

El mito del Sísifo mexicano: la historia del desarrollo de tecnología nuclear fallido

The myth of the Mexican Sisyphus: the history of failed nuclear technology development

NEVIA VERA*

Fecha de recepción: 04/06/2018 Fecha de aceptación: 05/10/2018

Este artículo pretende efectuar un recorrido preliminar del programa nuclear mexicano entre 1950 y 1990, tratando de entender por qué no llegó a cumplir las metas de desarrollo en base a las cuales fue diseñado. Para ello, y en base a una metodología cualitativa de revisión bibliográfica y documental, el artículo se centra en el análisis de dos factores principales: la autonomía lateral de la principal agencia nuclear y el contexto internacional. Se sostiene que la falta de autonomía lateral de la CNEN/INEN/ININ, que operó en un ambiente de balcanización decisorial, y el contexto internacional restrictivo para el desarrollo de tecnología nuclear autónoma tuvieron peso en el derrotero de esta trayectoria.

Palabras clave: México, tecnología nuclear, política científica y tecnológica

This article aims to make a preliminary overview of the Mexican nuclear program between 1950 and 1990, trying to understand why it did not meet the development goals on the basis of which it was designed. To this end, and based on a qualitative methodology of bibliographic and documentary review, the article focuses on the analysis of two main factors: the lateral autonomy of the main nuclear agency and the international context. It is argued that the lack of lateral autonomy of CNEN/INEN/ININ, which operated in an environment of decision-making balkanization, and the restrictive international context for the development of autonomous nuclear technology influenced the course of this trajectory.

Keywords: Mexico, nuclear technology, scientific and technological policy

* CEIPIL/UNCPBA/CONICET.

INTRODUCCIÓN

“¿Es el nuestro, como el de Sísifo, un ejercicio de siempre comenzar sin poder llegar a la cima?”
(citado en Sarquís, 2013, p. 136)

La capacidad de desarrollar e implementar políticas en ciencia y tecnología (CyT) se ha vuelto desde el siglo XX un objetivo primordial para muchos países, debido a la importancia que ellas tienen en el progreso en las estructuras económicas nacionales y en las relaciones económicas y productivas a nivel internacional. Las formas en que estas políticas son llevadas a cabo, qué actores participan en el establecimiento de las agendas pertinentes y en qué contextos institucionales, también (Nadal Egea, 1995). Sobre todo, cuando se busca generar y poner en práctica políticas autónomas, independientes en sectores considerados estratégicos y sobre los que pesa desde sus orígenes un estricto control internacional, como la tecnología nuclear. Como muchos países en desarrollo, actualmente de renta media y semi-industrializados, luego de la Segunda Guerra Mundial (SGM), México decidió embarcarse en el impulso de esa tecnología como forma de adquirir prestigio y avanzar hacia la modernidad, y porque, según autores como Luddemann (1983), los avances científicos y tecnológicos en México eran considerados esenciales para el desarrollo a largo plazo y como forma de coadyuvar la preservación de la estabilidad política.

A diferencia de Argentina o Brasil, cuyos avances en materia nuclear adquirieron mucha rapidez incluso en sus primeros años, por a la posición estratégica que ocuparon en los imaginarios de las clases dirigentes de la posguerra (Adler, 1987) –integrada por o cercana a las fuerzas militares–, el progreso de México en materia atómica fue paulatino, aunque constante (Argüello, 2010; de Paula y Miscione, 2013). Pero, como evoca la frase de apertura del presente artículo, a lo largo de los años tal empresa pareció ser un esfuerzo donde México, como en el mito de Sísifo, buscó avanzar hacia la cima de la montaña, solo para que la piedra que cargaba a sus espaldas se derrumbara justo antes de llegar a destino, obligando a recomenzar la tarea una y otra vez. Aquello que había sido concebido por la comunidad científica nuclear¹ como una industria que en sus fines pacíficos permitiera superar el subdesarrollo y alentar la entrada de México en la modernidad tecnológica, pronto se convirtió en una frustración constante tanto para la comunidad de científicos, como para los distintos gobiernos nacionales.

De esta forma, en un principio los planes nucleares mexicanos –al igual que el de varios países en desarrollo– se enmarcaron en un contexto en que

¹ En este artículo se utilizan como sinónimos: referentes nucleares/atómicos, expertos nucleares/atómicos, referentes científicos del área nuclear/atómica.

las CyT atómicas eran vistas como vehículos para alcanzar el bienestar de la humanidad a través de la generación de grandes cantidades de energía por medio de una fuente que prometía ser mucho más barata que las convencionales². No obstante, hacia la década de 1990, el país tenía pocos logros que mostrar en la rama atómica –en comparación con los proyectos que para ella había trazado la comunidad científica nuclear–, y sus planes nucleares estaban en su mayoría frenados. La única central de potencia del país, Laguna Verde, había sido finalizada e inaugurada luego de décadas de planificación, estancamiento, tropiezos y comienzos fallidos, pero no había sido aún conectada a la red eléctrica nacional, y estaba sumida en un contexto generalizado de rechazo social hacia la energía atómica (Stevis y Mumme, 1991), a diferencia de lo que ocurría en otros países latinoamericanos que habían emprendido el desarrollo nuclear en la misma época que México, como Argentina y Brasil.

A partir de lo anterior, este artículo pretende explorar posibles explicaciones sobre por qué fallaron en México los planes de desarrollo de tecnología nuclear entre la década de 1950 y 1990, aventurando como posible respuesta la poca autonomía decisional experimentada por la comunidad científica nuclear mexicana –donde una fracción importante buscaba desarrollar la industria atómica de forma más soberana– en el plano doméstico, y la poca autonomía en materia nuclear del país en el ámbito internacional, con el consecuente fracaso de las ideas de desarrollo tecnológico independiente en el que esta situación derivó. En otras palabras, el artículo explora en el plano nacional, la (falta de) autonomía decisional de la agencia que centralizó las actividades netamente nucleares en el periodo: la Comisión Nacional de Energía Nuclear (CNEN), transformada luego en el Instituto Nacional de Energía Nuclear (INEN), y más tarde convertido en el Instituto Nacional de Investigaciones Nucleares (ININ); y en el plano internacional, se centra en la relación del país con el Régimen Internacional de No Proliferación Nuclear (RINPN) en general y con Estados Unidos en particular, vínculos que pueden poner en evidencia los efectos de parte de las elecciones tecnológicas que condenaron a México a una gran dependencia nuclear.

Para ello también pone el foco en la capacidad de los actores entendidos como sujetos individuales o colectivos que cuentan con capacidad para identificar sus intereses y definir objetivos en base a ellos, diseñar cursos de acción para alcanzarlos y contar con un cierto margen de autonomía para ejecutar esos planes (Acuña y Chudnovsky, 2007). En otros términos,

2 De hecho, en la década de 1960 se consideraba que a precios constantes del uranio, para México sería conveniente utilizar las ganancias generadas por la exportación de petróleo para importar centrales nucleares que permitieran una mayor diversificación de la matriz energética (Iglesias, 2011). Además, se pensaba que el grado de complejidad científica y técnica requerida para el avance de esta tecnología redundaría en la creación de capacidades profesionales e institucionales que a su vez, servirían a todo el sistema de CyT, con su consiguiente derrame hacia el plano económico, contribuyendo a que el país accediera a un nivel superior de progreso y desarrollo.

el análisis se centra en la puja entre la comunidad científica atómica nucleada en la CNEN/INEN/ININ como el agente que principalmente intentó vehiculizar políticas nucleares más autónomas, frente a los científicos, técnicos y funcionarios pertenecientes a la Comisión Federal de Electricidad (CFE), agencia que en materia atómica demostró su apoyo a ideas más economicistas (Azuela y Talancón, 1999).

Con lo anterior se busca resaltar además la importancia de las ideas, entendidas como mapas cognitivos (Acuña y Chudnovsky, 2007) que definen el comportamiento y las decisiones de los actores, que dan forma a su pensamiento en una combinación de valores, cultura y (des)conocimiento y que implican suposiciones sobre los resultados de la implementación de determinadas decisiones. Las ideas en pugna en el proceso analizado son aquellas que apuntaron a obtener mayor autonomía/independencia tecnológica, frente a aquellas que se basaron más en criterios economicistas/dependencia tecnológica.

A tales fines, implementando metodología cualitativa de análisis documental y bibliográfico, el artículo se organiza de la siguiente manera: una primera parte con una breve introducción a las consideraciones teóricas a tener en cuenta en el análisis como las agencias, los actores y sus ideas, en los que se centrará el análisis; una segunda parte donde se describen de forma abreviada los procesos político-económicos por los que atravesó México durante el periodo bajo estudio, para otorgar un marco de referencia a las políticas tanto en CyT en general, como nucleares en particular; y una tercera parte compuesta por varias secciones, que se adentra específicamente en el desarrollo de la tecnología nuclear en México, haciendo hincapié en los debates y disputas alrededor de las elecciones tecnológicas y su impacto en las metas de independencia tecnológica, teniendo en cuenta la autonomía de agencias nucleares y en las relaciones internacionales, más específicamente frente al RINPN y a Estados Unidos.

CONSIDERACIONES TEÓRICAS: ACTORES, AGENCIAS E IDEAS

Si se atendiera solo a argumentos estructuralistas, los países en desarrollo o semiperiféricos³ como México, Brasil, Argentina difícilmente podrían presentar desarrollos tecnológicos de importancia (Lalouf, 2004) debido a la desventaja que presentan en la división internacional del trabajo (DIT), la cual determina su incapacidad para “procurar la tecnología avanzada

3 Desde la teoría de sistema-mundo se ha definido a los países semiperiféricos como Estados en un estadio intermedio de desarrollo, cuyas características implican la capacidad de estos países de combinar procesos tanto específicos de los centros como de la periferia. Es decir, son países en los que es posible encontrar un cierto grado de capacidades industriales, tecnológicas, económicas, y una cierta capacidad de proyección militar y político-diplomática en el sistema internacional, pero manteniendo rasgos característicos de países periféricos, principalmente, la alta dependencia tecnológica, del mercado externo, bienes de capital, inversiones, con gran presencia de problemas típicos de economías subdesarrolladas.

necesaria para sostener proyectos de desarrollo autónomos” (Stevis y Mumme, 1991, p. 56). Esta situación los condenaría a una posición de dependencia tecnológica difícil de superar. Sin embargo, la historia ha demostrado que estos argumentos permiten ciertas excepciones.

Para Evans (1996) es posible aprovechar el dinamismo de la economía global para alentar el desarrollo de la industria nacional, en lugar de aceptar la posición dependiente de un país dentro de la DIT, ya que al contrario de la creencia según la cual los lugares que los países ocupan en el mundo son estructuralmente determinados, para el autor hay mucho espacio para la acción y la búsqueda deliberada de avance en dichas posiciones, permitiendo intersticios para la agencia. Algunos países han intentado vencer las limitaciones estructurales con políticas activas en el plano de la CyT que agreguen mayor valor a sus productos, alcanzando diferentes grados de éxito. México ha sido uno de los países considerados con el potencial de llevar a cabo estas políticas con la meta de lograr autonomía tecnológica, bajo condiciones determinadas coadyuvadas por lo que Adler (1987) o Evans (1996) han identificado como capacidad de “*bargaining*” o negociación, y factores institucionales e ideológicos específicos. En estos casos, es imposible ignorar que todas estas acciones ocurren en el contexto definido y facilitado por el Estado, algo que es parte además de la explicación del éxito o fracaso de estas políticas.

Como afirma Evans (1996), durante las décadas del 1950 y el 1960 las teorías desarrollistas dieron al Estado un rol preponderante como parte de la solución a los problemas del desarrollo, sobre todo en países semiperiféricos, a través de la implementación de cambios estructurales destinados principalmente a la modificación de la matriz productiva y el aliento a la creación de industrias nacionales, la modernización de la agricultura y la creación de infraestructura. En este contexto, el Estado fue considerado como un agente económico activo, lo cual es especialmente relevante en este caso de estudio puesto que, en desarrollos como el de tecnología nuclear, el Estado debe estar presente por varias razones: en primer lugar, por tratarse de una tecnología estratégica, dual, cuyos usos pueden derivarse al ámbito militar y que por lo tanto requieren de medidas de control internacionales frente a las cuales el Estado pueda actuar de garante; en segundo lugar, en países como México, es normal que el Estado adopte el papel de inversor principal en tales tipos de emprendimientos, puesto que es difícil encontrar inversores dispuestos a asumir los altos riesgos de una industria que requiere muchos desarrollos en CyT, cuyos resultados son visibles en un largo plazo y cuyas pérdidas no son fácilmente socializables.

Pero también es necesario tener en cuenta que tales políticas tuvieron lugar en un contexto de Guerra Fría, con la consecuente competencia interhegemónica entre Estados Unidos y la Unión Soviética (URSS), que muchas veces se plasmó en el ámbito científico-tecnológico. De esta forma,

las políticas públicas en esta área estuvieron moldeadas por la *Big Science*, una práctica organizacional que implicó el surgimiento de innovaciones e investigaciones a gran escala, desarrolladas por extensos grupos de científicos y financiadas por gobiernos y organismos estatales, esfuerzos que tradicionalmente estuvieron vinculados a la industria bélica.

Por otra parte, es necesario enfatizar que toda política pública como la nuclear, o la científico-tecnológica, se desarrolla en lo que Acuña y Chudnovsky (2013) llaman una matriz política, definida como el medio o la estructura donde se lleva a cabo una actividad, procesos o variables sociales, políticas, institucionales, ideológicas, estructurales y culturales que cumplen las funciones de fijar límites de factibilidad a la realización de intereses de los actores; definir las posibilidades de que tales actores alcancen sus metas y brindar a los agentes una pauta, mapeo o conocimiento del funcionamiento de las relaciones sociales (es decir, ideas).

Ello da la pauta de los factores a tomar en cuenta a la hora de analizar políticas públicas como la actualmente bajo consideración: la importancia del contexto institucional, la interacción de los actores y las ideas en base a las cuales estos actores/agentes toman sus decisiones, que como se verá a lo largo del artículo, es una cuestión de gran relevancia. De esta forma, es necesario tener presente que el Estado no es un ente unívoco y homogéneo, sino que está conformado por organizaciones, agentes y agencias con intereses propios que no necesariamente coinciden, cuyas capacidades dependen del contexto social e histórico en el que se sitúan, y cuyas relaciones, capacidades, intereses y objetivos son dinámicos, fluidos y complejos (Stevig y Mumme, 1991). Es decir, las políticas públicas emanadas del Estado son el resultado de pujas internas (entre distintos actores y agencias dentro del Estado, con intereses y agendas propias) y externas (como resultado de las interacciones internacionales).

Con respecto al primer aspecto –la definición doméstica de las políticas públicas determinadas por los resultados de las pujas internas entre actores/agencias del Estado– como se dijo, el artículo se centra en el análisis de la autonomía decisional del organismo nuclear principal de México. Solingen (1993) definió a este tipo de autonomía a nivel de agencias como autonomía lateral, definida como la capacidad de determinados organismos gubernamentales de tomar decisiones sin interferencia, presiones o competencia de otros, y de concentrar la mayor cantidad de tareas referidas a un determinado ámbito (en este caso, el nuclear), teniendo de esta forma mayores oportunidades de definir las políticas concretas de un área y ejecutarlas sin interferencia, y de centralizar aspectos de diseño de política pública como la planificación, el financiamiento, las negociaciones, la formación de recursos humanos, etc.

En este marco, la comunidad científica tiene la oportunidad de utilizar su conocimiento técnico para establecer una disparidad con

sus interlocutores (una asimetría de la información), que le brinde una ventaja y le permita alentar sus propios proyectos, por medio de lo cual “[ejerce] una forma específica de poder político: el uso de conocimiento especializado como una fuente y un medio de establecer la agenda, realizando propuestas políticas y obteniendo aprobación e implementación de políticas” (Gutiérrez, 2010, p. 68). Esto muestra que cuanto mayor sea la autonomía de una agencia, mayor será su posibilidad de limitar las opciones y elecciones tecnológicas presentadas a las esferas decisoras y, por lo tanto, mayor será la posibilidad de los actores congregados en torno a ella de alcanzar sus objetivos tecnológicos.

Por su parte, este artículo considera que lo contrario a la autonomía de las agencias como aquí se la entiende, es lo que Oszlak (1980) denominó “balcanización”, es decir, la existencia de un número de agencias públicas, empresas o ministerios con jurisdicciones yuxtapuestas en la definición de una política pública específica (en este caso, la nuclear), donde las relaciones de poder terminan por difuminarse en diversas unidades decisoras (Lugones 2020), situación que debilita y dificulta la posibilidad de que un grupo de actores (comunidad científica nuclear en este caso) alcance sus objetivos con éxito.

Por su parte, el segundo plano de análisis –el nivel internacional– permite determinar la presencia o no de autonomía con respecto a otros países o frente a regímenes internacionales en el proceso decisorio nacional en materia nuclear. En el caso de la tecnología nuclear este plano de análisis es especialmente complejo debido a las fuertes regulaciones que, como se mencionó, han pesado sobre el desarrollo de esta tecnología. Sin embargo, la evidencia sugiere que gran parte de la comunidad científica nuclear del país buscó ensanchar los márgenes decisorios frente a la política internacional nuclear –especialmente la emanada de Estados Unidos–, lo que se expresó tanto en declaraciones como en discusiones en torno a elecciones tecnológicas.

En este sentido, es necesario detenerse brevemente en los dos condicionantes internacionales principales ya mencionados al proyecto nuclear mexicano de orientación más autónoma: en primer lugar, las relaciones con Estados Unidos y su política en materia de difusión de tecnología nuclear; en segundo lugar, el RINPN al que la comunidad internacional fue dando forma de manera progresiva, a medida que recrudecía el conflicto entre las dos superpotencias en el marco de la mencionada Guerra Fría. Las primeras negociaciones del régimen datan de mediados de la década de los '40, cuando se buscaba evitar que los países obtuvieran capacidades para construir armamento atómico. Hacia el 1964, Estados Unidos, la URSS, Gran Bretaña, Francia y China contaban con tal capacidad, generando alarma en los países desarmados, y más tarde, al plantearse que el concepto de proliferación nuclear tenía un aspecto tanto

vertical (aumento de armas nucleares dentro de un mismo país) como horizontal (proliferación de país a país), la cuestión del desarme quedó fuertemente vinculada a la de la proliferación.

Las propuestas evaluadas en los foros internacionales dedicados a analizar y combatir la problemática, como aquel de la Organización Internacional de Energía Atómica (OIEA), versaron sobre la prohibición de fabricación, posesión y control de armamentos nucleares, y buscaron generar una extensa red de vigilancia sobre los proyectos nucleares de los Estados que se propusieran desarrollar este tipo de tecnología con fines pacíficos, a través de inspecciones sobre las instalaciones atómicas de cada país, llevadas a cabo por funcionarios del organismo. México brindó su apoyo e incluso se convirtió en el abanderado de las propuestas de desarme y no proliferación en el continente americano, como se verá más adelante, a diferencia de países como Argentina y Brasil que se opusieron fuertemente a tales políticas por considerar que vulneraban su derecho a decidir soberanamente con respecto al desarrollo de tecnología propia.

Lo anterior evidencia que, aunque los constreñimientos sistémicos del RINPN y de las políticas estadounidenses implicaron condicionamientos comunes a toda la región latinoamericana, las respuestas de cada país variaron. En el caso de México se hace necesario estudiar el impacto de la política exterior pacífica en materia nuclear en los desarrollos domésticos, y si aquella condicionó de alguna forma el avance del sector.

Por último, como fue mencionado, ni las agencias e instituciones estatales con mayor o menor autonomía, ni los actores con sus diversas ideas interactúan en el vacío. Por lo tanto, es necesario hacer un breve recorrido por los procesos socioeconómicos mexicanos, que permitan analizar qué contextos favorecieron, impulsaron o facilitaron la ampliación de márgenes de autonomía o decisión de la comunidad científica nuclear congregada en torno a CNEN/INEN/ININ para concretar los proyectos de desarrollo de un sector nuclear con relativa autonomía tanto doméstica como internacional.

BREVE PERIODIZACIÓN DE LOS PROCESOS ECONÓMICO-POLÍTICOS MEXICANOS

Para Bethell (1998) una de las principales características del sistema sociopolítico y económico de México en el siglo XX fue su prolongada estabilidad, fundada en el aspecto político, en la firmeza de sus instituciones políticas luego de más de setenta años de ejercicio de poder por parte del Partido Revolucionario Institucional (PRI), y en el aspecto económico, por haber tenido varios años de crecimiento ininterrumpido en el marco de un proceso de Industrialización por Sustitución de Importaciones (ISI), que se mantuvo con algunas variaciones desde la década de 1940 hasta principios

de los '70 en lo que fue conocido como “milagro mexicano”. Este modelo implementado en principio durante la presidencia de Lázaro Cárdenas (1934-1940) pero reforzado a partir de la SGM luego de las dificultades que se presentaron por el cierre de mercados externos a los productos primarios mexicanos, y los problemas para conseguir bienes de capital y tecnología provenientes de los países en guerra, implicó fomentar la industrialización a partir de la adopción de un rol más económicamente activo por parte del Estado, de protección del mercado interno y el impulso economía mixta (Bethell, 1998).

Sin embargo, varios autores coinciden en dividir el periodo del milagro mexicano en al menos dos etapas. La primera, de 1940 a 1954 y la segunda de 1955 a 1970. Para Gollás (2003) la principal diferencia entre los periodos radica en la fuente de financiamiento de las políticas de desarrollo, que en el primer periodo fueron fundamentalmente provenientes de fondos estatales, y estuvieron orientadas a fomentar la industrialización, aunque en un contexto de presiones inflacionarias e inestabilidad cambiaria. En esta etapa Tello (2007) ubica a los gobiernos de Manuel Ávila Camacho (1940-1946), Miguel Alemán (1946-1952) y los primeros años de Adolfo Ruiz Cortines (1952-1958).

Podría marcarse un punto de inflexión a partir de 1954, cuando el gobierno de México efectuó una devaluación dando paso al periodo conocido como “desarrollo estabilizador” que se prolongó hasta 1970, atravesando los últimos años de Ruiz Cortines, y las presidencias de Adolfo López Mateos (1958-1964), y Gustavo Díaz Ordaz (1964-1970). Este periodo se caracterizó por estabilidad de precios, crecimiento de demanda interna de bienes y por lo tanto impulso económico desde el mercado interno, un esfuerzo de desarrollo hacia la industria, y un financiamiento mixto, de fondos tanto públicos como privados y extranjeros (Azuela y Talancón, 1999).

A partir de 1970 comenzaron a evidenciarse las falencias de la estrategia de ISI, alentando la construcción de “la leyenda negra sobre el papel del Estado mexicano en la economía” (Tello, 2007, p. 206) como consecuencia de los enfrentamientos entre el gobierno y los empresarios, debido a la caída en la producción y los conflictos sindicales, aunado a la crítica global al Estado de bienestar o interventor. En este contexto se intentó forjar una nueva visión en torno al concepto de “desarrollo compartido”⁴, que solo tuvo éxito gracias al descubrimiento de reservas petroleras que de nuevo instalaron a México como un productor importante a nivel internacional y que dieron un respiro al gobierno para mitigar las falencias de la ISI a través del aumento del gasto público. Sin embargo, tal estrategia encontró

4 El desarrollo compartido fue un plan diseñado para compartir los beneficios del crecimiento económico a partir de una alianza entre obreros y campesinos, motorizado a partir de la inversión pública, con el objetivo de lograr la reactivación económica.

sus límites a partir de los primeros años de los '80, durante los períodos presidenciales de Miguel de la Madrid (1982-1988) y Carlos Salinas de Gortari (1988-1994), quienes aplicaron una estrategia neoliberal que generó por primera vez en décadas tasas negativas de crecimiento o crecimiento ínfimo (Vanegas, 2012).

Luego del breve recorrido anterior por la visión en conjunto de la economía mexicana en parte del siglo XX es posible detectar que el contexto de ISI perduró durante prácticamente todo el periodo de tiempo analizado en el presente artículo (1950-1990). Sin embargo, como se verá más adelante, que las distintas administraciones que gobernaron durante la ISI hayan impulsado la industrialización (aun con sus sellos distintivos y sus diferencias) no implica que la industria nuclear, una de las más valoradas durante la década de 1950 por su aura de modernidad y avance industrial y científico-tecnológico, haya sido una de las más beneficiadas. La evidencia sugiere que las políticas en CyT fueron víctimas de procesos de poca planificación, lo que indica que nunca ocuparon un lugar preponderante en la agenda de políticas públicas para el Poder Ejecutivo, sino que dependieron más de qué grupos de interés lograron seducir a las clases dirigentes e imponer sus agendas—factor en gran parte determinado por la posesión o carencia de autonomía—o de con qué capital social contaron algunos científicos para acceder a los canales correctos para concretar políticas específicas para sus sectores como mecanismo para suplir su carencia de autonomía. Por lo anterior no era extraño que muchas veces se tomaran medidas aparentemente contradictorias o que fueran en direcciones encontradas y que las asignaciones presupuestarias a las distintas áreas en CyT fueran dispuestas más en base a compromisos políticos que en planificaciones estratégicas (Nadal Egea, 1995).

En resumen, se considera que el desarrollo deslucido del entramado nuclear mexicano—en comparación con las proyecciones y las perspectivas que para él se delinearón en sus inicios— se debió a la falta de autonomía lateral de las agencias específicamente nucleares (CNEN/INEN/ININ), frente a organismos como la CFE, lo cual redundó en su incapacidad para imponer agenda propia y en la obligación de buscar alianzas poco duraderas. Lo anterior a su vez, es analizado en un contexto internacional donde se observa el progresivo avance del RINPN, de la mano también de políticas restrictivas de Estados Unidos, que implicó muchas veces grandes limitaciones a los proyectos de desarrollo de tecnología nuclear autónoma.

LA TECNOLOGÍA NUCLEAR EN MÉXICO: LOS INICIOS

Mientras Luddemann (1983) caracterizó la política nuclear mexicana como independiente y soberana, de acuerdo con otros autores (Stevis y Mumme,

1991; Nadal Egea, 1995; Azuela y Talancón, 1999; Domínguez, 2012; Sarquís, 2013) una de las razones principales de su fracaso fue que pasó por alto la importancia del contexto histórico, social, educativo y económico de la sociedad en que estos desarrollos se llevaron a cabo. Hymans (2015) afirma sin tapujos que la política nuclear mexicana, lejos de ser planificada como en Argentina o Brasil, fue víctima del *laissez faire* tecnológico, no muy alejado de lo que según De La Peña (1987) y Nadal Egea (1995) ocurrió en el resto del sistema de CyT⁵. Por ello, estos autores afirman que México sufrió las consecuencias de haber aplicado teorías generadas en naciones desarrolladas, en un país con condiciones estructurales disímiles, en lugar de propiciar un desarrollo más autónomo, independiente y adaptado a las realidades locales.

Lo cierto es que durante la discusión sobre capacidad nuclear que los ataques de Hiroshima y Nagasaki habilitaron, varios científicos se pronunciaron a favor de comenzar a desarrollar y utilizar esta tecnología, como fue el caso de Manuel Sandoval Vallarta⁶ para quien la comunidad científica debía asumir un papel político importante que permitiera participar en la determinación de las políticas vinculadas a los usos del átomo, pues se consideraba que México estaba muy atrasado en materia científico-tecnológica en relación a otros países. Se abogaba por una mayor autonomía científica que permitiera dar solución a los problemas específicos del país para los cuales la ciencia extranjera ofrecía pocas soluciones (Azuela y Talancón, 1999). En concordancia con estas opiniones y frente a la irrupción de la *Big Science* en la escena mundial, el Estado mexicano comenzó a promover la institucionalización de las investigaciones.

Para Casas (1983), del gobierno de Lázaro Cárdenas (1934-1940) datan los primeros esfuerzos por vincular la CyT a la realidad sociopolítica, en el marco de una mayor presencia del Estado en la vida económica y social del país, lo que se evidenció en la nacionalización del petróleo, la fundación de la CFE (que tendría un papel protagónico en las políticas y decisiones nucleares del país), y la reforma agraria. En esta época es posible encontrar varios esfuerzos institucionalizadores de la CyT (por ejemplo, con la creación del Consejo Nacional de Educación Superior y la Investigación Científica –CONESIC– o el Instituto Politécnico Nacional –IPN– y la Comisión Impulsora y Coordinadora de la Investigación Científica –CICIC–), que no contaron con la estructura necesaria para que el programa de investigación estuviera realmente basado en la solución

5 Para este autor, la política en CyT no ha sido consistente, ya que la designación de recursos a los diferentes sectores e instituciones no pareció seguir estrategias o patrones concisos basados en objetivos a largo plazo.

6 Manuel Sandoval Vallarta (1899-1977) fue un físico mexicano, especializado en el estudio de los rayos cósmicos que ejerció la docencia e investigó en el *Massachusetts Institute of Technology* (MIT) y tuvo destacada actuación en la física en México, sobre todo, tras su designación como presidente de la Comisión Impulsora y Coordinadora de la Investigación Científica, en 1943.

de problemáticas nacionales, y la articulación del sector científico con el productivo. En 1949 el gobierno de Miguel Alemán (1946-1952) promulgó la llamada Ley Nuclear conocida como Ley Alemán según la cual todas las sustancias radiactivas de las reservas mineras nacionales pasaban a ser propiedad del gobierno federal. El Estado se posicionó así como el encargado de llevar a cabo la explotación de las reservas a través de la Comisión de Fomento Minero.

Durante la presidencia de Ruiz Cortines (1952-1958), el proyecto nuclear terminó por institucionalizarse definitivamente, con los comienzos de la física nuclear experimental a partir de la instalación del acelerador de *Van der Graaf*, el primero en América latina (Ramos Lara, 2006). En el transcurso de este gobierno se creó la mencionada CNEN, alrededor de la cual se estructuraron las actividades de investigación en física llevadas a cabo por otros organismos como el Instituto Nacional de Investigación Científica (INIC).

En ese periodo comenzaron a llevarse a cabo intercambios de científicos nucleares a Estados Unidos en el marco del Programa Átomos para la Paz. El programa tuvo su origen en un discurso de Dwight Eisenhower, presidente de los Estados Unidos, frente a la Asamblea General de la Naciones Unidas en 1953, en el que alabó las bondades del desarrollo nuclear pacífico, propuso establecer negociaciones entre las potencias para alentar los usos civiles de la tecnología nuclear, y abogó por la creación de un organismo internacional que regulara los usos de la tecnología nuclear (que luego se materializaría con la creación de la OIEA). En sus fines prácticos, el Programa consistió en el otorgamiento de asistencia para la concreción de proyectos nucleares a países en desarrollo, y en el caso mexicano fue visto como una herramienta de contribución al proceso de ISI, de diversificación energética para sustituir el petróleo, de transferencia de tecnología y aportante de prestigio internacional (Stevis y Mumme 1991). Asimismo, otorgó argumentos vitales para lograr la puesta en marcha de la CNEN, que entró en funciones en 1956 y que unió a dos de las principales figuras en el ámbito científico mexicano: Nabor Carrillo⁷ y Sandoval Vallarta, quienes actuaron como funcionarios en la misma.

Durante el gobierno de López Mateo (1958-1964) se impulsó el desarrollo nuclear en el contexto del mencionado “desarrollo estabilizador” y se promovió el protagonismo mexicano en el plano internacional a través de la iniciativa del Tratado de Tlatelolco. Este tratado fue un acuerdo impulsado por México para crear una Zona Libre de Armas Nucleares (ZLAN) en América Latina, a partir del trauma que significó para el país un evento geopolítico tan cercano y de tal magnitud como la Crisis de los

7 Nabor Carrillo fue un científico e ingeniero que ocupó distintos puestos en instituciones mexicanas cuyos fines eran los de promover la CyT en el país, como la mencionada CICIC, en 1943. También fue rector de la UNAM (Ramos Lara, 2006).

Misiles cubanos de 1962 (Sotomayor, 2013) y fue un acuerdo que además precedió al Tratado de No Proliferación. A partir de estos esfuerzos el país se convirtió en el mayor promotor de la desnuclearización y no proliferación, abogando repetidamente por el desarme nuclear tanto en foros regionales como globales, en consonancia con el plano de acción nacional, donde se abogaba por las aplicaciones estrictamente pacíficas de la tecnología nuclear; y con el internacional, donde fue el primer país en someter todas sus instalaciones presentes y futuras al sistema de controles y salvaguardas del RINPN (Luddemann, 1983; González de León, 1978).

CONSOLIDACIÓN DEL ENTRAMADO NUCLEAR MEXICANO Y PRIMERAS DISPUTAS INTERAGENCIAS

En este contexto de fuerte protagonismo regional y global México comenzó a concretar proyectos domésticos como el Programa de Reactores donde se planificaba la eventual fabricación de reactores propios, tanto de investigación como de potencia, y donde además se analizaba instalar reactores de agua pesada y uranio natural. Estos reactores se mostraban como los más prometedores para países semiperiféricos que buscaran adquirir capacidades en términos científicos, técnicos y de recursos humanos, y además evitaban la dependencia del uranio enriquecido importado solo desde Estados Unidos y la URSS. De hecho, países como Argentina privilegiaban este tipo de reactores de potencia para impulsar el desarrollo de su propia industria nacional. Pero estas intenciones de sentar las bases de una ciencia independiente que permitiera superar el subdesarrollo y que por lo tanto estuviera en consonancia con las necesidades locales, se vio enfrentada por las concepciones de algunos de los científicos más importantes al interior la comunidad nuclear, como Carlos Graef y Nabor Carrillo, quienes por ejemplo, abogaban por la importación de equipos alrededor de los cuales construir un centro de investigaciones circunscripto a la CNEN (Azuela y Talancón, 1999).

Otra disputa que comenzó a vislumbrarse en este periodo y que atravesaría la historia del entramado nuclear mexicano fue aquella en torno a la coordinación y ejecución de las políticas nucleares entre la CFE y la CNEN. Se sostenía que el objetivo central de la CNEN era la producción de energía nuclear, lo que implicaba superponerse con algunas de las tareas de la CFE, que centralizaba todas las actividades del país en materia eléctrica y “la cual estaba por entonces a punto de alcanzar un momento culminante de su proceso expansivo que se realizaría con la mexicanización de la industria eléctrica decretada por López Mateos en 1960” (Azuela y Talancón, 1999, p. 66). La CFE contaba con la ventaja de haber sabido capitalizar la experiencia adquirida a lo largo de trece años con la cons-

trucción de hidroeléctricas y formación de recursos humanos, y, como menciona Nadal Egea (1995) se erigió como parte de las monstruosas entidades controladas por el Estado, con mucho poder frente a organismos descentralizados como la CNEN, casi indefensos frente a aquéllas.

De todas formas, el saldo de la presidencia de López Mateo, si bien fue positivo en el plano internacional, no lo fue tanto en el doméstico. El mismo temor que esta tecnología había despertado durante la crisis de los misiles sirvió para erigir a México como un actor fundamental en la escena internacional en materia de desarme y no proliferación, pero en el ámbito doméstico, la falta de apoyo al sector se hizo cada vez más evidente. Una de las frases pronunciadas por él al momento en que le fue solicitado presupuesto para llevar a cabo la construcción del Centro Nuclear Salazar, ilustra el pensamiento que invadía a la administración de ese momento: “México es un país muy pobre para gastar dinero en comprar juguetes para que se diviertan los sabios” (Azuela y Talancón; 1999, p. 63). Es en este punto en que entró en acción el capital social de los científicos directamente vinculados al entramado atómico. Con intermediación de su hermano, el diplomático Antonio Carrillo, y en alianza con Díaz Ordaz (Vera, 2021) Nabor Carrillo logró convencer al gabinete del presidente López Mateo sobre la importancia de contar con un Centro de investigaciones en el seno de la CNEN y consiguió que se destinaran diez millones de pesos y terreno fiscales para la construcción de lo que luego sería el Centro Nuclear de Salazar, inaugurado en 1964.

Durante la presidencia de Gustavo Díaz Ordaz (1964-1968), ya en los últimos años del periodo del desarrollo estabilizador, se sentaron las bases de maduración del proyecto nuclear a partir de dos vías: por un lado, la consolidación de la investigación básica a partir de la concreción del mencionado Centro Nuclear, y por otro, el comienzo de estudios en el seno de la CFE para establecer la primera planta nuclear del país. Si bien en un principio ambas tareas fueron encomendadas tanto a la CFE como a la CNEN, con el tiempo, la CNEN quedaría relegada del proyecto de instalación de la central nuclear de potencia, por la divergencia de los objetivos de ambas (Azuela y Talancón, 1999; Stevis y Mumme, 1991). A fines de los 1960 se eligió la zona de Laguna Verde, en Veracruz, para la construcción de la primera central nuclear, decisión en la que tomaron parte el instituto de ingeniería de UNAM, la CNEN, dos compañías estadounidenses y la OIEA.

A la hora de decidir la instalación de Laguna Verde, se debatió sobre la conveniencia de efectuar una compra llave en mano, o una compra de componentes con instalación nacional, lo cual implicaría mayor transferencia tecnológica. A pesar de favorecer la política de compra de componentes para la construcción de termoeléctricas y contribuir a la transferencia tecnológica, en el caso de la construcción de la primera central nuclear de potencia, la CFE tuvo dificultades en llevar a cabo

los proyectos, pues se trataba de una experiencia desconocida hasta ese momento. Por ello se decidió recurrir a consultores extranjeros, quienes se inclinaron a favor de la importación de una central nuclear a base de uranio enriquecido y agua liviana, aunque preservando la política de compra por componentes.

Ello implicó también que la balanza de la elección tecnológica se inclinara a favor de la opción defendida por la CFE de evitar la importación de la central llave en mano haciendo contratos por provisión de partes y buscando transferencia tecnológica, en lugar de invertir en la formación de recursos humanos y ciencia básica antes de embarcarse en la tarea de construir la central de potencia y de inclinarse por la opción defendida por la CNEN. Ésta consistía construir reactores en base a uranio natural y agua pesada que permitiera mayor transferencia tecnológica, y menos dependencia del exterior, puesto que implicaría utilizar las reservas uraníferas nacionales en lugar de depender de la importación de material sensible como el uranio enriquecido. Esto demuestra la poca autonomía de la CNEN en la toma de decisiones, puesto que, a pesar de ser la principal agencia dedicada al diseño de instituciones nucleares, la CFE logró imponer aspectos importantes de este proyecto tecnológico.

En el proceso de selección, los puntos más importantes de participación de la CNEN tuvieron que ver con la selección del tipo de reactor más conveniente para la generación de nucleoelectricidad, con otorgar la garantía de que se haría lo posible para que el combustible del reactor (importado) pudiera ser reemplazado de a poco con combustible generado en el país, y con la elaboración de una proyección a futuro para generar plutonio⁸ que pudiera alimentar a los eventuales reactores de segunda generación con que contara México. La licitación arrojó resultados favorables para que las partes de la central nuclear fueran provistas por *General Electric, Combustion Engineering*, de Estados Unidos y *Mitsubishi* de Japón, que como se mencionó, ofrecían un reactor de uranio enriquecido y agua liviana. La elección suscitó muchas críticas de los sectores que abogaban por otro tipo de tecnología que redujera la dependencia de importaciones, y que consideraban que la decisión tomada constituía un desacierto para la industria local, sobre todo desde la visión del sindicato nuclear, actor central a partir de los 1970.

LA ENTRADA EN ESCENA DEL SINDICATO NUCLEAR EN LA PUJA INTERAGENCIAS

Pese a todos los esfuerzos realizados por parte de la comunidad científica, la aprobación de la instalación de la central nuclear sufrió un retraso,

⁸ Desecho del uranio natural que también puede ser utilizado como combustible de reactores de potencia.

sumergiendo los proyectos nucleares en una trama compleja de factores externos e internos que retrasaron aún más su concreción durante la presidencia de Luis Echeverría Álvarez (1970-1976). En cuanto a los primeros pueden contarse la crisis energética y la caída del patrón oro, la explosión de India y el consecuente refuerzo del RINPN, y de las políticas de transferencia tecnológica estadounidense; en el frente interno, la grave crisis de recesión, y la insinuación del final de la estrategia del “desarrollo estabilizador”, todo lo cual encareció el proyecto.

Ahora bien, podría suponerse que un contexto de crisis energética internacional generada por la alta dependencia de hidrocarburos ofrecería una oportunidad única al sector nuclear de ofrecer su tecnología para lograr una mayor diversificación de la matriz energética y conseguir las partidas presupuestarias necesarias para llevarla a cabo. Sin embargo, la crisis generalizada había dejado su huella en las prioridades gubernamentales, y la presidencia de Echeverría se caracterizó, más que nada, por el estancamiento del proyecto nuclear.

A pesar de los obstáculos anteriores, Echeverría compartía el objetivo de desarrollo de la CyT mexicanas en clara vinculación con las necesidades de desarrollo del país, con lo cual una de sus primeras medidas fue la creación en 1970 del CONACYT (Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología) cuyo objetivo debía ser justamente el de coordinar la CyT para lograr una sustitución cada vez mayor de componentes importados por aquellos nacionales. Asimismo, impulsó una reforma educativa que buscaba tender puentes entre el sector productivo, el educativo y el de CyT, además de intentar federalizar los dos últimos ámbitos. Por otra parte, se transformó a la CNEN en el Instituto Nacional de Energía Nuclear (INEN) y se creó el Centro de Estudios Nucleares en el seno de la UNAM, y el Instituto de Investigaciones Eléctricas (IIE) para apoyo exclusivo de la CFE.

Entre los objetivos redefinidos del INEN estuvieron los de: “hacer que la energía nuclear contribuya eficazmente al desarrollo económico, científico, tecnológico y social del país” (Azuela y Talancón, 1999, p. 122) a través de la generación de energía nucleoelectrónica; integración de combustibles nucleares a la industria, y creación de sectores dedicados a abastecer el entramado nuclear; promoción de las industrias relacionadas a lo nuclear como la de los radioisótopos, que permitieran una mayor participación nacional; desarrollo de aplicaciones para el agro, la medicina y la industria y transferencia de tecnología. Se programó el desarrollo de reactores alimentados con uranio natural y agua pesada, que permitiera formar recursos humanos y diera un tiempo de gracia para garantizar la construcción de plantas enriquecedoras de uranio que pudieran abastecer eventuales reactores de uranio enriquecido.

En estos años cobró mucha fuerza el sector sindical del área nuclear, que abonó los debates sobre elecciones tecnológicas con agencias como

la CFE. Se lo relacionaba directamente con el gobierno de Echeverría, y se especulaba que éste le había dado poder “con la intención de crear un contrapeso al poder del sindicalismo oficial, en el contexto de la llamada ‘Tendencia Democrática’ que arrancó en el sector eléctrico nacional” (Sarquís, 2013, p. 149; también mencionado en La Botz, 1995). Así, es posible ver que la grieta que atravesaba las relaciones entre los actores del ámbito específicamente nuclear con la CFE, llegaba además a pretender dirimirse en la arena sindical.

Como ya se dijo, una de las críticas más recurrentes del SUTINEN se refería a la elección de la CFE con respecto a los reactores de uranio enriquecido, frente a la opción de los de uranio al natural que hubiera permitido que México conservara su independencia tecnológica, y se abasteciera de su propio material fisible, aludiendo a la ventaja representada por la riqueza uranífera del país y a las capacidades técnicas ya acumuladas por el INEN (Azuela y Talancón, 1999; Stevis y Mumme, 1991; Sarquís, 2013). Así el SUTINEN se embanderaba con las consignas del nacionalismo, la independencia tecnológica, integración nacional (Rojas, 1989), y resumía la política nuclear mexicana en las consignas de: máxima independencia y participación nacional, mínimo costo, utilización racional de los recursos naturales y perspectivas de desarrollo (Córdova et al., 1978). Para Stevis y Mumme (1991) SUTINEN que representaba el sector más nacionalista dentro del ámbito nuclear, buscó posicionarse como jugador político de peso para asegurar que las reservas de uranio se mantuvieran en manos nacionales y para acceder a una mayor participación en la toma de decisiones, sobre todo en lo concerniente a las elecciones tecnológicas.

EL IMPACTO DEL ESCENARIO INTERNACIONAL EN LA POLÍTICA NUCLEAR DOMÉSTICA

Estos debates fueron atizados entre mediados y finales de la década de 1970, por dos situaciones que tuvieron lugar en el contexto internacional y que fueron comentadas someramente en el apartado anterior: primero, la crisis energética mundial, y segundo, las políticas reticentes a la transferencia de tecnología y material nuclear que Estados Unidos adoptó luego del ensayo nuclear de la India. Con respecto a las consecuencias de la crisis energética, a mediados de la década del '70, un documento del Instituto de Estudios Políticos, Económicos y Sociales (IEPES) afirmaba que hacia 1990, la nucleoelectricidad en México debería representar un 40 % de la matriz energética, para lo cual era imprescindible fortalecer el sistema nuclear en tres áreas básicas e integradas: la industria nacional de combustibles nucleares, la industria de reactores nucleares y la industria asociada a la implementación de los usos pacíficos de la energía atómica.

Para ello se proponía resolver los problemas de coordinación del sector público que deseara involucrarse en el desarrollo del ámbito nuclear, efectuar una reagrupación, reorientación y mejor disposición de los recursos materiales y humanos, la colaboración con el sector privado, y una reestructuración acorde a estos objetivos. En un documento efectuado por la Comisión de Nacional de Energéticos, de 1976 se recomendaba que la responsabilidad de la generación de electricidad se diese enteramente a la CFE (responsabilidad entre la que estaba la de mantener cualquier central nuclear que se construyera) y que se la dotara de la capacidad para construir reactores de potencia; además, recomendaba la creación en el INEN de una división que buscara específicamente la generación de empresas asociadas e industrias relacionadas al campo nuclear que se encargaran de exploración y explotación de uranio y fabricación de combustible nuclear.

En respuesta, el INEN elaboró un documento donde denunciaba que la actual política de compra de equipos extranjeros iba en detrimento de un desarrollo tecnológico e industrial nacional, contradictorio con los objetivos originales del proyecto nuclear que había venido formando profesionales, técnicos e investigadores en las últimas décadas, y que –de continuar la política de importación–, no serían aprovechados (Azuela y Talancón, 1999). Una de las soluciones planteadas fue la de reclamar que se dotara al Instituto de la capacidad de iniciar y coordinar el desarrollo de una industria nacional de reactores nucleares de potencia, además de comenzar estudios de factibilidad para impulsar la industria de bienes de capital relacionada al sector.

Este era el panorama del complejo nuclear al sobrevenir la presidencia de José López Portillo (1976-1982). Gracias al descubrimiento de nuevos yacimientos de petróleo en México y al aumento de su precio a nivel internacional, los dos primeros años del gobierno implicaron una marcada mejoría económica. Sin embargo, como se comentó previamente, el aparente círculo virtuoso comenzó a mostrar sus debilidades a partir de 1980, pues no se había modificado la matriz productiva, las exportaciones no habían cambiado significativamente su composición principal de materias primas y la política de subsidios al sector privado no había rendido los frutos esperados. Todo ello quedó evidenciado con la baja de los precios del crudo a partir de 1982, que derivó en una estanflación que el gobierno de López Portillo no pudo dominar, ni siquiera con el control de cambios o con la nacionalización de la banca.

Otra de las debilidades de la economía mexicana que quedó al descubierto en esta crisis fue el poco desarrollo que se había podido lograr en el sistema científico-tecnológico, puesto que se estaba ante la presencia de un estrecho mercado interno con pocos polos industriales, que durante la época de bonanza incrementaron sus importaciones, pero

que no se dedicaron al desarrollo de sector de CyT local. Lo anterior no quiere decir que desde el Estado no se haya intentado fortalecer el sector científico-tecnológico: de hecho, en esta época se intensificó el debate sobre la necesidad de alentar la diversificación de la matriz energética, lo cual se trató en el Programa de Energía derivado del Plan Nacional de Desarrollo Industrial, en el marco del Plan Global de Desarrollo. El Programa de Energía pretendía lograr la diversificación de las fuentes primarias de energía, la integración del sector energético al desarrollo de la economía del país, el fortalecimiento de la infraestructura científico-tecnológica, producción y uso racional de la energía, y cuantificación precisa de los recursos energéticos de México (Stevís y Mumme, 1991).

En él, la energía nuclear cobraba particular relevancia, ya que estableció el Programa Nucleoeléctrico Nacional como subcomponente de los planes más amplios, y preveía contar con dos centrales de potencia para 1990, además de la instalación de 20 reactores que aportaran casi un tercio de electricidad al sistema general para el año 2000 (Azuela y Talancón, 1999). En este contexto en que la alternativa nuclear se concibió como una de las principales opciones para la expansión del sector energético, continuó sin zanjarse la discusión sobre las elecciones tecnológicas mencionadas previamente, como qué institución presidiría el proyecto, y cómo alentar a que la industria nuclear contribuyera a resolver los problemas más acuciantes del desarrollo.

En cuanto a los efectos de la proliferación horizontal puesta en evidencia por la explosión efectuada por India, los impactos de la implementación de mayores restricciones para acceder a material atómico se manifestaron en 1978 cuando Estados Unidos aprobó la Ley Carter de No Proliferación Nuclear, que derivó en un endurecimiento del RINPN (González de León, 1978). La ley tenía como objetivo evitar los usos indebidos del combustible nuclear, y en ese sentido fue que Estados Unidos suspendió momentáneamente un Acuerdo Tripartito firmado unos años atrás entre éste, México y la OIEA donde la potencia se comprometía a proveer el combustible necesario para operar Laguna Verde. Aquello tuvo el efecto de fortalecer las consideraciones nacionalistas de la comunidad científica nuclear mexicana, que argumentaba que esa decisión pasaba por alto el hecho de que el país formaba parte del Tratado de Tlatelolco de 1968 y que la decisión había sido tomada por funcionarios norteamericanos, cuando en realidad, quienes debían llevar a cabo las inspecciones y decidir si México acataba las salvaguardias o no, debían ser los funcionarios de la OIEA. Aunque este roce diplomático fue resuelto rápidamente en 1979 y no pasó a mayores, puso en evidencia la dependencia de las importaciones en materia nuclear, enardeció las disputas por la elección tecnológica y dio cuenta de la voluntad mexicana de ejecutar una política nuclear autónoma frente a posibles condicionamientos estadounidenses.

REORGANIZACIÓN DEL SECTOR NUCLEAR Y ETAPA FINAL

En 1979 se procedió a la reorganización y modernización del INEN (Luddemann, 1983), que fue subdividido en el Instituto Nacional de Investigaciones Nucleares (ININ), URAMEX, o Uranios Mexicanos, como empresa paraestatal, la Comisión Nacional de Seguridad Nuclear y Salvaguardias (CNSNS) y Comisión Nacional de Energía Atómica (CNEA—esta última coordinando los planes nucleares de ININ y URAMEX). La ley que reorganizó el entramado también zanjó la cuestión de la toma de decisiones y las competencias de la CFE y el ININ: a este último le correspondía diseñar y promover la construcción de reactores nacionales, y debía asesorar a la CFE en la construcción de aquellos reactores que fueran utilizados para la generación de electricidad, cuyo control estaría bajo el mando de la CFE, no del instituto. Es decir, el ININ se garantizaba finalmente la participación en las decisiones a través del asesoramiento, y la CFE quedaba a cargo de la operación de los reactores generadores de energía eléctrica. Ese mismo año tuvo lugar el accidente atómico de *Three Miles Island*, en Estados Unidos, cuya principal consecuencia para los proyectos nucleares de todo el mundo fue el recrudescimiento de los protocolos de seguridad y de los requisitos para la instalación de centrales con mayor control, y particularmente en México generó la oposición de la población con respecto a los planes nucleares.

Durante la presidencia de Miguel de la Madrid (1982-1988) el surgimiento de la sociedad civil como un actor político de fuerza significó para el proyecto nuclear muchos cuestionamientos, sobre todo, si se tiene en cuenta que luego del accidente de *Three Miles Island* sobrevendrían una serie de accidentes internacionales y locales como el de Chernobyl y el accidente de PEMEX, que obligó a la sociedad a cuestionarse la eficacia de las empresas estatales de energía, y el sismo de 1985 que propició críticas a las fallidas estrategias de planificación de los gobiernos anteriores. Este panorama se sumó al de crisis, caracterizado por el aumento de la deuda externa, el fin de créditos del Fondo Monetario Internacional, la baja de los precios del petróleo, de productos agropecuarios y pesqueros, que representaban un 75 % de las exportaciones mexicanas, y la fuga de capitales, factores que dieron por terminada la estabilidad y el crecimiento del que México venía disfrutando desde hacía décadas (Vanegas, 2012). En este marco se inició un proceso de liberalización de la economía que “constituía una dinámica opuesta a la formación de un proyecto autónomo para el desarrollo de la tecnología con base en requerimientos nacionales” (Azuela y Talancón, 1999, p. 254) ya que, a partir de ese momento, la capacidad de generación de tecnología quedó sujeta a los vaivenes del mercado.

De nuevo, una de las cuestiones que quedaron más evidenciadas con la crisis fue la gran subordinación que México había tenido con el

petróleo, dependiendo de los altos precios internacionales para el ingreso de divisas, pero sin haber podido introducir cambios permanentes y diversificadores en la matriz productiva. Por ello, cuando en 1984 se creó el Programa Nacional de Energéticos (PRONAE), se hizo hincapié en dos ejes principales: vencer la crisis, y recuperar la capacidad de crecimiento, metas que se alcanzarían, con “incremento de productividad, el ahorro y la diversificación energética [...] y mayor vinculación e integración con el aparato productivo” (Azuela y Talancón, 1999, p. 265). Este programa, enmarcado en el más amplio Plan de Desarrollo Nacional, seguía los lineamientos que éste le encomendaba a la CyT de reorientación y modernización del aparato productivo, y movilización del potencial para el desarrollo nacional.

Así, el PRONAE se centró en mejorar la articulación entre el sistema de CyT y el sector productivo en el cual el entramado nuclear se evidenciaba como “el factor más dinámico dentro del proceso mundial de diversificación que había operado desde la década anterior” (Azuela y Talancón, 1999, p. 265). Específicamente para el sector nuclear, el PRONAE se proponía promover el desarrollo integral de los combustibles nucleares, coadyuvar a la determinación de la oferta y demanda de bienes nucleares, apoyar la producción nacional, las actividades de diseño, ingeniería e instalación de reactores y centrales nucleares, así como para depósitos de materiales nucleares, vinculando los institutos de investigación de las instituciones de educación superior del país con las investigaciones específicamente nucleares, y continuar con el proceso de organización del entramado atómico.

Sin embargo, en 1985 entró en función la Ley Reglamentaria del artículo 27 constitucional en materia nuclear, que disponía la desaparición de la CNEA y de URAMEX, y la redistribución de las funciones de los organismos nucleares. Las consecuencias de esta reestructuración implicaron, por un lado, que la prospección de uranio quedara a cargo específicamente de la Secretaría de Energía, Minas e Industria, y que el programa de reactores perdiera sentido, al quitarle poder al ININ. Además, se le quitó la tarea de asesorar a la CFE en materia de energía nuclear, con lo cual ésta podía recurrir al instituto de forma voluntaria, no obligatoria, dejando todas las decisiones en materia de generación de energía eléctrica y de construcción de centrales nucleares a la CFE.

La central de Laguna Verde fue puesta en marcha finalmente en 1988, en un contexto de rechazo social y político y sin la sensación de haberle ganado del todo al destino frente a todos los obstáculos que habían atravesado su construcción. Como comentan Stevis y Mumme (1991, p. 75): “la decisión de La Madrid de activar Laguna Verde [...] fue más un gesto defensivo para demostrar la decisión del gobierno, defender su autoridad y recobrar algo de los costos hundidos a partir de su operación”. Los objetivos originales

enmarcados en la autonomía tecnológica, la vinculación del sector de CyT con el aparato productivo, la diversificación de la matriz energética y la superación del subdesarrollo, además del ambicioso plan de expansión de las centrales nucleares fueron abandonados.

Como argumentan estos autores, la poca tecnología adquirida fue monopolizada por la CFE y no transferida a los sectores industriales y científicos. Además, por haber estado a cargo de un grupo muy reducido de técnicos e ingenieros de la CFE, consultores y técnicos extranjeros, el proceso de toma de decisiones quedó confinado a aquél selecto grupo, sin haber contado de la participación de un espectro más amplio de actores, ni políticos ni científicos ni productivos. Ello sugiere que la agencia con mayor autonomía en la toma de decisiones nucleares, lejos de ser la CNEN/INEN/ININ creada/o especialmente para supervisar estas cuestiones, fue finalmente la CFE.

REFLEXIONES FINALES

De lo anterior es posible extraer algunas conclusiones preliminares y para nada exhaustivas. En primer lugar, puede decirse que el proyecto de generar capacidades nucleares autónomas, independientes del exterior, no fue concretado puesto que no hubo un desarrollo atómico más allá del traccionado por los pocos beneficios transferidos por Laguna Verde en materia de formación de recursos humanos, todos los cuales fueron escasos y en general, centralizados por la CFE. El proyecto nuclear no logró seducir a la dirigencia política de forma taxativa de forma que no tuvo la capacidad de capturar facciones políticas y sociales que brindaran un apoyo sostenido en el tiempo, sino que más bien se apoyó para lograr ciertas metas, en el capital social de algunos científicos nucleares.

Parte de lo anterior se manifestó en la balcanización experimentada en el proceso de toma de decisiones en el ámbito nuclear, y la escasa autonomía de las agencias creadas específicamente para diseñar la política atómica. La CFE terminó teniendo mayor autonomía y capacidad de toma de decisión y de diseño de políticas nucleares que los propios CNEN/INEN/ININ. Ello afectó además la posibilidad de diseñar políticas desde una óptica más nacionalista y de largo plazo que permitiera un desarrollo lento pero sostenido en el tiempo, la formación de recursos humanos y la utilización de recursos propios que permitieran reducir la dependencia del exterior, específicamente de Estados Unidos.

Lo anterior hace pensar en la poca importancia que en general, con algunas excepciones marcadas, se les ha otorgado a varios actores de la comunidad científica como generadores de ideas y diseñadores de proyectos con el potencial de convertirse en políticas públicas, sobre todo a aquellos

identificados con una concepción más autonomista del desarrollo en CyT. Ello también evidencia que no es posible hablar de una comunidad científica homogénea, y esto se refleja en el poder de ejecución y decisión que se dio a algunas agencias en detrimento de otras. La fragmentación operó asimismo en detrimento de la centralización de tareas en el ámbito nuclear y esto se evidenció también en el rumbo cambiante que éste demostró a lo largo de estos años, con la creación y cierre, unificación y separación de las instituciones, dando claras señales de falta de rumbo definido.

La combinación entre fragmentación o balcanización decisoria y fracaso de los científicos de la CNEN/INEN/ININ de establecer una agenda propia en materia nuclear implicó también que las inversiones hechas durante años en el ámbito atómico no fueran suficientes para cambiar ni la matriz energética ni la productiva, dejando al país en manos de los vaivenes económicos tanto internos como internacionales, que a su vez dieron origen a círculos viciosos. Lo anterior determinó una fuerte dependencia del exterior tanto en formación de recursos humanos, como en diseño, instalación y operación de plantas, construcción de reactores, ya fueran de potencia o no, y abastecimiento de combustibles. Incluso la política internacional abiertamente pacificadora del país no impidió que se viera perjudicado por el reforzamiento del RINPN construido alrededor de un material tan sensible y dual como el nuclear, lo que quedó ejemplificado con el conflicto diplomático que despertó la ley Carter luego de que India demostrara su capacidad atómica. De esta forma, la falta de autonomía de la principal agencia nuclear frente a la tradicional CFE, que impidió que la comunidad científica atómica congregada a su alrededor pudiera tomar la totalidad de las decisiones en materia nuclear y valerse de la asimetría de información frente a los distintos gobiernos para establecer su agenda, sumada a la escasa autonomía permitida por el RINPN, resultaron en un proyecto nuclear con una trayectoria muy fragmentada y desarticulada.

En conclusión, a pesar de la terminación de las centrales de Laguna Verde y su tardía conexión al sistema energético nacional, es insoslayable que para México, la empresa puede haber estado cerca de convertirse en una tarea parecida a la de Sísifo: el Sísifo mexicano pareciera haber alcanzado finalmente la cima de la montaña, al menos en lo que concierne a la finalización de las centrales de potencia, pero es necesario preguntarse si las décadas de formación de recursos humanos e inversiones finalmente dieron los frutos esperados por los primeros pioneros del programa nuclear, o si al contrario, hay que comenzar a escalar la montaña de nuevo.

REFERENCIAS

- Adler, E. (1987). State Institutions, Ideology, and Autonomous Technological Development: Computers and Nuclear Energy in Argentina and Brazil. *Latin American Research Review*, Vol. 23, núm. 2, pp. 59-90.
- Acuña, C. y Chudnovsky, M. (2007). La gobernabilidad de los sistemas educativos: Una metodología para su análisis y mejoramiento. Seminario internacional: Gobernabilidad de los Sistemas Educativos en América Latina. Organizado por el Centro de Estudios de las Políticas Públicas (CEPP) y el Ministerio de Educación, Cultura y Tecnología de la República Argentina. 18 y 19 de octubre de 2007. Buenos Aires. Argentina.
- _____ (2013). Cómo entender a las instituciones y su relación con la política: lo bueno, lo malo y lo feo de las instituciones y los institucionalismos, en Acuña, C. (comp.) *¿Cuánto importan las instituciones? Gobierno, Estado y actores en la política argentina* (pp. 28-64). Buenos Aires: Siglo XXI.
- Argüello, I. (2010). Nuclear energy in Latin America. Between economic development and proliferation risks. *Security Index*, Vol. 16, núm. 4, pp. 73-84.
- Azuela, L., y Talancón, J. L. (1999). *Contracorriente: historia de la energía nuclear en México. 1945-1995*. México: Editorial Plaza y Valdés.
- Bethell, L. (1998). Historia social, política y económica de México, desde 1930 hasta 1990. En Bethell, L. (ed.) *Historia de América Latina*. Tomo XIII. México y el Caribe desde 1930. Barcelona: Crítica.
- Casas, R. (1983). Ciencia y tecnología en México. Antecedentes y características actuales. *Revista Mexicana de Sociología*, Vol. 45, núm. 4, pp. 1323-1334.
- Córdova, J., González, G., Jiménez, R., Morales, A., Pérez, R., Ponce, A., Vázquez, M. y Whaley, A. (1978). *La energía nuclear en México*. INEN: México, D.F.
- De La Peña, L. (1987). Ciencia y tecnología en México, país dependiente. *Ciencias, revista de difusión de la UNAM*, pp. 38-45.
- De Paula, G. y Miscione, C. (2013). América latina, zona de paz y de desarrollo nuclear. *U-238. Tecnología nuclear para el desarrollo*, núm. 8. Año 2, pp. 8-12. Recuperado de <http://u-238.com.ar/ano-2-nro-8-noviembre-diciembre-2013/>
- Domínguez, R. (2012). Los orígenes de la física nuclear en México. *Revista CTS*, Vol. 7, núm. 21, pp. 95-112.
- Evans, P. (1996). El Estado como problema y como solución. *Desarrollo económico*, Vol. 35, núm. 140, enero-marzo, pp. 529-559.
- Gollás, M. (2003). México, crecimiento con desigualdad y pobreza (de la sustitución de importaciones a los tratados de libre comercio con quien

- se deje). *Documentos de trabajo*. Núm. III. México: Centro de Estudios Económicos, Colegio de México.
- González de León, A. (1978). Las relaciones México-Estados Unidos: el caso de la energía nuclear. *Foro Internacional*, Vol. 19, núm. 2(74), pp. 326-341.
- Gutiérrez, R. (2010). When Experts Do Politics: Introducing Water Policy Reform in Brazil. *Governance: An International Journal of Policy, Administration, and Institutions*, Vol. 23, núm. 1, pp. 59-88.
- Hymans, J. (2015). The Dynamics of nuclear politics. Lessons from Latin America. En Dominguez, J. y Covarrubias, A. (eds.). *Routledge handbook of Latin America in the World*. Nueva York. Routledge, pp. 362-375.
- Iglesias, J. (2011). Latin America's Nuclear Future. *Latin American and Caribbean Center*, Florida International University. Recuperado de http://digitalrepository.unm.edu/la_energy_dialog/173
- La Botz, D. (1995). *Democracy in Mexico: peasant rebellion and political reform*. Estados Unidos: South End Press Collective.
- Lalouf, A. (2004). Desarrollo Tecnológico en Países Periféricos a Partir de la Cooptación de Recursos Humanos Calificados. Aviones de Caza a Reacción en la Argentina. *Convergencia. Revista de Ciencias Sociales*, Vol. 11, núm. 35, mayo-agosto, pp. 221-248.
- Luddemann, M. (1983). Nuclear Power in Latin America: An Overview of Its Present Status. *Journal of Interamerican Studies and World Affairs*, Vol. 25, núm. 3, pp. 377-415.
- Lugones, M. (2020). *Política nuclear y política energética en la Argentina. El Programa Nucleoeléctrico de la CNEA (1965-1985)*. (Tesis de posgrado). Universidad Nacional de Quilmes, Bernal, Argentina.
- Nadal Egea, A. (1995). Harnessing the politics of science and technology policy in Mexico. Bastos, M. I. y Cooper C. (eds). *Politics of technology in Latin America*. Londres: Routledge, pp. 95-132.
- Oszlak, O. (1980). Políticas públicas y regímenes políticos: reflexiones a partir de algunas experiencias latinoamericanas. *Estudios CEDES*, Vol. 3. núm. 2, pp. 1-38.
- Ramos Lara, M. (2006). Particle accelerators in Mexico. *Historical Studies in the Physical and Biological Sciences*, Vol. 36, núm. 2, pp. 297-309.
- Rojas Nieto, J. A. (1989). *Desarrollo Nuclear en México*. México: Universidad Nacional Autónoma de México.
- Sarquis, D. (2013). Apuntes para la historia de la ciencia y la tecnología nuclear en México. *Revista Multidisciplina*, núm. 15, pp. 129-175.
- Solingen, E. (1993) Macropolitical Consensus and Lateral Autonomy in Industrial Policy: The Nuclear Sector in Brazil and Argentina. *International Organization*, Vol. 47, núm. 2, pp. 263-298.
- Sotomayor, A. (2013). Brazil and Mexico in the Non-Proliferation Regime. *Non-Proliferation Review*, Vol. 20, núm. 1, pp. 81-105.

- Stevis D. y Mumme S. (1991). Nuclear Power, Technological Autonomy, and the State in Mexico. *Latin American Research Review*, Vol. 26, núm. 3, pp. 55-82.
- Tello, C. (2007). Reseña de Estado y desarrollo económico: México 1920-2006. *Investigación Económica*, Vol. 66, pp. 205-212.
- Vanegas, L. (2012). Interpretaciones sobre el desarrollo económico de México en el siglo XX. *Economía UNAM*, Vol. 9, núm.27, pp. 91-108.
- Vera, N. (2021). Potenciando ideas: una propuesta de análisis para discutir el desarrollo de tecnología nuclear en Argentina y México (1950-1991). *Foro Internacional*, Vol. LXI, núm. 1, pp. 127-161.