016). De tal manera, fueron instituciones públicas las que se encargaron de las labores de exploración, extracción, investigación y utilización de los minerales radiactivos.

Para descubrir, extraer y utilizar el uranio se tuvieron que conjugar e interactuar la ciencia, la tecnología y la industria. En el caso mexicano, estas actividades corrieron a cargo del Estado como parte de sus políticas públicas. Se puede plantear que el inicio de las políticas públicas para la utilización de los elementos radiactivos que existían en territorio nacional, así como la posterior generación de energía eléctrica con materiales nucleares inició en México en la década de 1940; el primer escalón fue la creación de la legislación y normatividad en la materia. De acuerdo con Azuela y Talancón,⁴ en esa década se empezó a utilizar de forma genérica el término proyecto nuclear para referirse desde los estudios de búsqueda, prospección y extracción de materiales radiactivos, hasta el propósito de crear energía eléctrica con la utilización del nuevo combustible atómico, así como a todas las investigaciones y aplicaciones del átomo que se desarrollarían a partir de esos años. En 1945 se empezaron a establecer medidas legales para el manejo de materiales radiactivos. El gobierno de Ávila Camacho declaró propiedad de la nación las reservas mineras de los yacimientos de uranio, torio, actinio y demás elementos radiactivos que estuvieran en territorio mexicano. Como veremos en este capítulo la política pública que denominaremos “proyecto nuclear” se implementó a través de distintos programas⁵ que la Comisión Nacional de Energía Nuclear propuso y desarrolló con sus propias dependencias, así como con el apoyo de instituciones de educación superior como la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM) o el Instituto Politécnico Nacional (IPN), además, de algunas empresas privadas como Geólogos Consultores Asociados (GEOCA).

El objetivo de este artículo es reconstruir y analizar la implementación de la política pública de desarrollo científico y tecnológico nuclear en México. Esta política pública se puede ejemplificar en los trabajos de la CNEN que culminaron con la puesta en marcha del Centro Nuclear de México (CNM), la adquisición de equipo e insumos que fueron importados primordialmente de los Estados Unidos, además, se puede observar en los programas de desarrollo de nuevas tecnologías que se propusieron llevar a cabo en este centro, así como la formación de científicos nucleares a partir de la construcción del mismo.

Las preguntas que guían el artículo son las siguientes: ¿cómo podemos analizar las políticas públicas para el fomento científico y tecnológico nuclear? ¿De qué forma estas políticas se reflejaron en la transferencia de tecnologías y conocimientos? ¿La implementación de estas políticas fomentó la creación de nuevos conocimientos y tecnologías? ¿Cómo sirvieron a la investigación científica? La respuesta a ellas se dará en tres etapas de análisis del proceso. El primero, se desarrollará en el subperiodo 1956-1964, es decir, de la creación de la CNEN al inicio de la construcción del Centro Nuclear de México. El segundo, será de 1964 a 1970, esto es, desde el inicio de la edificación del CNM hasta su inauguración en 1970. El tercero, va de 1970 a 1972, la operación de la CNEN en el Centro Nuclear hasta su transformación en Instituto Nacional de Energía Nuclear.

⁴ Azuela, Talancón, *Contra corriente*.

⁵ “Un programa es la forma como una política pública se implementa. No se reduce a un acto concreto considerado aisladamente: por ejemplo, lo que hace un ministro tal día sobre tal expediente. Detrás de un acto, detrás de tales o cuales actividades existe un marco más general en el que se integran este acto, estas actividades; por ejemplo, mediante su actividad, el ministro se inscribe en una política a medio plazo. En otras palabras, aunque el marco no esté explícitamente definido (por ejemplo, mediante procedimientos institucionales —leyes— o el propio discurso de los actores públicos —el programa de gobierno o de un alcalde—, en hipótesis debe poderse distinguir, no obstante, la articulación de los actos, una estructura relativamente permanente de referencia u orientación, lo que Easton llama ‘las intenciones más generales de las autoridades de las que todo output específico puede ser una experiencia parcial’ [...] Más simplemente, presupondremos que los actos se articulan en torno a uno o algunos ejes específicos que forman un denominador común: el sector de intervención, el problema tratado, la constancia del decisor público en sus opciones e intenciones”, de acuerdo con Meny, Thoenig, *Las políticas públicas*.

PRIMERA ETAPA: LA COMISIÓN NACIONAL DE ENERGÍA NUCLEAR. CREACIÓN Y PRIMEROS PROGRAMAS, 1956-1964

En la década de 1950 los Estados Unidos (EE. UU.), la Unión de Repúblicas Socialistas Soviéticas (URSS), Francia y Gran Bretaña empezaron a desarrollar tecnologías e industrias para el aprovechamiento de la energía nuclear con fines bélicos y pacíficos. Por su parte, las instituciones que se crearon en México tuvieron un doble propósito, primero la transferencia de conocimientos y tecnología, segundo, crear nuevos conocimientos y nuevas tecnologías en nuestro país.

La cuesta que tenía que subir México en esta materia era casi de 90 grados, no obstante había que ascenderla. El primer escalón se subió entre 1942 y 1956 y se inició con la creación de instituciones. En el primer año, el presidente Manuel Ávila Camacho (1897-1955) creó la Comisión Impulsora y Coordinadora de la Investigación Científica (CICIC), ente gubernamental cuya tarea era promover y regular la investigación, así como la formación de científicos. A esta Comisión se incorporaron científicos de distintas disciplinas formados básicamente en la UNAM, el IPN

o el extranjero. Más adelante, el gobierno de Miguel Alemán Valdés (1900-1983) buscó el fortalecimiento del sistema de investigación y desarrollo científico al convertir a la CICIC en el Instituto Nacional de la Investigación Científica (INIC), el 28 de diciembre de 1950.⁶

El siguiente paso fundamental para el desarrollo de la energía nuclear en México, fue el traslado del Instituto de Física a Ciudad Universitaria en 1952. En esa época, el doctor Carlos Graef, director del citado instituto, mediante el apoyo de los doctores Nabor Carrillo y Alberto Barajas, lograron que se adquiriera un acelerador Van de Graaf de dos millones de voltios para realizar investigaciones en física experimental.⁷

Este primer peldaño se terminó de subir cuando el gobierno de los Estados Unidos abandonó las restricciones sobre información para la construcción de reactores de uranio enriquecido. La intención era crear un programa de exportación de reactores (observando las salvaguardas correspondientes), además se garantizó el suministro de uranio 235 (U235) a precios del mercado estadounidense y se estructuró un programa financiero, para que a través de la Comisión de Energía Atómica de los Estados Unidos, se subsidiara el suministro de combustible.⁸

La apertura estadounidense en el sector nuclear tenía como intención la expansión comercial de su industria. Entre 1956 y 1959, el gobierno de Washington promovió la firma de acuerdos bilaterales con alrededor de 40 países, los convenios se sustentaban en la política de Átomos para la Paz, para expandir la industria nuclear del vecino del norte.⁹

⁶ Azuela, Talancón, *Contracorriente* y García y Cortés, "La política gubernamental".

⁷ Centro de Información y Documentación del Sector Nuclear "Nabor Carrillo" (en adelante CIDSN), Instituto Nacional de Investigaciones Nucleares, Contacto Nuclear, México, ININ, 2010, p. 5.

⁸ Azuela, Talancón, *Contracorriente*, pp. 25-26; Rojas Nieto, *Desarrollo nuclear de México*.

⁹ Lazarín, "La industria del uranio", p. 28.

Las características de los convenios eran las siguientes:

- Intercambio de datos confidenciales.
- Ayuda y asistencia recíproca para la investigación y desarrollo de la energía nuclear.
- Otorgamiento de permisos y autorizaciones.
- Suministro e intercambio de equipos y materiales.
- Prospección de yacimientos de interés nuclear, incluyendo la disposición de la tecnología para el tratamiento de minerales, así como elaboración y procesamiento de combustibles.
- En lo que toca a protección sanitaria:
 - Información sobre los métodos de protección radiológica.
 - Patrones de calibración.
- En cuanto a asistencia recíproca para la investigación y desarrollo:
 - Preparación de personal científico y técnico.
 - Intercambio de expertos, docentes e investigadores.
 - Consultas sobre problemas científicos, técnicos y legales.
 - Formación de grupos comunes para la investigación y el desarrollo científico-técnico.
 - Intercambio de información sobre métodos y patentes.¹⁰

Estos convenios permitieron a los EE. UU. tener la hegemonía continental en materia científica y tecnológica por razones de seguridad nacional, así como de control económico y comercial a favor de sus grupos financieros y empresariales. De tal forma que la tecnología nuclear que se adoptó en México fue la estadounidense. De acuerdo con Meny y Thoenig, para analizar la implementación de las políticas públicas debemos tomar en cuenta las obligaciones externas que tiene el país, no obstante que estos autores se refieren sobre todo a la materia de las políticas económicas.¹¹ Podemos observar cómo México desde la II Guerra Mundial, se alineó a los aliados, al panamericanismo y, por ende, a las políticas internacionales que las potencias occidentales (EE. UU., Francia y Gran Bretaña) impulsaron en ese momento, colaboró muy es-

¹⁰ Lazarín, "La industria del uranio", pp. 28-29.

¹¹ Meny, Thoenig, *Las políticas públicas*, p. 253.

trechamente en la creación de la Organización de las Naciones Unidas (ONU) y la Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura (UNESCO por sus siglas en inglés), así como en la Comisión de Energía Nuclear de la ONU. De tal forma que no es coincidencia que la creación de la CNEN, encargada de los temas nucleares, se diera en este contexto de átomos para la paz,¹² además, que para poder establecerla el gobierno mexicano tuvo que negociar la aprobación del Organismo Internacional de Energía Atómica (OIEA, 1956, DOF, 1958).

En el ascenso al segundo escalón se continuó con el proceso de institucionalización de las investigaciones nucleares y en 1956 se dio la creación de la CNEN. La Comisión fue fundamental pues ella administró, coordinó y centralizó los trabajos en materia nuclear que se realizaban aisladamente en las instituciones que anotamos líneas arriba, como el Instituto de Física de la UNAM.

El propósito del proyecto nuclear en México era, en primer lugar, la prospección en territorio nacional de materiales radiactivos; en segundo, la extracción para su utilización comercial, que básicamente significa su venta al exterior de país. Es decir, en la más pura vocación que han dado a nuestro país sus gobiernos desde el siglo XIX, la exportación de esta nueva materia prima del siglo XX. A partir de los años 1960, realmente se empezó a considerar la utilización pacífica de la energía nuclear, con un fuerte acento, en la producción de energía eléctrica, por lo que las actividades de la CNEN se encaminaron también hacia ese objetivo.

Para cumplir con esos propósitos las funciones de la CNEN eran las siguientes:

- a) La exploración explotación de los yacimientos de materiales atómicos y otros de utilidad específica para uso en los reactores nucleares.
- b) La exportación e importación de materiales atómicos y otros de utilidad específica para la construcción de reactores nucleares.
- c) El comercio y transporte interior de materiales atómicos.
- d) La producción y uso de energía atómica en cantidades importantes a juicio de la Comisión.
- e) Las investigaciones científicas en el campo de la física nuclear y disciplinas científicas y técnicas conexas.
- f) El asesoramiento del Gobierno, sobre la legislación, en todos sus aspectos, relacionada con la atómica; en convenios con gobiernos extranjeros sobre energía y materiales atómicos y sobre intercambio de informaciones relativas a la energía nuclear.
- g) La preparación de físicos y técnicos mexicanos en energía nuclear.¹³

En este contexto, es importante acotar que un número considerable de científicos y estudiantes, la mayoría de ellos físicos o estudiantes de física, que estaban adscritos al INIC fueron transferidos a la Comisión, ello se puede observar en la siguiente imagen:

¹² Ortega, "Las negociaciones internacionales" y Lazarín, "México, la UNESCO".

¹³ García, Cortés, "La política gubernamental"; CIDSN, Energía Nuclear-México-Leyes-Decretos, etc., 4, *Ley de la Comisión Nacional de Energía Nuclear*, pp. 9-10.

23

APENDICE I.

Relación del personal de investigación del Instituto Nacional de la Investigación Científica que pasará a depender de la Comisión Nacional de Energía Nuclear.

NOMBRE	SUeldo Mensual	CLASIFICACION
Bauer, Mariano	\$ 480.00	Ayudante Inv. 1/2 tiempo
Carrasco, Raúl	" 1,200.00	Ayudante Inv.
Chaco, Fernando	" 1,200.00	" "
Estrada, Luis	" 528.00	" " 1/2 tiempo
Flores Maldonado, Víctor	" 500.00	Becario
García Colín, Leopoldo	" 1,200.00	Ayudante Inv.
Lozano, Juan Manuel	" 1,650.00	Inv. 1/2 tiempo
Medina, Alejandro	" 4,000.00	Jefe de Inv.
Medina, Francisco	" 1,650.00	Inv. 1/2 tiempo con lic.
Mondragón, Alfonso	" 528.00	Ayud. Inv. 1/2 tiempo
Moshinsky, Marcos	" 1,800.00	Inv. 1/2 tiempo
Oyarzábal, Juan	" 1,800.00	" " "
Palma, Federico	" 1,800.00	Encargado planta, 1/2 tiempo.
Prieto, Fernando	" 2,400.00	Inv. 1/2 tiempo
Quezada, José R.	" 1,800.00	Encargado planta, 1/2 tiempo.
Revero, Ignacio	" 528.00	Ayud. Inv. 1/2 tiempo con licencia.
Treviño, Roberto	" 1,200.00	Ayud. Inv. 1/2 tiempo con licencia.
Vélez, Carlos	" 1,200.00	" " "
	<u>\$25,464.00</u>	

Fuente: Universidad Autónoma Metropolitana, Unidad Iztapalapa, Archivo Histórico Científico Manuel Sandoval Vallarta (UAMI-AHCMSV), Fondo Manuel Sandoval Vallarta, Sección Institucional, Subsección, Comisión Nacional de Energía Nuclear, caja 10, exp. 1, f. 23.

La relación (imagen 1) contiene personajes que se destacaron en el ámbito de la física moderna y la física nuclear, algunos de ellos tuvieron una larga trayectoria en la Comisión como Mariano Bauer,¹⁴ Leopoldo García Colín (1930-2012), Juan Manuel Lozano (1929-2007), Alfonso Mondragón, Juan Oyarzábal (1913-1977), Carlos Vélez (1927-2012), considerado pionero de la ingeniería nuclear, Marcos Moshinsky (1921-2009), este último llegó a ser considerado el físico nuclear más importante de México (SNM, 2012).

En el año de 1956 el salario mínimo diario promedio fue de 11.00 pesos (MM, 2017), la estimación del salario mensual es de \$330. Mariano Bauer como Ayudante de investigación de medio tiempo, quien tenía el salario más bajo en la relación se consigna que ganaba \$480 al mes, es decir, \$150 por arriba del mínimo. Por su parte, había cuatro personajes: Moshinsky, Oyarzábal, Palma y Quezada que ganaban 1,470 pesos por arriba del mínimo, los dos primeros eran investigadores de medio tiempo y los dos segundos eran encargados de planta. Quien tenía el salario más alto era Fernando Prieto que también tenía el puesto de investigador de

¹⁴ Personaje del que no se ha encontrado su año de nacimiento.

medio tiempo y su ingreso era de 2,400 pesos, lo cual representaba \$2,070 por encima del mínimo. No hemos encontrado un tabulador o cuáles fueron los criterios para establecer los ingresos del personal. Es lógico suponer que Alejandro Medina como jefe de investigación tuviera el ingreso más alto (\$4,000). También se puede observar en la imagen 1 que entre los ayudantes e investigadores todos de medio tiempo hay variación en sus salarios, tal vez ello dependía de su experiencia o formación, a ciencia cierta no lo hemos podido dilucidar.

Entre 1956 y 1964, la CNEN estaba integrada por una Dirección General, y en la parte técnica por una Dirección de Exploración y Explotación Minera y otra de Investigación. La primera, se ocupaba del "Programa de Exploraciones y explotación minera, reservas, plantas de beneficio, laboratorios y combustibles nucleares"; contaba con el Departamento de Exploración al cual estaban adscritos los ingenieros geólogos y topógrafos, así como el personal técnico y de apoyo para realizar los trabajos de búsqueda y prospección de los materiales. Además, tenía una Dirección de Explotación en la que el área más importante era la Planta Piloto, así como de los Laboratorios de Control, el de Estudios Metalúrgicos y el de Química Inorgánica, así como la Unidad de Refinación¹⁵.

Por su parte, la Dirección de Investigación estaba organizada de la siguiente forma: Laboratorios de Tecnología Nuclear, el de Materiales Nucleares y el de Reactores de Potencia.¹⁶ Los programas que desarrollaban estos laboratorios fueron los siguientes:

- Programa de Investigación Científica en Física Nuclear.
- Programa de Mecánica de Fluidos, Magnetohidrodinámica y Plasmas.
- Programa de Cibernética.
- Programa de Genética y Radiobiología.

Un elemento que caracterizó a la CNEN desde su creación fue la política de transferencia de tecnología, que en algunos casos se tradujo en la fabricación de equipos y aparatos en sus talleres y laboratorios. En 1959 se reportaba que había llevado a cabo:

[...] la fabricación de aparatos electrónicos de alta calidad que le sirven de cumplimiento de varias de sus finalidades específicas:

¹⁵ Universidad Autónoma Metropolitana, Unidad Iztapalapa, Archivo Histórico Científico Manuel Sandoval Vallarta, (en adelante UAMI-AHCMSV), Fondo Manuel Sandoval Vallarta, Sección Institucional, Subsección: Comisión Nacional de Energía Nuclear, caja 12, exp. 2 y caja, 13, exp. 13.

¹⁶ UAMI-AHCMSV, Fondo Manuel Sandoval Vallarta, Sección Institucional, Subsección: Comisión Nacional de Energía Nuclear, caja 12, exp. 2 y caja, 13, exp. 13.

exploración, capacitación e investigación. Es así como en una de sus dependencias, que es el Laboratorio de radiaciones Electromagnéticas [...] se construyen detectores portátiles tipo Geiger para la localización de materiales radiactivos, de calidad superior al instrumental importado del mismo tipo y a un precio muy inferior.¹⁷

Todos estos programas de investigación nuclear se llevaban a cabo estaban dispersos en distintos lugares de la ciudad de México o del país. Hasta el día de hoy no hemos podido ubicar las instalaciones en las que se encontraban los laboratorios de la CNEN, sólo sabemos que estaban esparcidos por distintos lugares. Los únicos trabajos e instalaciones que justificaban su existencia descentralizada eran los de búsqueda y prospección, para los demás se consideró necesaria su integración en un mismo lugar.

En 1963, la Comisión realizó un estudio de suelos y clima de la zona de la Marquesa y Salazar en la frontera entre la Ciudad de México y el Estado de México, de tal forma que en 1964 se inició la construcción de un centro nuclear

¹⁷ CIDSN, Energía Nuclear-México-CNEN, Mfn. 251, Doc. 2, Lozano, Andrés, *Actividades de la Comisión Nacional de Energía Nuclear CNEN. Síntesis 1956-1959*, México, Talleres Gráficos de la Nación, julio de 1959, p. 31.

que concentraría las actividades e investigación nuclear, el lugar se encontraba en el kilómetro 36.5 de la carretera Federal de la Ciudad de México a Toluca, en el municipio de Ocoyoacac, Estado de México.¹⁸

SEGUNDA ETAPA: EL CENTRO NUCLEAR DE MÉXICO. CONTINUIDAD DEL PROYECTO NUCLEAR, 1964-1970

En una ceremonia solemne, el 3 de julio de 1964, el secretario de Hacienda y Crédito Público, Antonio Ortiz Mena (1907-2007), en representación del presidente Adolfo López Mateos (1909-1969), colocó la primera piedra, para la construcción de un centro nuclear. En el acto estuvieron Nabor Carrillo Flores (1911-1967), Manuel Sandoval Vallarta (1899-1977), Alberto Barajas Celis (1913-2004), José María Ortiz Tirado (1894-1968) y Juan Fernández Albarrán (1901-1972), gobernador del Estado de México, el ingeniero Hugo B. Margáin (1913-1997) y Salvador Cardona Domínguez.¹⁹

Como vimos líneas arriba, Meny y Thoenig plantean que en el análisis de las políticas públicas, también, se tiene que observar el marco de las obligaciones internacionales que tiene un país. De tal forma, el 7 de octubre de 1965, se firmó en la Casa Blanca un acuerdo entre México, los EE. UU. y el Organismo Internacional de Energía Atómica para crear un "Grupo de Estudio y colaboración internacional mexicano-estadounidense para analizar las posibilidades técnicas y económicas de construir una planta nuclear de doble propósito que pudiera suministrar energía eléctrica y agua dulce para riego (por desalinización del agua de mar) para los estados de Sonora y Baja California en México, así como de California y Arizona en los Estados Unidos. Por la parte mexicana, correspondió a la CNEN la coordinación gubernamental del proyecto. Después de analizar las características y costos de este proyecto, se llegó a la siguiente conclusión: "La construcción de una planta nuclear de doble propósito, que produzca 44 metros cúbicos por segundo de agua dulce y que tenga una potencia de dos mil megawatts

¹⁸ UAMI-AHCMSV, Fondo Manuel Sandoval Vallarta, Sección Institucional, Subsección: Comisión Nacional de Energía Nuclear, caja 10, exp. 5.

¹⁹ CIDSN, Centro Nuclear de México, *Nuestros inicios*, México, Instituto Nacional de Investigaciones Nucleares, s/f, pp. 22 y 28.

eléctricos es técnicamente posible”.²⁰ Desafortunadamente, no se llegó a ningún acuerdo entre los dos gobiernos y, al final, sólo quedó un documento titulado “Plantas nucleares productoras de energía eléctrica y agua desalada para el Noroeste de México y Suroeste de los Estados Unidos”.²¹

En el informe correspondiente al año fiscal del 1 de septiembre de 1966 al 31 de agosto de 1967, el presidente de la CNEN, mencionó los trabajos que había desarrollado la Comisión, con respecto a la Dirección y Exploración se reportó el descubrimiento de más sitios uraníferos:

[...] las reservas de mineral de uranio, cuantificadas en forma conservadora -sumando las positivas, probables, posibles y potenciales- se incrementaron en 361.184 toneladas, para dar un total acumulado a la fecha de 3.181.184 toneladas [sic], con ley media de 0.072% de U_3O_8 , o sea con .72 kilogramos de óxido de uranio por tonelada, suma que implica contar, potencialmente, con 2.302.809 kilogramos de U_3O_8 en los yacimientos hasta ahora localizados.²²

Afirmaba que ello se debió a que se descubrieron y mapearon “anomalías” en La Vibora, Zacatecas; Salinas, San Luis Potosí y San José Naco, Sonora. También, se localizaron cuatro nuevos yacimientos en San José Naco, Sonora; Sombrerillo, Durango; Salinas, San Luis Potosí y la Coma, Nuevo León, además, se hicieron trabajos de revaluación de las reservas: en Las Mesteñas, Sonora; Las Adargas, Chihuahua; El Mezquite y San Luis del Cordero, Durango.

En la Planta Piloto se realizó el tratamiento metalúrgico de beneficio de uranio descubierto en la exploración. En el Laboratorio de Control se hicieron

análisis químicos de las pruebas de refinación, así como las hidrometalúrgicas. También se hicieron mediciones de interferencia del vanadio en la determinación del uranio mediante tiocianato de amonio; del nivel de extracción del vanadio y molibdeno con el acetato de etilo; de la interferencia del molibdeno en la determinación colorimétrica del uranio con tiocianato de amonio y ensayos controlados de eliminación de la misma mediante el acetato de butilo. Además, la Planta Piloto, contaba con una Unidad de Refinación. Ésta era importante, en ella se realizaron experimentos para llevar a cabo la refinación de concentrados de uranio, el beneficio del mismo, además, de la producción de combustibles nucleares.

A la Dirección de Exploración y Explotación Minera estaba adscrito el Laboratorio de Estudios Metalúrgicos que realizó trabajos en el mineral de Sierra de Gómez, Chihuahua, sobre el efecto de las condiciones oxidantes en la lixiviación e inició un estudio experimental sobre el mineral de La Preciosa, Durango, para establecer las condiciones y procesos recomendables para su beneficio.²³

En el Laboratorio de Química Inorgánica se procesaron los productos refinados de uranio obtenidos en la Planta Piloto para transformarlos en óxido de uranio y en uranio metálico masivo. Un ejemplo de los trabajos que realizaba este Laboratorio fueron “4,284 pruebas radiométricas; 894 espectrográficas; 4,380 colorimétricas; 251 especiales (de elementos raros y materiales específicos); 9,060 fluorimétricas y, también, 6,974 pruebas de densidades en minerales y 861 de densidades diversas. El total de pruebas analíticas durante el lapso de este informe fue de: 18,550”.²⁴

Por su parte, en el Laboratorio de Tecnología Nuclear se llevaron a cabo las siguientes actividades: el diseño y elaboración de combustibles nucleares, se investigó encontrar el mejor rendimiento térmico

²⁰ CIDSN, Centro Nuclear de México, *Nuestros inicios*, México, Instituto Nacional de Investigaciones Nucleares, s/f, pp. 22 y 28.

²¹ CIDSN, Centro Nuclear de México, *Nuestros inicios*, México, Instituto Nacional de Investigaciones Nucleares, s/f, pp. 22 y 28.

²² UAMI-AHCMSV, Fondo Manuel Sandoval Vallarta, Sección Institucional, Subsección: Comisión Nacional de Energía Nuclear, Caja, 13, exp. 13, f. 4.

²³ UAMI-AHCMSV, Fondo Manuel Sandoval Vallarta, Sección Institucional, Subsección: Comisión Nacional de Energía Nuclear, Caja, 13, exp. 13, fs. 11-13.

²⁴ UAMI-AHCMSV, Fondo Manuel Sandoval Vallarta, Sección Institucional, Subsección: Comisión Nacional de Energía Nuclear, Caja, 13, exp. 13, fs. 13-14.

(máximo calor extraído a cada kilogramo de uranio) para un mayor rendimiento energético de los reactores. Además, se buscó producir la mayor cantidad de combustible de uranio en el reactor; así como, la eficiencia termodinámica del mismo, es decir, la mejor temperatura a la que debía operar, así como, garantizar la operación segura de los reactores para evitar daños en el combustible por radiación y los productos de fisión. A corto plazo se tenía contemplada la fabricación de combustibles para reactores subcríticos, a largo plazo “la investigación tecnológica de elementos combustibles para reactores de potencia, ya que, en la actualidad, el costo del combustible en este tipo de reactores representa de un 20 a un 50% del costo del kWh instalado”.²⁵ Como se puede observar estos programas de investigación no se concluyeron en 1967, México no contaba con un reactor, ni subcrítico, ni de potencia, por lo que lo más seguro es que estas investigaciones eran de gabinete exclusivamente y no experimentales.

Entre los trabajos que se culminaron en el año que se reportaba: el Laboratorio de Tecnología Nuclear construyó un horno de colada vertical para uranio metálico, en atmósfera inerte; además, de dados semiautomáticos para fabricar pastillas de óxido de uranio, para reactores subcríticos y para reactores de potencia y un horno para sintetización de las pastillas de óxido de uranio a 1500°C en atmósfera inerte. Del mismo modo, el personal de Laboratorio participó con el Grupo de instrumentación de la Comisión en la construcción de un aparato para estudios de transmisión de calor.²⁶

En el Laboratorio de Materiales Nucleares la implementación de las políticas públicas del proyecto nuclear tuvo impacto social pues el personal del mismo participó en estudios en el río Coatzacoalcos para determinar el movimiento de sedimentos en el canal de navegación y la dársena de la Laguna de Pajaritos y elaboró un anteproyecto para estudiar la interconexión de las aguas que se filtraban de los pozos de absorción de la presa Mixcoac, en la Ciudad de México para la Comisión Hidrológica del Valle de México. Del mismo modo, en el acuífero de esta misma Ciudad, utilizando isótopos radiactivos, dejó terminado el anteproyecto para determinar las fugas en la presa Endhó, en el estado de Hidalgo.²⁷

²⁵ UAMI-AHCMSV, Fondo Manuel Sandoval Vallarta, Sección Institucional, Subsección: Comisión Nacional de Energía Nuclear, Caja, 13, exp. 13, fs. 14-16.

²⁶ UAMI-AHCMSV, Fondo Manuel Sandoval Vallarta, Sección Institucional, Subsección: Comisión Nacional de Energía Nuclear, Caja, 13, exp. 13, fs. 14-16.

²⁷ UAMI-AHCMSV, Fondo Manuel Sandoval Vallarta, Sección Institucional, Subsección: Comisión Nacional de Energía Nuclear, Caja, 13, exp. 13, fs. 16-18.

Estos trabajos no significaron que se abandonaran los estudios tecnológicos de materiales nucleares —no combustibles—, así como, componentes de instalaciones nucleares (reactores y celdas de irradiación, entre otros): moderadores, controles, blindajes, partes estructurales. También, se estudiaron —en colaboración con otros programas de la Comisión— problemas tecnológicos que permitirían establecer las bases económicas de los tipos de reactores e instalaciones nucleares más convenientes a las necesidades y posibilidades del país. El director de este laboratorio participó en el Simposio sobre el Empleo de Isótopos en Hidrología, celebrado en Viena, Austria, en noviembre de 1966, bajo los auspicios del Organismo Internacional de Energía Atómica.²⁸

En el Área de los Reactores de potencia los programas también eran a largo plazo, por lo que el informe presentó avances de los mismos y no de trabajos terminados. Por ejemplo: continuaron los estudios sobre reactores de potencia de doble función, es decir, para la producción de energía eléctrica y la desalinización de agua de mar. En este sentido era importante la actualización de estudios sobre los principales tipos de reactores de potencia y sus características, de tal forma que se elaboró un trabajo sobre determinación y análisis de emplazamientos posibles para una central nucleoelectrónica que añadiera energía a la red central de México y una evaluación cuantitativa del emplazamiento de centrales nucleoelectrónicas desde el punto de vista de la seguridad radiológica.

El personal del Área de Reactores tuvo una participación activa en diferentes reuniones internacionales como: el Simposio sobre el Empleo del Plutonio como Combustible Nuclear en Bélgica (marzo de 1967); en este mismo mes, se viajó a la Conferencia Sobre el Desarrollo de las Aplicaciones de la Energía Nuclear en América Latina que se llevó a cabo en Los Ángeles, California. Finalmente, presentaron trabajos en el Simposio sobre Confinamiento y Emplazamiento de Centrales Nucleoelectrónicas, convocado por el Organismo Internacional de Energía Atómica, en Viena, Austria, en abril del mismo año.

José Gorostiza (1901-1973) aseguraba que la Comisión había efectuado estudios sistemáticos sobre los recursos y las necesidades energéticas del país, encaminados a preparar el uso de la energía nuclear en México, razón por la cual se había procurado coordinar estos trabajos con dependencias como la Comisión Federal de Electricidad, la Secretaría de Economía y la Secretaría de Hacienda y Crédito Público. Estas reuniones se efectuaron para establecer un programa de reactores que considerara las limitaciones que se presentarían —a corto y largo plazo— en la producción de energía de origen hidráulico y de los combustibles gaseosos, líquidos y sólidos en el país.²⁹

Como se puede observar el informe de Gorostiza era optimista, incluso, afirmaba que “estimamos que ha llegado la hora de producir concentrados de uranio y, si fuere posible, de recorrer el ciclo del combustible nuclear, pues ya se está considerando la conveniencia de

²⁸ UAMI-AHCMSV, Fondo Manuel Sandoval Vallarta, Sección Institucional, Subsección: Comisión Nacional de Energía Nuclear, Caja, 13, exp. 13, fs. 16-18.

²⁹ UAMI-AHCMSV, Fondo Manuel Sandoval Vallarta, Sección Institucional, Subsección: Comisión Nacional de Energía Nuclear, Caja, 13, exp. 13, fs. 19-20.

instalar un reactor de potencia, en previsora decisión para atender las necesidades de energía eléctrica en el futuro próximo”.³⁰

La inauguración del Centro Nuclear fue el 27 de noviembre de 1970, a las 11:00 horas. Ese día, como suele ocurrir en México, se llevó a cabo una ceremonia con toda pompa y circunstancia, presidida por el secretario de Obras Públicas, ingeniero Gilberto Valenzuela Ezquerro (1935-2007), quien asistió al acto con la representación presidencial. En esta ceremonia se informó que la inversión destinada a estas instalaciones superó los 160 millones de pesos (unos 12.8 millones de dólares a 12.50 pesos por dólar). El proyecto arquitectónico corrió a cargo de Pedro Moctezuma Díaz Infante (1922-2011). Las instalaciones se terminaron en 1971 con una inversión aproximada de 170 millones de pesos, lo que representó 10 millones más sobre el costo originalmente programado y se le denominó Centro Nuclear de México.³¹ Los dos aparatos más importantes del Centro Nuclear de México requirieron una inversión de \$25'000,000.00 (aproximadamente el 15% del costo total), éstos fueron el reactor Triga Mark III de un MW de potencia y el Acelerador Van de Graaff Tandem de 12 millones de electrones-volt. Hasta hoy no hemos podido encontrar el costo individual de cada equipo.

TERCERA ETAPA: FUNCIONAMIENTO DEL CENTRO NUCLEAR DE MÉXICO, 1970-1972

Como bien se afirmaba, la creación del Centro Nuclear de México tenía como primer fin concentrar en un espacio las actividades que llevaba a cabo la CNEN, para dar continuidad a los programas de mediano y largo plazo que la Comisión había estado desarrollando durante la década de 1960. El CNM fue la nueva sede de la Comisión Nacional de Energía Nuclear, por lo que esta tomó una nueva organización, en la Presidencia seguía a cargo José Gorostiza, los vocales de la misma eran Manuel Sandoval Vallarta y Luis de la Peña Porth, además, de un representante de la Secretarías de Industria y Comercio, y de Hacienda. El presidente del Consejo Consultivo era Alberto Barajas, Consejo integrado por un representante de las siguientes instituciones: IPN, UNAM y el Consejo de Recursos Naturales No Renovables (CRNNR).³²

La Comisión conservó dos direcciones generales técnico-operativas: la de Recursos Energéticos Nucleares y la de Investigación Científica. La primera estaba constituida por una Dirección de Exploración, al frente de la cual estaba el ingeniero Jesús Ruiz Elizondo que, a su vez, tenía dos programas y cuatro laboratorios:

- Programa de Combustibles y Explotación Minero Nucleares, director: Ing. Carlos Medrano.
- Programa de Reactores de Potencia, director: Dr. Vinicio Serment.
- Laboratorio de Conversión, jefe: Ing. Jorge R. Argandoña Robles.
- Laboratorio de Química Inorgánica, jefe: Ing. Francisco Abascal Garrido.
- Laboratorio de Tecnología Nuclear, jefe: Ing. Juan Lartigue.
- Laboratorio de Materiales Nucleares, jefe: Ing. Héctor Guerrero Morillo.

³⁰ UAMI-AHCMSV, Fondo Manuel Sandoval Vallarta, Sección Institucional, Subsección: Comisión Nacional de Energía Nuclear, Caja 13, exp. 13, f. 3.

³¹ CIDSN, Centro Nuclear de México, *Nuestras inicios*, México, Instituto Nacional de Investigaciones Nucleares, s/f, pág. 28.

³² UAMI-AHCMSV, Fondo Manuel Sandoval Vallarta, Sección Institucional, Subsección Comisión Nacional de Energía Nuclear, caja 13, exp. 14.

Por su parte la de Investigación Científica tenía la siguiente organización:

- Investigación Científica en Física Nuclear, asesor director del programa:
Dr. Marcos Moshinsky Baradiansky.
- Laboratorio de Plasmas, jefe: Ing. Mario Vázquez Reyna.
- Programa de Mecánica de Fluidos, Magnetohidrodinámica y Plasmas, no tenía director.
- Programa de Cibernética, director: Dr. Alejandro Medina.
- Programa de Genética y Radiobiología, director:
Dr. Alfonso León de Garay.³³

La organización inicial del CNM era la siguiente: una Dirección General, que ocupó el Dr. Carlos Graef Fernández (1911-1988); una Subdirección al frente de la cual estaba el Ing. Roberto Treviño Arispe (1918-2001); cuatro direcciones: 1. del Reactor, Dr. Arnulfo Morales Amado, 2. del Acelerador, Ing. Marcos Mazari Menzer (1925-2013), 3. la de Talleres Generales, Fís. Antonio Castro y, 4. la Dirección de Seguridad, Ing. Romeo España Valenzuela.³⁴

Estas direcciones llevaban a cargo los proyectos de investigación aplicada, bajo los siguientes rubros:

- Programa de Aplicación de Radioisótopos a la Agricultura y Silvicultura, director del programa:
Dr. Leopoldo López Martínez de Alva.
- Programa de Aplicaciones Industriales de la Radiación, director:
Ing. Armando López Martín del Campo.
- Laboratorio de Normas Radiactivas, director: Dr. Ariel Tejera Rivera.
- Laboratorio de Dilución, directora: Q.F.B. Ninfa G. de Callejas.
- Programa de Instrumentación, director: Dr. Alonso Fernández.
- Laboratorio de Contadores, jefe: Ing. Eduardo Posada.
- Programa de Medicina Nuclear, director general:
Dr. Roberto Maass Escoto.³⁵

La plantilla era de aproximadamente 500 personas, había 175 científicos: físicos, químicos, ingenieros (nucleares, químicos, electrónicos, mecánicos), la mayoría de ellos tenían estudios de maestría y doctorado en el país o en el extranjero. Una tercera parte de los recursos humanos del Centro estaba integrada por personal técnico especializado que trabajaba en los diversos laboratorios y talleres, el resto eran trabajadores administrativos y de servicios. Las áreas dedicadas a la investigación y desarrollo de tecnología nuclear eran tres: 1. del Acelerador de partículas, 2. el Reactor y 3. de los Talleres Generales.³⁶

La distribución de los costos de la inversión total en el CNM se dio de la siguiente forma: aproximadamente 97 millones (58%) a la obra civil y de urbanización, trabajos encargados a la Secretaría de Obras Públicas, para la perforación de pozos de agua e indemnización a la población por el terreno expropiado (150 hectáreas). Para la adquisición de aparatos, instrumentos y maquinaria, el equipo construido, muebles, equipo de oficina, sistema de cómputo y vehículos para el transporte de personal se destinaron 73 millones de pesos (42%). En 1972 el INEN se trasladó al CNM y recibió una

³³ UAMI-AHCMSV, Fondo Manuel Sandoval Vallarta, Sección Institucional, Subsección Comisión Nacional de Energía Nuclear, caja 13, exp. 14.

³⁴ CIDSN, Centro Nuclear de México, *Nuestros inicios*, México, Instituto Nacional de Investigaciones Nucleares, s/f, p. 29.

³⁵ UAMI-AHCMSV, Fondo Manuel Sandoval Vallarta, Sección Institucional, Subsección Comisión Nacional de Energía Nuclear, caja 13, exp. 14.

³⁶ CIDSN, exp. Energía nuclear - CNEN - Programa de combustibles nucleares. "Información para la prensa", México, 1972, 6 ff.

donación de equipo por un monto de un millón 200 mil pesos.³⁷ Además, el Instituto firmó convenios de colaboración con la UNAM y el IPN, para:

- a) Fomentar la preparación de nuevos recursos humanos y realizar investigación básica y tecnológica en ciencias nucleares de forma conjunta.
- b) Coordinar los trabajos del Centro Nuclear con los recursos humanos y materiales de las dos instituciones de educación superior.³⁸

En el caso que nos ocupa es clara la continuidad de la política pública para la implementación del proyecto nuclear en nuestro país. De tal forma que en el Programa Nacional de los Usos Pacíficos de la Energía Nuclear presentado el año de 1970, tenía tres apartados, en el primero, se planteaban los antecedentes, propósitos del proyecto y la situación energética de México, en el segundo se establecieron las reservas de mineral de uranio que había en territorio nacional y, en el tercero, se establecieron los principales tipos de reactores de potencia y sus características.³⁹ Cabe añadir, que la continuidad del proyecto nuclear y sus programas de investigación científica, así como el desarrollo de materiales y tecnología nuclear fue posible gracias a que desde el año de 1968 las diferentes áreas de la CNEN se empezaron a trasladar a las instalaciones del Centro Nuclear, de acuerdo con el avance en la construcción de los diferentes espacios.

Bajo este nuevo programa las actividades de la CNEN se pueden clasificar entonces en cuatro objetivos: a) Investigación científica, b) Investigación tecnológica, c) Adiestramiento, capacitación y formación de personal a niveles medios y superiores, y d) Servicios.⁴⁰ La implementación de los programas de trabajo del Centro Nuclear de México, se pueden medir en los resultados obtenidos, no podemos aquí detallar todos los trabajos que se llevaron a cabo entre 1970 y 1972, pues como ya se mencionó algunos se venían desarrollando desde la década de 1960.

A riesgo de caer en una descripción excesiva, expondré algunos ejemplos de los trabajos efectuados. Estos eran los siguientes: la dirección general del CNM planeó y coordinó actividades del propio Centro con los diversos programas y laboratorios de la CNEN, así como con otras instituciones y organismos del sector público, entre los que estaban el Instituto de Física,

³⁷ La fuente no especifica qué equipo se donó ni quién o quiénes hicieron la donación. CIDSN, exp. Energía nuclear - CNEN - Programa de combustibles nucleares. "Información para la prensa", México, 1972, f. 5.

³⁸ CIDSN, exp. Energía nuclear - CNEN - Programa de combustibles nucleares. "Información para la prensa", México, 1972, f. 4.

³⁹ UAMI-AHCMSV, Fondo Manuel Sandoval Vallarta, Sección Institucional, Subsección: Comisión Nacional de Energía Nuclear, Caja 9, exp.1, 1970, ff. 1-34.

⁴⁰ CIDSN, exp. Energía nuclear - CNEN - Programa de combustibles nucleares. "Información para la prensa", México, 1972, fs. 3-4.

la Facultad de Ciencias y el Laboratorio Nuclear de la UNAM; el Departamento de Ingeniería Nuclear y la Escuela de Física y Matemáticas del IPN, el Instituto de Investigaciones Eléctricas de la Comisión Federal de Electricidad; la Comisión de Fomento Minero. Entre estos planes y actividades se pueden citar los siguientes: organización de un programa interuniversitario de investigación nuclear con la participación de las universidades de Zacatecas y Guanajuato, tomando como sede la universidad zacatecana.

La evaluación del proyecto y de la seguridad para la instalación de la primera planta nucleoelectrónica del país en conjunto con la Comisión Federal de Electricidad. Además, impartió asesoría, al ejecutivo federal sobre convenios de salvaguardias para las actividades nucleares de México con el Organismo Internacional de Energía Atómica.

En el Área del Acelerador de partículas Van de Graaff se hicieron experimentos en física de reacciones nucleares con la participación de un grupo de físicos e ingenieros especialistas en electroimanes, en alto vacío y manejo de altos voltajes. Por ejemplo:

Con blancos proporcionados por el Instituto Tecnológico de Massachusetts, se han venido efectuando estudios de funciones de excitación de protones en Calcio 40, Calcio 48, y Cromo 52, entre 4 y 10 MeV, para el estudio de propiedades nucleares que puedan compararse con estados análogos en sus núcleos isobáricos. Igualmente se viene haciendo un estudio, similar al anterior en Tulio 169, entre 10 y 11 MeV y se iniciaron estudios experimentales sobre fuentes de iones. [...] El convenio de colaboración celebrado entre la CNEN y la Universidad Nacional Autónoma de México, permitió trasladar al acelerador del Centro Nuclear un este-reoespectrógrafo construido en los talleres del Instituto de Física, mediante un programa de investigación conjunta, en materia de reacciones nucleares. La UNAM invirtió en este aparato cinco millones de pesos.⁴¹

Como se acota en la cita estas investigaciones permitirían comparar y descubrir el comportamiento y propiedades de distintos materiales nucleares y radiactivos para evaluar su producción y uso como combustibles, en el caso de los nucleares y, en caso de las radiactivos para sus aplicaciones médicas e industriales.

En esta Área había un taller para la construcción de aparatos de investigación, además, del Centro de Cómputo Electrónico con computadoras modelos pdp-10 y pdp-15. También había un laboratorio de Plasmas donde se hacían investigaciones con el propósito de encontrar nuevas fuentes de energía, por ejemplo: la fusión que se pensaba como una fuente de energía más útil y duradera que la energía producida por la fisión del uranio.⁴²

Asimismo, en esta área se establecieron laboratorios electrónicos y de investigación en detectores de estado sólido y un grupo de científicos trabajaba en el diseño de aceleradores para aplicaciones de tipo industrial, por ejemplo, para la esterilización de equipos médicos o la conservación de alimentos.

El área del Reactor, por su parte tenía un aparato de investigación tipo Triga Mark III de alberca de 1MW térmico, también de fabricación estadounidense. Este Reactor, se utilizaba para la producción de radioisótopos, así como, para la capacitación de personal en el manejo de estos aparatos, así como para el estudio de física e ingeniería de reactores.

⁴¹ CIDSN, Comisión Nacional de Energía Nuclear. *Memoria de Labores, 1 de septiembre de 1969 al 31 de agosto de 1970*, México, Comisión Nacional de Energía Nuclear, 1970, p. 36.

⁴² CIDSN, exp. Energía nuclear - CNEN - Programa de combustibles nucleares. "Información para la prensa", México, 1972, ff. 1-2.

Otro de sus usos era el análisis de activación utilizando alto flujo de neutrones para aplicaciones industriales y en la agricultura, así como otros donde se estudiaban procesos de tratamiento de minerales y refinación de los compuestos intermedios en la producción de óxido de uranio.⁴³

Desde la fecha en que alcanzó su criticidad (su operación óptima) en noviembre de 1968 hasta junio de 1970, el reactor operó 490 horas, periodo en el que produjo 342 MWh. En este tiempo, se produjeron 13 tipos de radioisótopos de vida media corta, asimismo, se irradiaron 102 muestras de distintos productos, que se enviaron a los hospitales 20 de Noviembre y de Nutrición, la UNAM, el IPN, el Laboratorio de Radioisótopos de la Comisión Federal de Electricidad y dependencias internas de la CNEN, tales como la Dirección de Exploraciones y los Programas de Medicina Nuclear y Aplicaciones Industriales de la Radiación. Los radioisótopos que se produjeron fueron los siguientes: Potasio 42, Molibdeno 99, Platino 197, Telurio 129, Sodio 24, Fluor 18, Oro 198, Bromo 82, Estroncio 87 y Antimonio 124. La actividad total producida en el reactor desde su primera criticidad, fue de 26,770 milicuries.⁴⁴

El Área de los Talleres Generales estaba constituida por laboratorios de Electrónica, Circuitos Integrados, así como de Elementos Combustibles, Normas y Ultracentrífugas. En la nave de estos Talleres había equipo con el que se podían fabricar aparatos de investigación especiales, así como piezas que integraban las plantas piloto que eran necesarias para investigar los procesos de obtención del óxido de uranio que se utilizaba en los combustibles de reactores.⁴⁵

Entre los aparatos que se fabricaron podemos citar los siguientes:

- a) Terminación del espectrógrafo IV —para análisis de reacciones nucleares— con destino al acelerador del Centro Nuclear, cuya construcción fue iniciada en los talleres del Instituto de Física de la UNAM, por no estar funcionando todavía los talleres propios de la CNEN;
- b) Una cámara de dispersión para estudio de reacciones nucleares con detectores de estado sólido;
- c) Un espectrómetro de doble cristal para neutrones que se utiliza en el reactor;
- d) Celdas para producción de radioisótopos por vía seca y vía húmeda;
- e) Equipo complementario de celdas de alta actividad;
- f) Cámara de confinamiento de plasmas para el Programa de Plasmas de la Comisión;
- g) Dipolos magnéticos;
- h) Sistema de seguridad para el Acelerador;
- i) Gabinetes de electrónica y carros para equipo electrónico;
- j) Bloques de concreto para blindajes;
- k) Castillos de plomo;
- l) Columnas soporte para detectores de radiaciones;
- m) Fuentes de alimentación y cajones para equipo modular así como módulos de control según normas NIM;

⁴³ CIDSN, exp. Energía nuclear - CNEN - Programa de combustibles nucleares. "Información para la prensa", México, 1972, ff. 2-3.

⁴⁴ CIDSN, Comisión Nacional de Energía Nuclear. Memoria de Labores, lo. de septiembre de 1969 al 31 de agosto de 1970, México, Comisión Nacional de Energía Nuclear, 1970, fs. 34-35.

⁴⁵ CIDSN, exp. Energía nuclear - CNEN - Programa de combustibles nucleares. "Información para la prensa", México, 1972, fs. 3-4.

- n) Cabezas de centelleo y preamplificadores;
- ñ) Escaladores;
- o) Fuentes de alimentación de alto voltaje para detectores y,
- p) Medidores de relación.⁴⁶

Los Talleres Generales estaban construyendo en 1970: un acelerador de electrones de un millón de electrones volt y 10 miliamperes para usos industriales. Se estimaba que este equipo permitiría al Programa de Aplicaciones Industriales de la Radiación hacer estudios a escala de planta piloto por primera vez en México. Asimismo, se fabricaba un separador magnético de isótopos para preparación de blancos que se usarían en aceleradores de partículas, para la obtención de materiales isotópicamente puros (no se especificaba cuáles).⁴⁷

Uno de los programas de mayor continuidad de la CNEN fue el de generación de electricidad utilizando la energía nuclear, para lograr este propósito se pensó en los reactores de potencia. De tal forma, las actividades de la CNEN se concentraron en los problemas que planteaban la adquisición, instalación y operación del primer reactor de potencia para nuestro país, que a fin de cuentas estaría bajo control de la CFE.

De tal forma, la CNEN mantuvo una colaboración cercana con la Comisión Federal de Electricidad, así la transferencia y apropiación de conocimientos se extendió hasta la CFE. En el discurso oficial se afirmaba que la utilización de la energía nuclear era una:

[...] decisión de la más alta importancia en cuanto al desarrollo de los usos pacíficos de la energía nuclear en México, fuertemente vinculada, además, con un sano crecimiento económico y social en el país en el próximo decenio [década de 1980], mediante la utilización adecuada de nuestros recursos energéticos, incluyendo los nucleares, una colaboración sin restricciones, condicionada solamente a la capacidad de sus recursos humanos y materiales que, en la medida de lo posible, ha tratado de ensanchar y consolidarse.⁴⁸

Cuando se presentó a la Comisión Federal de Electricidad la posibilidad de adquirir una planta nuclear para la generación de electricidad en octubre de 1966, la CNEN externó su más amplio apoyo al proyecto y ofreció la más extensa colaboración. En primer lugar, se hizo un estudio preliminar sobre los lugares en los que era mejor establecer la planta y se proporcionó información sobre las reservas de minerales de uranio y la factibilidad de su explotación. Posteriormente, personal del grupo de reactores de potencia de la CNEN, inició y mantuvo relaciones con los técnicos de la CFE, incluyendo el estudio que realizó, esta última, con el Stanford Research Institute, sobre 'análisis de decisiones' para la posible inclusión de plantas nucleares en el desarrollo del país.

En diciembre de 1968, se acordó constituir un Grupo de Trabajo entre las dos comisiones, se afirmaba que la labor desarrollada por este Grupo dejó resultados muy positivos a ambas dependencias, pues se resolvieron distintos problemas, no se especificó cuáles. Así la CFE pudo reunir los elementos de juicio que le permitieron decidir, sobre bases teórico-económicas, la propuesta de compra de la primera planta

⁴⁶ CIDSN, Comisión Nacional de Energía Nuclear. *Memoria de Labores, lo. de septiembre de 1969 al 31 de agosto de 1970*, México, Comisión Nacional de Energía Nuclear, 1970, fs. 39-40.

⁴⁷ CIDSN, Comisión Nacional de Energía Nuclear. *Memoria de Labores, lo. de septiembre de 1969 al 31 de agosto de 1970*, México, Comisión Nacional de Energía Nuclear, 1970, fs. 39-40.

⁴⁸ CIDSN, Comisión Nacional de Energía Nuclear, *Memoria de Labores 1 de septiembre de 1968 al 31 de agosto de 1969, sin lugar, 1969*, págs. 11-15.

nuclear para la generación de electricidad, con base en las cotizaciones que recibió de los fabricantes de reactores, comparándolas con los costos de las plantas de igual capacidad a la nuclear que se necesitaba.⁴⁹

La etapa se cierra en 1972, cuando la CNEN fue transformada en INEN, es decir, cuando se le elevó su rango institucional, de Comisión a Instituto, ello supondría una consolidación como un organismo del ejecutivo federal, razón por la cual, se supone que ampliaría sus actividades y consolidaría sus programas y laboratorios.

Tabla de presupuestos anuales, proyecto nuclear, 1956-1972 (millones de pesos)

AÑOS	TOTAL	GASTOS DE INVERSIÓN	%	GASTOS DE OPERACIÓN	%
1956	\$ 1.4	\$ 0.5	35.71	\$ 0.9	64.29
1957	\$ 12.0	\$ 5.9	49.17	\$ 6.1	50.83
1958	\$ 11.1	\$ 4.0	36.04	\$ 7.1	63.96
1959	\$ 20.1	\$ 10.7	53.23	\$ 9.4	46.77
1960	\$ 20.9	\$ 11.8	56.46	\$ 9.1	43.54
1961	\$ 20.5	\$ 9.4	45.85	\$ 11.1	54.15
1962	\$ 23.1	\$ 9.9	42.86	\$ 13.2	57.14
1963	\$ 25.4	\$ 10.2	40.16	\$ 15.2	59.84
1964	\$ 50.9	\$ 25.8	50.69	\$ 25.1	49.31
1965	\$ 68.8	\$ 36.9	53.63	\$ 31.9	46.37
1966	\$ 75.8	\$ 39.6	52.24	\$ 36.2	47.76
1967	\$ 75.0	\$ 41.9	55.87	\$ 33.1	44.13
1968	\$ 69.8	\$ 38.1	54.58	\$ 31.7	45.42
1969	\$ 69.5	\$ 34.4	49.50	\$ 35.1	50.50

⁴⁹ CIDSN, Comisión Nacional de Energía Nuclear, *Memoria de Labores 1 de septiembre de 1968 al 31 de agosto de 1969, sin lugar, 1969*, págs. 11-15.

1970	\$ 74.2	\$ 34.7	46.77	\$ 39.5	53.23
1971	\$ 72.5	\$ 24.2	33.38	\$ 48.3	66.62
1972	\$ 126.1	\$ 57.2	45.36	\$ 68.9	54.64

Fuente: Uranio Mexicano, *Presencia de URAMEX en el desarrollo de México*, URAMEX, México, 1980, p. 239.

A pesar de lo que se pudiera argumentar, si observamos el presupuesto destinado a la CNEN en la Tabla anterior, hubo un incremento constante en la asignación de fondos de parte de los gobiernos mexicanos sólo en el año de 1958 hubo una reducción con respecto al año anterior (del 7.5%), pero en los años siguientes el incremento fue constante. En 1972, se observa un incremento sustancial con respecto a 1971, éste fue de un poco más del 73%. Pero eso corresponde a otra etapa, la del INEN al que habrá que aplicar otro análisis desde la perspectiva de las políticas públicas y los estudios de Sociedad, Ciencia y Tecnología.

CONCLUSIONES

La institución que creó el Estado en 1956 para implementar el proyecto nuclear, la CNEN, se mantuvo activa hasta 1972, año en el que se transformó en el INEN. Durante 16 años la Comisión llevó a cabo una serie de trabajos que iban de la búsqueda y prospección hasta la elaboración de materiales y algunas tecnologías nucleares, pasando por la investigación científica y tecnológica, así como la formación de recursos humanos.

El objetivo era, en primer lugar, la comercialización de materiales radiactivos y, en segundo, la utilización pacífica de la energía nuclear para producir electricidad, así como para otras aplicaciones industriales y médicas. También se argumentaba que ello generaría desarrollo económico y social para nuestro país.

Es decir, la política pública que el Estado mexicano definió como proyecto nuclear tuvo su implementación por medio de una institución oficial, que a través de trabajos de búsqueda y prospección en el campo, programas de investigación científica y de desarrollo de tecnología nuclear, desempeñaron actividades que llevaron a la realidad una política pública que se esperaba tuviera un impacto económico y social en el país.

Con respecto a las preguntas que planteamos al inicio de este artículo. Podemos asegurar que el análisis del proceso para el fomento de la investigación científica y tecnológica en materia nuclear se pudo llevar a cabo a través de la categoría de la implementación, además se describieron y analizaron los programas que tenía la CNEN en marcha. La política pública de transferencia de conocimientos y tecnologías, se vio reflejada en los trabajos que se realizaron en los laboratorios y talleres de la Comisión. No sólo se compró tecnología extranjera sino que se elaboraron equipos propios, de acuerdo, con los informes de la propia dependencia, además, se involucró a otras instituciones como universidades estatales, la UNAM y el IPN. Con respecto a la transferencia y apropiación de conocimientos se establecieron seminarios con instituciones, se becó a personal técnico y científico y se participó en eventos internacionales sobre el tema que nos ocupa.

Es claro, que se fomentó la creación de nuevas tecnologías y conocimientos, nuevamente los ejemplos que se citaron permiten apreciar cómo en los Talleres Generales y Laboratorios se desarrollaron nuevo

equipos y tecnologías nucleares. Claro está que no sabemos hasta dónde se tenía la capacidad de fabricar un reactor, pero sí crearon aceleradores de partículas. Con respecto a los nuevos conocimientos, a reserva de que se tienen que analizar los resultados de investigación que fueron publicados por la propia Comisión, incluso muchos de ellos en inglés.⁵⁰ Podemos asegurar que se hicieron indagaciones científicas importantes a la luz de las investigaciones que se llevaban a cabo en el Reactor y en el acelerador van de Graff, así como los propios estudios de campo que se llevaban a cabo en las plantas pilotos y sus respectivos laboratorios.

Este artículo no cierra el tema, queda aun temas que reconstruir y analizar sobre los resultados investigaciones y tecnologías nucleares, así como su aplicación en los sectores de servicios e industrial.

FUENTES CONSULTADAS

ACERVOS

CIDSN, Centro de Información y Documentación del Sector Nuclear “Nabor Carrillo”, Centro Nuclear de México, Salazar, Ocoyoac.

UAMI-AHCMSV, Universidad Autónoma Metropolitana, Unidad Iztapalapa, Archivo Histórico Científico Manuel Sandoval Vallarta, Fondo Manuel Sandoval Vallarta, Sección Institucional, Subsección: Comisión Nacional de Energía Nuclear, Ciudad de México.

BIBLIOGRAFÍA

- L. F. Azuela y J. L. Talancón, *Contracorriente. Historia de la energía nuclear en México (1945-1995)*, México, CEPE/Instituto de Geografía, Instituto de Investigaciones Sociales, Universidad Nacional Autónoma de México, Plaza y Valdés, 1999.
- B. E. García, “El programa de energía nuclear en México y la perspectiva jurídico-política, 1945-1984”, en Federico Lazarín y Hugo Pichardo (coords.), *La utopía del uranio. Política energética, extracción y explotación del uranio en México*, Universidad Autónoma Metropolitana/División de Ciencias Sociales y Humanidades, México, 2016, pp. 49-66.
- B. García y L. Cortés, “La política gubernamental para la creación del programa nuclear en México: 1955-1979”, en *Ciencia Nicolaita*, núm. 63 (2014), pp. 50-60.
- Federico Lazarín, “La industria del uranio”, en *Ciencia Nicolaita*, núm. 63 (2014), pp. 27-49.
- , “México, la UNESCO y el Proyecto de Educación Fundamental para América Latina, 1945-1951”, en *Signos Históricos*, vol. XVI, núm. 31 (enero-junio 2014), pp. 88-116.
- y Hugo Pichardo (coords.), *La utopía del uranio. Política energética, extracción y explotación del uranio en México*, Universidad Autónoma Metropolitana/División de Ciencias Sociales y Humanidades, México, 2016.
- I. Meny y J. C. Thoeing, *Las políticas públicas*, Ariel, Barcelona, 1992.

⁵⁰ En el TLHCA, Fondo Manuel Sandoval Vallarta, Sección Institución, Subsección Comisión Nacional de Energía Nuclear, se encuentran estas publicaciones.

- O. Novaro (coord.), *Homenaje Póstumo al Doctor Marcos Moshinsky*, El Colegio Nacional, México, 2012.
- Martha Ortega, "Las negociaciones internacionales sobre el empleo de la energía nuclear y sus repercusiones en México 1946-1975. La intervención de Manuel Sandoval Vallarta", en Federico Lazarín y Hugo Pichardo (coords.), *La utopía del uranio. Política energética, extracción y explotación del uranio en México*, Universidad Autónoma Metropolitana/División de Ciencias Sociales y Humanidades, México, 2016, pp. 137-174.
- y T. Liceaga, "Los ingenieros en busca de la fuente de energía: exploraciones y explotaciones en del mineral de uranio en el norte de México, 1957-1972", en Federico Lazarín y Hugo Pichardo (coords.), *La utopía del uranio. Política energética, extracción y explotación del uranio en México*, Universidad Autónoma Metropolitana/División de Ciencias Sociales y Humanidades, México, 2016, pp. 111-144.
- Hugo Pichardo, "El mapeo del uranio en Sonora y Chihuahua, México, 1965-1970", en Federico Lazarín y Hugo Pichardo (coords.), *La utopía del uranio. Política energética, extracción y explotación del uranio en México*, Universidad Autónoma Metropolitana/División de Ciencias Sociales y Humanidades, México, 2016, pp. 145-163.
- y Federico Lazarín (coords.), Dossier: "La quimera de uranio en México", en *Ciencia Nicolaita* núm. 63 (2014), pp. 24-95.
- J. A. Rojas Nieto, *Desarrollo nuclear de México*, Universidad Nacional Autónoma de México/Facultad de Economía, México, 1989.
- Uranio Mexicano, *Presencia de URAMEX en el desarrollo de México*, URAMEX, México, 1980.

HEMEROGRAFÍA

- Centro Nuclear de México, *Nuestros inicios*, Instituto Nacional de Investigaciones Nucleares, México, s/a.
- Comisión Nacional de Energía Nuclear, *Memoria de Labores 1 de septiembre de 1968 al 31 de agosto de 1969*, Comisión Nacional de Energía Nuclear, México, 1969.
- Comisión Nacional de Energía Nuclear, *Memoria de Labores 1 de septiembre de 1969 al 31 de agosto de 1970*, Comisión Nacional de Energía Nuclear, México 1970.
- Instituto Nacional de Investigaciones Nucleares, *Cuarenta años de usos pacíficos de la energía nuclear*, Instituto Nacional de Investigaciones Nucleares, México, 1996.
- Instituto Nacional de Investigaciones Nucleares, *El Centro Nuclear México*, Instituto Nacional de Investigaciones Nucleares, México, s/a.
- Instituto Nacional de Investigaciones Nucleares, *Contacto Nuclear*, México, núm. 56 (2010).

ELECTRÓNICAS

Diario Oficial de la Federación (DOF), 23 de junio de 1958, en http://dof.gob.mx/nota_to_imagen_fs.php?cod_diario=193800&pagina=1&seccion=0, [consultado el 10 de septiembre de 2017].

Estatuto de la OIEA, en https://www.iaea.org/sites/default/files/statute_sp.pdf, [consultado el 10 de septiembre de 2017].

Instituto Nacional de Investigaciones Nucleares, <http://inin.gob.mx/publicaciones/documentospdf/51%20INSTALACIONES.pdf>, [consultado el 28 de abril de 2017].

Instituto Nacional de Investigaciones Nucleares, en http://inin.gob.mx/mini_sitios/segundo_plano.cfm?cve_area=RN&codigo_opc=400008000, [consultado el 2 de mayo de 2017].

Instituto Nacional de Investigaciones Nucleares, en <http://www.inin.gob.mx/publicaciones/documentospdf/PRESENTACIÓN1.pdf>, [consultado el 21 de marzo de 2013].

México Mágico (MM), "Evolución del salario mínimo en México de 1935 a 2017" en <http://www.mexicomaxico.org/Voto/SalMinInf.htm>, [consultado el 11 de noviembre de 2017].

Sociedad Nuclear Mexicana (SNM), en http://sociedadnuclear.org.mx/?page_id=1524, [consultado el 20 de junio de 2017].