



## **Desarrollo de proveedores para la industria nuclear argentina Visión desde las Centrales Nucleares**

Domingo Quilici

Comisión Nacional de Energía Atómica

[quilici@cnea.gov.ar](mailto:quilici@cnea.gov.ar)

### **Resumen**

Frente al inicio de una nueva etapa en la instalación de capacidad núcleo eléctrica en el país, se recorrerá la historia del desarrollo de la industria nuclear nacional (1964-1986) en búsqueda de antecedentes útiles para esta nueva realidad.

Partiendo de la intención de dar respuesta a las preguntas: ¿Por qué se decidió tan tempranamente construir una central nuclear (en adelante CN); ¿por qué se decidió comprarla con una modalidad particular de los contratos “llave en mano”, en vez del desarrollo de una versión “criolla”? Y cuál fue el significado de la apertura del “paquete tecnológico” en aquel momento; se indagará sobre los antecedentes del desarrollo de proveedores para la industria nuclear en la Argentina. Se describirán las acciones que llevaron a la compra de las centrales de Atucha I, Embalse y Atucha II y como a partir de esas decisiones se implementaron políticas para maximizar la participación nacional en la construcción de las mismas y para la transferencia de tecnología del exterior hacia la industria local.

Se analizará el Plan Nuclear puesto en vigencia a fines de los años setenta, desde el punto de vista de su influencia sobre el desarrollo tecnológico endógeno.

Palabras claves: INDUSTRIA NUCLEAR - POLITICA TECNOLOGICA - ARGENTINA

### **Abstract**

The history of the development of national nuclear industry (1964-1986) will be reviewed in the search of useful patterns for the present new phase in the installation of nucleo-electric capacity in the country. Precedents of development of suppliers for the Argentinean nuclear industry will be considered, taking as starting point the following questions: Why the early decision of constructing a Nuclear Power Plant was taken? Why was it decided to buy it under a peculiar version of a turnkey contract instead of developing a “native” design? What were the implications of opening “technological packages” at that time? Actions leading to the construction of Atucha I, Embalse and Atucha II stations will be described, as well as the policies implemented in order to maximize local participation and foreign technology transfer to the local industry during their construction.

The effects on local technological development of the Nuclear Plan implemented at the end of the seventies will be analyzed.

Key words: NUCLEAR INDUSTRY - TECHNOLOGICAL POLICY – ARGENTINA

Recibido: 18 de diciembre de 2007

Aprobado: 25 de abril de 2008

## I. Introducción

La historia del desarrollo de proveedores y transferencia de tecnología que se sintetizará en este trabajo, abarca desde 1964, cuando se decide realizar el estudio para la primera central de potencia<sup>1</sup> -la que luego sería Atucha I- hasta 1976 cuando la energía núcleo eléctrica en el mundo y particularmente en Argentina entra en un valle. Se partirá de algunos antecedentes anteriores a 1964, en búsqueda de la génesis del desarrollo nuclear argentino.

Se intentará resumir en tres preguntas los antecedentes que están conectados con una política de desarrollo de proveedores en el área nuclear, que era inédita entonces y caracterizó una época del desarrollo industrial argentino.

¿Qué llevó a la decisión de construir una central nuclear a mediados de la década del 60? Lo que era temprano para un país en desarrollo;

¿Por qué se decidió comprar la central nuclear bajo una modalidad particular de los contratos “llave en mano”, en vez de intentar el desarrollo de una versión “criolla” de estas máquinas?

¿Por qué la decisión de implementar la “apertura del paquete tecnológico”, estuvo signada por características inusuales para el momento histórico en que se tomó?

Estas preguntas se puedan plantear hoy, porque el transcurso del tiempo y el análisis histórico le dan un sentido. Consultados los actores de aquella época reconocen que entonces ellas no cabían en las variables de los que tomaban decisiones. Hacer lo que hicieron era lo natural.

Como marco de referencia se debe tener en cuenta que el desarrollo nuclear nace en todo el mundo desde iniciativas y control del Estado. Su aplicación comercial, en especial en el campo núcleo eléctrico, en muchos países quedó bajo responsabilidad de organismos, con base científica tecnológica, dependientes del Estado. En Argentina, donde la industria pesada era incipiente, fue la Comisión Nacional de Energía Atómica (CNEA) la que tomó la iniciativa de implementar la utilización de esta fuente de energía.

## II. Antecedentes

Desde sus inicios la CNEA tuvo una profunda aceptación por los cánones de comportamiento de las comunidades científicas que se habían impuesto después de la Segunda Guerra Mundial. Esto significó un respeto por la libertad de investigar, la comprensión de la importancia de la capacitación de los recursos humanos (RRHH) y el aprovechamiento de la apertura a la cooperación internacional que brinda Occidente en ese momento. Sin embargo, es importante resaltar que este organismo (la CNEA) no se

---

<sup>1</sup> Central de potencia son aquellas que generan energía eléctrica comercial.

quedó solo en el campo de las ideas, sino que rápidamente se volcó al de las realizaciones<sup>2</sup>. Más aun, se intentó desde un principio la comercialización de la tecnología desarrollada<sup>3</sup>, así como la prestación de servicios; por ejemplo la aplicación de los radioisótopos (de producción propia e importados) a la medicina nuclear y en otros campos.

Se establece desde un inicio la política de integración de los físicos que se recibían en el Instituto Balseiro -creado por la CNEA precisamente para la formación de sus RRHH- en los sectores tecnológicos de la institución y, al mismo tiempo, se impulsan cursos para la formación de profesionales en disciplinas de aplicación de las tecnologías que se desarrollaban en la CNEA. Son ejemplos de este comportamiento los sucesivos cursos Panamericanos de Metalurgia, auspiciados por la OEA; de aplicación de radioisótopos; de ingeniería nuclear conjuntamente con la Facultad de Ingeniería de la UBA; de protección radiológica, patrocinado por el Organismo Internacional de Energía Atómica, etc. Una característica institucional, que diferencia CNEA de otros organismos de CyT, fue su relación con el entorno. La política de interrelación social de la institución estuvo dirigida a la transferencia de tecnología y la extensión de conocimientos prácticos a la industria, en campos que no estaban directamente relacionados con el sector nuclear, pero que eran saberes que se obtenían como derrame de la investigación y desarrollo específicos. Un caso paradigmático es el del Servicio de Asistencia Técnica a la Industria (SATI; creado en 1961), que nace bajo un acuerdo con la cámara los industriales metalúrgicos, hoy ADIMRA. El SATI es el corolario de un proceso de creación y divulgación industrial de tecnología. Se salió a buscar y resolver los problemas de la demanda de conocimientos de la industria -de donde dependía el SATI- tal vez represente más acabadamente la capacidad que tuvo la institución de desarrollar, adaptar, divulgar y formar RRHH, en lo referente a la generación de tecnología endógena. No sólo la CNEA necesitaba desarrollar la metalurgia para sus objetivos específicos, sino que se reconoció también la falta de formación académica y en la industria de esta disciplina. La institución orienta a la carrera de física del Instituto Balseiro en dos direcciones: física nuclear, con la mira puesta en el desarrollo de reactores y física del estado sólido para crear la base para ciencia de los materiales y de ahí atender la problemática del desarrollo de la Gerencia de Tecnología -que fue consecuencia de la evolución del Departamento de Metalurgia- se produce un fructífero intercambio entre los Departamentos que la formaban, que conectó, en una permanente realimentación, el conocimiento teórico, con el desarrollo y con la demanda industrial, todo ello sistematizado por intermedio de un continuo proceso de aprendizaje y divulgación hacia la industria, hacia las universidades, a los organismos de CyT nacionales, pero también hacia

---

<sup>2</sup> El reactor experimental RA 1 se inaugura en 1958, con diseño de los EEUU, pero construido localmente y con aportes de modificaciones de los ingenieros de la CNEA. El reactor de experimentación y producción RA 3, fue puesto en marcha en 1967, diseñado y construido en el país.

<sup>3</sup> Venta de la tecnología de los elementos combustibles a la empresa alemana Degusa-Leybolt.

el resto de Latino América. Al mismo tiempo, la Gerencia de Tecnología mantuvo permanentes contactos con los laboratorios líderes a nivel mundial, facilitando la visita de sus investigadores a nuestro país y la especialización de los nuestros, en esos laboratorios.

La institución desplegó, desde un principio, esfuerzos en otras muchas actividades -por ejemplo la minería y purificación de uranio- que le permitieron consolidarse como organismo generador de conocimiento y con un perfil tecnológico, orientada a la utilización económica social de la energía nuclear.

### **III. La Central Nuclear Atucha I**

La decisión de realizar un estudio para la factibilidad de la construcción de una central nuclear se inscribe en una concepción estratégica de la actividad, que va más allá del uso pacífico de esta fuente de energía. La temprana opción de utilizar centrales nucleares (CCNN) para el suministro eléctrico no sólo obedecía a la necesidad de cubrir esta demanda, sino también a un concepto del desarrollo económico social, basado en la búsqueda de la autonomía tecnológica y en el consecuente crecimiento de la capacidad industrial. Y fue en los años sesenta, porque la “teoría del desarrollo” estaba en plena vigencia en Latino América y en particular en la Argentina, que se plantea la necesidad de superar las limitaciones del modelo de Industrialización por Sustitución de Importaciones. El concepto vigente en aquel momento: “las industrias industrializantes”, ponían al desarrollo núcleo energético como un poderoso incentivo para el crecimiento y la especialización de la industria<sup>4</sup>. Se podría asimilar al paradigma actual de la biotecnología, las TICs o la nano tecnología.

La elección de la construcción de una obra de estas características obedecía a una acción política estratégica cuyo objeto era forzar, desde la demanda, un compromiso de la industria nacional a participar en el suministro de un bien no tradicional. Sin embargo el gobierno no tenía prevista esta decisión dentro de las políticas públicas del Estado; quienes la “fuerzan” lo hacen desde el convencimiento que ello era posible, amparados en la experiencia que se había ganado en los años anteriores con las realizaciones y desarrollos tecnológicos que habían tenido lugar en la CNEA<sup>5</sup>.

No hubo, por lo tanto, en esta forma de proceder la idea lineal del desarrollo del conocimiento y su posterior aplicación práctica. No se puede negar que la formación de investigadores básicos alimentó al caldo de cultivo donde se fermentaron las ideas de la autonomía tecnológica. Pero se debe buscar el origen de la decisión de construir una central nuclear en las ideas de lo que se definiría como Triángulo

---

<sup>4</sup> Martin (1966).

<sup>5</sup> Se recuerda que esta decisión estuvo ayudada por conocimientos cruzados entre funcionarios del gobierno, en particular en el CONADE y los tecnólogos de la CNEA.

de Sábato<sup>6</sup> y en la oportunidad de perfeccionar su funcionamiento a través del desarrollo nuclear, producto de un pensamiento político que concibe a la tecnología como una herramienta para el desarrollo.

Así se entiende porqué en aquel momento se decidió comprar llave en mano. Era muy largo el camino para desarrollar la “capacidad propia” necesaria para construir una central nuclear de potencia. Sin embargo, la experiencia había demostrado que se era capaz de resolver problemas complejos. Por lo tanto el “catching up”<sup>7</sup> era posible. Utilizar la capacidad del Estado para planificar los sectores estratégicos de la economía -concepto vigente en aquella época- permitió participar, a través de incentivos, a la industria nacional como proveedora de bienes y servicios y a los organismos de Ciencia y Tecnología demandarles conocimiento para resolver problemas concretos.

La CNEA estaba en condiciones de dirigir este proceso porque ya había recorrido todo el trayecto. O sea, tenía personal capacitado en todos los estadios del conocimiento, experiencia de realizaciones de obras, fuerte vinculación con la industria, una profunda convicción que eso era lo que se debía hacer y una buena dosis de audacia<sup>8</sup>, condimento de las organizaciones jóvenes y exitosas. El concepto de autonomía tecnológica, inserto en el modelo del Triángulo de Sábato, tenía incorporado premisas como el “aprender haciendo” y el “tomar riesgos”.

Así, el estudio de factibilidad para Atucha I, contrariamente a lo que se esperaba de un país “en desarrollo”, fue realizado por los técnicos y directivos de la CNEA y no por una consultora internacional. Esto significó una enorme libertad para preparar el pliego de la licitación y la posterior adjudicación. La contratación fue llave en mano, lo que implicaba que el contratista principal garantizara el funcionamiento de la máquina de acuerdo a lo especificado, pero lo que fue novedad fue la “apertura del paquete tecnológico”: partes de los suministros debían ser realizados por la industria nacional, sin perder las garantías del contrato y, tal vez lo más innovativo, el contratista principal debía financiar, el costo del suministro, por lo menos hasta lo que hubiera costado si él lo hubiera provisto.

Haber llegado a este tipo de adjudicación, implicaba que se tenía incorporado una importante capacidad técnica y de gestión de proyectos. La CNEA realizó el estudio de planificación energética para justificar la necesidad de instalar este tipo de usinas -es decir una central nuclear. Este trabajo de planificación energética fortaleció el contacto institucional con las áreas técnicas expertas en otras fuentes para

---

<sup>6</sup> “Enfocada como un proceso político consciente, la acción de insertar la ciencia y la tecnología en la trama misma del desarrollo significa saber donde y como innovar. La experiencia histórica demuestra que este proceso político constituye el resultado de la acción múltiple y coordinada de tres elementos fundamentales en el desarrollo de las sociedades contemporáneas: el gobierno, la estructura productiva y la infraestructura científico tecnológica. Podemos imaginar que entre estos tres elementos se establece un sistema de relaciones que se representaría por la figura geométrica de un triángulo, en donde cada uno de ellos ocuparía sus vértices respectivos”. Sábato. Botana (1970).

<sup>7</sup> Alcanzar la capacidad propia utilizando los conocimientos de los proveedores internacionales.

<sup>8</sup> “...esto que parece audacia es menor que la del Gral. Justo en 1925, cuando comenzó a fabricar aviones en Córdoba”. Entrevista a Sábato (1970).

la generación eléctrica y demostró que el costo de generación de una central nuclear era competitivo frente a otras fuentes<sup>9</sup>.

Se llamó a licitación internacional solicitando cotización de los cuatro tipos de reactores nucleares disponibles comercialmente entonces. Recibidas las ofertas, se “diseccionaron”<sup>10</sup> las propuestas de los oferentes en los subsistemas que componían las centrales a los efectos de comprobar cuales eran aquellos que podían ser construidos en el país, esta tarea fue la que se llamó “apertura del paquete tecnológico”<sup>11</sup>.

Finalmente, entre 17 ofertas, se decidió por la central ofertada de por la empresa alemana Siemens (en 1967; entra en operación comercial la central en 1974). Esta decisión implicó la elección del tipo de combustible -el uranio natural- y del agua pesada como moderador<sup>12</sup>. El combustible debía ser argentino: tal era la estrategia que se estableció al comprar la central y uno de los puntos clave en las negociaciones con el proveedor así como en los planes de desarrollo institucional.

Las condiciones de negociación del contrato con Alemania fueron muy favorables. Esto no fue sólo mérito de las circunstancias, sino también de la capacidad de negociación de ambas partes. El proveedor financió toda la obra y otorgó cinco años de gracia. Además jugó en este contrato un rol fundamental la transferencia de tecnología. “...Finalmente, el acuerdo consideraba que no había dominios reservados, lo que hizo posible que en 1970 la CNEA mantuviera 16 técnicos en la casa Siemens, en Alemania” (...) “Hay equipos argentinos metidos en todos los recovecos de esta central”<sup>13</sup>.

A través del SATI se creó el “Grupo Industria Nacional”, que en función del conocimiento que había adquirido de la industria, participó en la definición los paquetes que se podían adjudicar a los empresarios locales. Pero además de los aspectos técnicos, se evaluó el sobreprecio que se podía pagar -el costo social- por el suministro nacional. Este sobreprecio debía mantener competitivo el suministro respecto a la oferta alemana, cuando se le aplicaban al de origen argentino beneficios impositivos que estaban vigentes en el momento<sup>14</sup>.

Ya con la construcción de reactor experimental RA3 y la planta de producción de radioisótopos anexa, se había hecho un gran esfuerzo para promover a los proveedores locales. Pero se reconoce una

---

<sup>9</sup> “Estudio de preinversión para una central nuclear para la zona Gran Buenos Aires y Litoral” Decreto. 485/65. Archivado biblioteca CNEA; y Hurtado de Mendoza (2005), p 48.

<sup>10</sup> Wortman (1969).

<sup>11</sup> Se hace notar que las negociaciones que se hacían con el contratista principal para que aceptara un proveedor nacional, estaban dirigidas a aquellos bienes cuya construcción en el país significaba un crecimiento en la capacidad industrial.

<sup>12</sup> Entonces, la tecnología para el enriquecimiento de uranio se la consideraba inalcanzable y solo había dos proveedores en el mundo. En cambio para el agua pesada se veía un mercado mas abierto y la posibilidad de realizar, con el tiempo, la propia provisión de este insumo.

<sup>13</sup> Sábato citado en Hurtado de Mendoza (2005), p 50.

<sup>14</sup> Se había establecido no superar el 20% de sobreprecio, solo en 4 casos se concedió ir más allá de este margen. El mayor costo promedio que se pagó por los ítems electromecánicos suministrados por la industria local alcanzó 3,2% respecto a lo ofertado por Siemens.

labor fundamental del SATTI al incorporar el concepto de calidad y el del cumplimiento de especificaciones estrictas, imprescindibles en la industria nuclear -hay que reconocer que conjuntamente a la CNEA, las terminales de industria automotriz nacional empujaban en la misma dirección-. En dos años y medio de trabajo sistemático el SATTI consiguió colocar una lista de 112 ítems electromecánicos que representaron el 12% del total de las órdenes de compra y el 90% de la obra civil, lo que representó un 40% de participación nacional en la obra.

Es necesario considerar, además, el estado de la industria nacional en aquel entonces. Se vivía una etapa de desarrollo industrial, lo que facilitó el entendimiento con la empresa para negociar los contratos de suministros de bienes no tradicionales. Esto también fue posible por el conocimiento de la industria electromecánica por parte de la CNEA y por la disposición de la Secretaría de Industria para aplicar una legislación que incentivara la participación industrial argentina.

El “efecto de demostración”, que está en la base del pensamiento de Sábato cuando plantea la intervención del Estado para incentivar la participación de la industria en la provisión de bienes no tradicionales, quedó ampliamente demostrado durante la licitación y construcción de Atucha I. La concepción, formulación y aprobación de la Ley 18.975, denominada de Compre Nacional, que reemplazó con ventajas al Decreto 5.340 de Compre Argentino, promulgada en diciembre de 1970, institucionalizó la “apertura del paquete tecnológico”<sup>15</sup>. Las difíciles discusiones iniciales, en el ámbito de la Secretaría de Industria, para atender las solicitudes de excepciones a la citada ley por parte del contratista principal y de la propia industria nacional, donde la CNEA jugaba un rol de árbitro y además establecía el sobre precio que se podía pagar para los insumos de origen local, se convirtieron con el tiempo en un foro de entendimiento y conocimiento mutuo que permitió evaluar, concretamente, las dificultades tecnológicas de la industria y los problemas burocráticos de las licitaciones y, además fue un foro informal que ayudó a cumplir con los objetivos que impulsaba la ley.

La capacidad existente en aquella época en la industria y en el gobierno para la gestión de grandes obras, que eran consecuencia de las inversiones que el país realizaba en obra pública y en industria pesada, facilitaron la construcción de Atucha. Esto era particularmente importante en las empresas dedicadas a obra civil.

El proceso de decisión, la contratación y la participación en la construcción de la obra, demostró que se habían alcanzado los objetivos propuestos. Era posible aspirar a atender las necesidades de un sector estratégico del país, como el núcleo energético, a través del desarrollo de la capacidad tecnológica e industrial de la nación.

---

<sup>15</sup> Sábato, Wortman, Gargiulo (1978).

## **IV. La Central Nuclear de Embalse (CNE)**

### *IV.1 La decisión y la licitación de la central*

Durante la etapa de construcción de la central de Atucha I se propone la instalación de una segunda central nuclear. Con una activa participación de la CNEA en el planeamiento energético se consigue la decisión favorable del gobierno y la asignación de los recursos financieros<sup>16</sup>.

Tampoco en esta licitación se establece ni el tipo de central ni su combustible. Naturalmente se continúa con la misma estrategia para asegurar la mayor participación posible de la industria nacional. Esto se consigue a través de un esfuerzo sistemático. En el llamado a licitación se solicita que los oferentes confeccionen una “lista positiva” de los suministros “que harían diseñar y construir, o adquirirían localmente, incluyendo como parte de su oferta, sin reservas en las garantías que estén dispuestos a brindar”<sup>17</sup>. Además se solicita a los oferentes que la CNEA tenga participación en la ingeniería de la obra. En el llamado a licitación se listaron 103 ítems como posibles y no excluyentes de ser incorporados a la “lista positiva” y, además, se sugería que los oferentes confeccionaran una “lista probable” de suministros que estaban dispuestos a negociar se construyeran en el mercado local.

Simultáneamente con el proceso de adjudicación de la CNE, se constituye un grupo de análisis entre la CNEA y el Consejo Federal de Inversiones (CFI) que emite un informe técnico<sup>18</sup> donde están estudiados a fondo los componentes de la isla nuclear de una central tipo CANDU<sup>19</sup> -incluido la instrumentación y control- como la licitada para Embalse. Además se intentan fijar indicadores para determinar los costos adicionales que se podrían pagar por componentes argentinos comparando el “costo social” versus el “beneficio social” en función de la mejora tecnológica de la capacidad industrial, entre otras variables.

Se avanza en el estudio sobre la capacidad industrial concreta para cubrir la demanda de la central y se analizan las posibilidades de incentivo a la industria para cubrir los faltantes sobre la base de un programa de otras tres centrales del mismo tipo, teniendo en cuenta<sup>20</sup>:

- Limitaciones de la oferta de componentes y servicios de índole predominantemente técnico-económica (por capacidad tecnológica, equipamiento, materiales, recursos humanos, etc.)
- Limitaciones institucionales que obstaculizaban organizar el volumen, regularidad y otras características de la demanda, por parte del comprador y por otro lado superar las limitaciones de la oferta por tamaño y capacidad de la empresa.

---

<sup>16</sup> Embalse fue financiada por el Fondo para Grandes Obras Eléctricas.

<sup>17</sup> Baéz et al (1973).

<sup>18</sup> Wortman, Quihillat (h) et al (1974).

<sup>19</sup> Central nuclear “Canada Deuterium Uranium”.

<sup>20</sup> Wortman, Quihillat (h) et al, (1974), p 43.



Este hecho pone de manifiesto el empeño de los hombres que tomaban las decisiones respecto al acompañamiento armónico y gradual que pretendían de la industria y de la propia CNEA -o de los organismos públicos intervinientes- frente a la adquisición de una nueva tecnología y a la aplicación de la misma. Se buscaba que la economía de todo el sistema productivo fuese favorecida pagando el mínimo costo social. Se intentaba la mejora de los procesos industriales con una visión que iba mas allá de la fabricación del componente específico para una central nuclear y al mismo tiempo mejorar la eficiencia organizativa del sistema de compra del Estado, responsable de la adquisición de estos bienes para el servicio público. Esta actitud contrasta, como se verá mas adelante, con una decisión posterior de desarrollar a ultranza la capacidad energético nuclear, para lo cual se volcaron ingentes recursos y una legislación que le otorgaba al sector notables ventajas.

#### *IV.2 La adjudicación y el proceso de construcción de la Central de Embalse*

En 1973 se adjudica al consorcio ítalo canadiense, formado por la Atomic Energy of Canada Limited (AECL) e Italimpianti SpA (IT) una central tipo CANDU de 600 MW. Una de las razones que pesó en la adjudicación de la obra al consorcio, fue el Acuerdo de Transferencia de Tecnología (ATT) que se había pergeñado durante el proceso de adjudicación. La central entra en operación comercial en 1984.

Durante el inicio de la construcción de la obra se presentan problemas contractuales debido a razones ajenas al comitente y al contratista<sup>21</sup>. La CNEA podía legalmente haber rescindido el contrato, sin embargo se prefirió no perder la oportunidad que significaba darle una continuidad al desarrollo nuclear-industrial. Esto obligó a más de una renegociación del contrato, lo que permitió a la CNEA convertirse en el subcontratista principal de AECL-IT para el montaje de la isla nuclear, con la correspondiente ingeniería. Se obtiene así una mayor participación de ingeniería argentina de la que se había previsto inicialmente en el llamado a licitación. Otro de los puntos que se acuerdan en las negociaciones son las compensaciones al contratista principal, debidos a los mayores costos de los proveedores locales, como consecuencia del proceso inflacionario.

Con el objeto de concretar la mayor participación argentina en la construcción de la central nuclear, la CNEA impulsa la creación de dos consorcios -NUCLAR y ARGATÓM- formados por las principales empresas argentinas de ingeniería y montaje. La CNEA acuerda con los consorcios una serie de condiciones para facilitar un proceso de aprendizaje mutuo -especificaciones y requisitos de calidad de la industria nuclear, capacitación y formación de RRHH, tarifas de personal y tarifas de alquiler de

---

<sup>21</sup> Proceso inflacionario internacional y argentino debido a la crisis del petróleo y al “rodrigazo”, respectivamente.

equipamiento para grandes obras, etc.- con el objeto de garantizar la participación de empresas argentinas y la competencia entre ellas, en las futuras obras del plan nuclear<sup>22</sup>.

A pesar que AECL se ve obligada a exigir mayores restricciones<sup>23</sup> sobre las salvaguardias<sup>24</sup> que las originalmente acordadas para el cumplimiento del citado ATT, generando dificultades en la transferencia de tecnología CANDU hacia el país, en las sucesivas renegociaciones de los contratos se encuentran formas para cubrir gran parte de las expectativas argentinas en cuanto a la transferencia de conocimientos.

Las exitosas negociaciones del comitente con el contratista principal (AECL-IT) sobre la cantidad y complejidad de los componentes, así como la capacidad de la gestión de compra de la CNEA, logran elevar el número de ítems comprados a proveedores locales a 217 sobre los 103 de la lista positiva del llamado a licitación de la central. En este marco, las empresas privadas adquieren licencias extranjeras para la fabricación de los componentes o asesoramiento para ingeniería de montaje. Por citar algunos casos: esclusas para entrada de hombres, grúas de porte hasta 350 toneladas, paneles de control en la isla nuclear, montaje del turbo grupo. En especial se vuelve a señalar la complejidad del montaje de los 380 canales del reactor, que implicó trabajar con un sistema de calidad nivel I.

Como resultado final, la participación nacional alcanzada fue del 51% sobre los costos directos de la central.

Cabe preguntarse hoy, desde la óptica del análisis que se pretende realizar con este trabajo, qué resultados se habrían alcanzado si el contrato con el consorcio AECL-IT se hubiera cumplido de acuerdo a lo previsto en la versión original. Obviamente la central hubiera costado menos, ¿pero se habría avanzado tanto en la participación nacional? Se podría decir que las premisas implícitas en el modelo del triángulo de Sábato “aprender haciendo” y “tomar riesgos” fueron decisorias en esas circunstancias.

---

<sup>22</sup> “El éxito de esta política, de capacitación de empresas argentinas de ingeniería, se vio confirmado cuando la firma Westinghouse, que había sido seleccionada por el gobierno de Egipto para construir una central nuclear, solicitó la participación de esas empresas para ejecutar su montaje”. Castro Madero y Takacs (1991) p 99.

<sup>23</sup> En 1974 la India explota un artefacto nuclear, utilizando tecnología canadiense para la obtención del material fósil. Como consecuencia de la explosión se forma el llamado Club de Londres, integrado por los países poseedores de tecnología nuclear comercial. Ellos se auto impusieron que operaciones comerciales que involucraban materiales y tecnologías “sensitivos” (aquellos materiales o tecnologías que podían tener un uso dual: pacífico-comercial y bélico) no podían realizarse sin la firma del “Tratado de No Proliferación de las Armas Nucleares” (TNP) por parte del Estado comprador.

<sup>24</sup> Salvaguardias: Conjunto de procedimientos, métodos y técnicas destinado a verificar el uso exclusivamente pacífico de las actividades nucleares.

## V. La Central Nuclear Atucha II

### *V.1 El proceso licitatorio de la central*

En 1977 se firma el Decreto 3.138 que le da a la CNEA una gran capacidad de decisión y presupuesto para llevar adelante un ambicioso plan nuclear, que estaba esbozado cuantitativamente en el anexo al decreto.

Antes del llamado a la licitación de Atucha II, que era la tercer CN para la Argentina, y sobre el procedimiento que ya se había utilizado para las dos centrales anteriores -la búsqueda de la máxima participación de la industria nacional, a través de la apertura del “paquete tecnológico”- se decide realizar una encuesta a la industria nacional: “Para tener un conocimiento cabal de la capacidad instalada se decidió realizar un relevamiento en 1978 de las empresas a través de un cuestionario<sup>25</sup> que ellas respondieron en forma espontánea. Después de analizados los resultados, la CNEA tuvo un esquema más claro de cuales eran los rubros que necesitaban apoyo o debían ser promocionados por el estado y cuales serian realizados por la propia iniciativa de la actividad privada<sup>26</sup>. El objetivo final era la elaboración de una base de datos de proveedores nucleares, que superara las limitaciones -en particular en lo referido a calidad - del Registro de Proveedores del Estado vigente entonces, Decreto 5.729/72.

El cuestionario fue respondido por unas 300 empresas de las más de 600 encuestadas. A partir de la base de datos confeccionada con los resultados de la encuesta, se hicieron las Listas Positivas, Probables y Negativas que sirvieron para las especificaciones de la licitación para Atucha II.

En el año 1979, el mismo año que se llama a licitación para Atucha II, se dicta el Decreto 302 que establece un ambicioso plan nuclear, en materia energética, estipulando la puesta en marcha de 4 CCNN antes del fin del siglo. Además el decreto garantizaba los mecanismos económicos financieros y disponía que la CNEA, conjuntamente el Ministerio de Economía, debían someter a consideración del Poder Ejecutivo un régimen de promoción de la industria nuclear.

Se reproducen algunos conceptos del Dr. Castro Madero, que fue el artífice del citado plan:

“...Un plan nuclear era, y sigue siendo, el medio para movilizar el sector científico técnico, la industria y la ingeniería nacional, que son los pilares para todo desarrollo tecnológico...Desde un punto de vista económico, sobre la base de un adecuado criterio de fijación de tarifas, el plan nuclear resulta totalmente autosuficiente. Dado que sólo era factible contar con financiación a largo plazo para los bienes y servicios de origen extranjero, resulta imperioso, para no lesionar el objetivo de promover la participación nacional, el aporte transitorio del Tesoro, cuyo retorno comenzaría a producirse a partir de la puesta en operación de la primera central del plan<sup>27</sup>.”

---

<sup>25</sup> Formulario CNEA nro. 176.

<sup>26</sup> Volman de Tanis, (1986) p 56.

<sup>27</sup> Castro Madero y Takacs (1991) p. 101.

La licitación especificaba, en este caso, que la central fuera de uranio natural-agua pesada, y de unos 700 MW de potencia. Solicitaba el mayor grado de desagregación y origen de los componentes, previsión de la participación nacional en la ingeniería de suministros, montaje y puesta en marcha. Además, se pretendía que con esta central la CNEA pudiera participar en la Arquitectura Industrial de la Obra. También en la licitación se solicitaba, aparte, el compromiso para la provisión de una planta industrial de agua pesada que atendiera las necesidades del Plan Nuclear. Esta condición fue decisoria en la adjudicación del proyecto.

El contenido de las ofertas<sup>28</sup> fue analizado por la Comisión de Integración de Industria Nacional (C.I.I.N)<sup>29</sup>, teniendo como objetivo maximizar la participación argentina. El estudio analiza las ofertas desde dos puntos de vista: uno referido a las centrales ofertadas (o sea de Atucha II) y el otro, a las posibilidades que daban los oferentes respecto a la integración nacional con el resto de las CCNN previstas en el Plan Nuclear. Se logra homogeneizar todas las ofertas a través de índices y factores de peso, para poder compararlas y así determinar, por puntajes, la oferta más conveniente.

Los rubros analizados fueron:

1. Participación nacional en la ingeniería;
2. Participación nacional en los suministros;
3. Participación nacional en el montaje y puesta en marcha;
4. Accesibilidad de la tecnología;
5. Programas de transferencia de tecnología;
6. Mecanismos de colaboración con una empresa de ingeniería nacional de centrales nucleares;
7. Condicionamientos de la oferta.

Los cuatros primeros puntos citados arriba están referidos exclusivamente al estudio de las ofertas para la tercer central (Atucha II), los tres restantes, para evaluar las ofertas en función de su influencia sobre todo el Plan Nuclear. No fueron considerados en el análisis rubros como obra civil, transporte y seguros, por considerarse que los aportes de las empresas del país serian del 100%.

### *V.2 La adjudicación y construcción de la central*

El análisis citado en el punto anterior dio resultados bastantes similares para las ofertas, pero resultó adjudicataria la empresa alemana Siemens KWU. Una de las razones, para esta decisión, fue sin duda el compromiso que la empresa consiguió de los suizos para la provisión de una planta de agua pasada, considerada “material sensitivo” (ver cita 24).

---

<sup>28</sup> Para la isla nuclear hubo ofertas de Siemens KWU (que incluía el turbo grupo) y de AECL y dos ofertas, complementarias a la de AECL, para el balance de planta y generación eléctrica.

<sup>29</sup>Aguirre et al (1979).

Queda flotando la repuesta a la pregunta: ¿que hubiera pasado si la elección hubiese caído en el reactor CANDU? Canadá no pudo cumplir con el suministro de la planta de agua pesada porque Argentina no había firmado el TNP. Alemania, a pesar que sufrió las mismas presiones que Canadá, consiguió que la firma Sulzer de Suiza ofreciera la planta que hoy está en funcionamiento en Arroyito (Neuquén).

Hoy hay argumentos a favor de la decisión tomada, que se fundamentaban en la necesidad de mantener abierta las dos opciones tecnológicas que había en ese momento para la línea uranio natural-agua pesada. Comprar, entonces, CANDU hubiera significado sacar del mercado a KWU-Siemens como proveedora de esa tecnología.

Los que defendían la opción CANDU, apoyándose en la mayor facilidad de integración nacional en el suministro de componentes -tener en cuenta que en ese momento se estaba construyendo la central de Embalse<sup>30</sup>- proponían obviar la falta de la provisión de la planta de agua pesada, por parte de AECL. Ellos argumentaban que la CNEA tenía avanzada la construcción de una planta piloto de agua pesada con tecnología de desarrollo nacional y estaba en proyecto el Modulo 80 con el cual se pensaba completar la carga de ese reactor.

El autor interpreta que un nacionalismo a ultranza, vigente entonces en materia nuclear, endureció demasiado las negociaciones con los canadienses.

El Plan Nuclear y el contrato con la Siemens KWU conducen a importantes cambios en los aspectos organizacionales del sistema nuclear. Durante la negociación del contrato se llegó al acuerdo para constituir una empresa -Empresa Nuclear Argentina de Centrales Eléctricas (ENACE)- dedicada a la construcción de CCNN, con un capital del 75% de CNEA y el resto de la empresa proveedora de tecnología (KWU). Esta organización garantizaría que la dirección de las obras, hasta el final del plan nuclear, quedaba en manos de ENACE. Además, al tiempo que aumentaría la participación nacional en ENACE, con cada una de las centrales que se construiría, las acciones de la KWU irían disminuyendo, hasta extinguirse con la decisión de la IV central del Plan o no después del año 1995.

ENACE fue una empresa que llegó a contar con más de 600 empleados, casi todos profesionales y técnicos. Su sede era un edificio propio, en la “city” de la ciudad de Buenos Aires con una superficie superior a los 3000 m<sup>2</sup>. Tenía un presidente elegido por CNEA y cuatro Directores, dos de CNEA y dos de KWU. Llegó a manejar centenares de contratos simultáneamente.

En su organigrama había una Dirección de Promoción Industrial, cuyo objetivo eran la promoción e integración de la industria local para el Plan Nuclear vigente. Contemplaba además la gestión de

---

<sup>30</sup> El sistema de calidad de la empresa Siemens KWU era muy riguroso y en consecuencia, el número de empresas que cumplían con el ranking que se había establecido con el cuestionario citado mas arriba, fue menor. Al firmarse el contrato con la KWU se esperaba que para Atucha II, la participación nacional fuera sólo del 40%.

los contratos de transferencia de tecnología desde las empresas licenciantes extranjeras, a los proveedores argentinos. Se firmaron, entonces, contratos de licencia para válvulas, esclusas, bombas, grúas, servicios de montaje, etc.

Asumía, a su vez, la responsabilidad de la precalificación de empresas futuras proveedoras, la armonización de normas, la coordinación de los planes de garantía de calidad y además, administraba la documentación técnica de referencia, etc.

La Gerencia de Transferencia de Tecnología, parte de la Dirección mencionada, administró fundamentalmente, tres grandes contratos de transferencia<sup>31</sup>.

1. El contrato de licencia de Tecnología e Ingeniería entre KWU y ENACE: ELA;
2. El contrato para la tecnología y construcción de los generadores de vapor y presurizadores: TAF-CP, entre la CNEA y el consorcio alemán-austriaco KWU-MAN GHH-VOEST ALPINE;
3. El contrato para la tecnología y construcción de la esfera de contención de la isla nuclear: TAF-ESFERA, entre la CNEA y VOEST ALPINE.

Por otra parte se firmó un contrato con Empresas de Ingeniería Españolas “con el objetivo de concretar acuerdos de prestación de servicios de Ingeniería que complementen los contratos de previsión de tecnología ya suscriptos por la Empresa”<sup>32</sup>. Este acuerdo fue transferido a la empresa privada Industria Mendoza Pescarmona SA (IMPSA), que construyó los generadores de vapor.

1. El contrato ELA estaba contemplado en el ANEXO II del Acuerdo de Accionistas CNEA-KWU. “De acuerdo al mismo, ENACE deberá recibir toda la tecnología de ingeniería necesaria para alcanzar capacidad independiente de diseño de sistemas, diseño básico de componentes, construcción, montaje, puesta en servicio, dirección de proyecto (funciones de arquitecto industrial), asistencia a la operación y mantenimiento de centrales nucleares con reactores de agua pesada”<sup>33</sup>.

A los efectos de dar una idea de la magnitud del contrato, un promedio de unos 30 especialistas de ENACE estuvieron en Alemania entre 1980 y 1983, y de KWU en Argentina, del orden de cinco delegados, en el mismo periodo. Hacia fines de 1984 se habían transferido, de KWU a ENACE, del orden de 14.000 documentos<sup>34</sup>. Con motivo del contrato de transferencia de tecnología, que entró en vigencia en julio de 1982, se transfiere, paulatina pero aceleradamente, la ingeniería a ENACE. El año 1983, el total de horas hombre de ingeniería alcanzaron aproximadamente 1.200.000, de esas el 34%

---

<sup>31</sup> Organización de la Ingeniería de ENACE. *ENACE*. Conferencia del 28/29 de diciembre de 1983. Documento no publicado.

<sup>32</sup> Idem cita 32.

<sup>33</sup> Idem.

<sup>34</sup> Esta central es posiblemente la última que se diseña en papel. A partir de entonces la documentación de diseño tiene soporte electrónico.

corresponden a ENACE y el 28% a terceros argentinos, siendo el 38% restante extranjero, principalmente alemán<sup>35</sup>.

2. El contrato TAF-CP fue firmado, como se dijo por CNEA y transferido a ENACE, quien cedió gratuitamente la licencia a la empresa IMPSA. Por este contrato los alemanes cedían los derechos para la fabricación de los generadores de vapor y de los presurizadores de Atucha II. Además el contrato contemplaba un programa detallado de asesoramiento y capacitación de RRHH, a costa del licenciado. Estos gastos fueron principalmente adsorbidos por ENACE. En el contrato de transferencia se previeron del orden de 65.000 h/H para el cronograma normal de fabricación.

IMPSA, con motivo de la entrega de los componentes, hizo especial hincapié en el conocimiento tácito de la empresa, como elemento principal, para haber podido concretar con éxito la construcción de los equipos, resaltando el rol de los soldadores -especialidad crítica en la industria nuclear- que fueron a capacitarse en los talleres europeos del licenciante. También fue apreciada la transferencia de ingeniería básica de los componentes principales de las centrales nucleares, lo que facilitaría la competitividad en futuros eventuales negocios internacionales. IMPSA reconocía, también, la oportunidad que le dio ésta licitación para la compra de bienes de capital, que obviamente serán fundamentales para su posterior posicionamiento en el mercado nacional y externo.

El costo de estos suministros -que como se dijo, involucró además un convenio de asistencia técnica con una empresa española- fue extremadamente alto. En 1980 se había estimado un sobre precio para la fabricación nacional de estos componentes en algo más de cuatro veces respecto al presupuestado por los alemanes. Sara Volman de Tanis dice que el costo real fue órdenes de magnitud superior<sup>36</sup>, lógicamente para el Estado. No hay elementos para evaluar que hubiera pasado si el Plan Nuclear se hubiera completado respecto a la amortización de ese gasto (distribución del costo en varias centrales). También cabe preguntarse, si IMPSA -quien se capitalizó en bienes de capital y en RRHH de este contrato con ENACE, permitiéndole participar exitosamente en posteriores concursos nacionales e internacionales de grandes componentes- devolvió indirectamente al pueblo argentino los privilegios que le otorgó el Estado.

3. El contrato TAF-ESFERA, firmado por la CNEA, fue transferido a ENACE, quien cedió el uso a sus contratistas privados SALCOR CAREN (calderería) y NUCLAR SA (empresa de montaje e ingeniería creada por CNEA durante la construcción de la Central Nuclear de Embalse).

Este contrato establecía la transferencia de la tecnología para la construcción y montaje de la esfera de contención de la central. Delegados argentinos a la empresa Voest-Alpine fueron 18, entre 1980 y 1983, con una ocupación de aproximadamente 9000 h/H hasta fines de 1983.

---

<sup>35</sup> Ryan (s/f).

<sup>36</sup> Voman de Tanis (1986), p 56.

Dado que hasta ese entonces el cronograma de construcción de la central se cumplía estrictamente, fue necesaria la contratación de asistencia especial al licenciante para la dirección de proyecto, para asegurar la calidad del producto final y así terminar la obra en los plazos previstos<sup>37</sup>, lo que significó un considerable sobreprecio al originalmente previsto.

En el momento de mayor actividad de ENACE, el objetivo de la empresa se lo podría resumir con la siguiente cita<sup>38</sup>.

“Con la evolución de esta empresa (ENACE) el país espera completar su potencial nacional para la construcción de sus propias centrales asignando roles claramente definidos a los distintos sectores involucrados: *CNEA limita para sí el rol de cliente y operador, ENACE diseñará las centrales y será arquitecto industrial, y la industria privada suministrará sus componentes (incluidos componentes pesados), hará la ingeniería de detalle y tendrá a su cargo los trabajos de montaje*” (subrayado nuestro).

Se puede deducir, que tal vez involuntariamente, comienza entonces un proceso de “desnuclearización” de la CNEA, vaciándola paulatinamente de su función rectora en el establecimiento de la política núcleo eléctrica y, sobre todo, de su rol de generadora y gestora de la capacidad científica tecnológica en esta materia.

Pero, por otra parte, el proceso de deterioro de la actividad núcleo industrial ya había comenzado. Lamentablemente el fin de la historia de ENCE no fue el esperado<sup>39</sup>, por lo que la trayectoria originalmente pergeñada para la transferencia de tecnología y desarrollo de proveedores quedó interrumpida, primero al iniciarse los atrasos y paralizaciones parciales (1982-1983) y después al detenerse la construcción de Atucha II y la consecuente suspensión del Plan Nuclear. Esto sucedía en el marco de un endeudamiento creciente de la empresa al no poder cumplir con los compromisos de pago firmados con los contratistas, lo que llevó a un aumento de los gastos improductivos.

### *V.3 Otra mirada sobre la transferencia de tecnología y el desarrollo de proveedores.*

Un trabajo<sup>40</sup> solicitado al ing. Jorge Mazza<sup>41</sup>, por la dirección de la CNEA, en el año 1981, aporta algunos otros puntos de vista respecto a la situación que se estaba viviendo en materia de desarrollo de proveedores en el país, precisamente en el momento de la decisión de crear ENCE.

---

<sup>37</sup> Volman de Tanis (1986), p 67.

<sup>38</sup> Ryan (s/f), p 2.

<sup>39</sup> ENACE desaparece al ser absorbida por Nucleoeléctrica Argentina SA en 1995.

<sup>40</sup> Política para la participación de la Industria Nacional, J. Mazza, diciembre de 1981.

<sup>41</sup> El ing. Jorge Mazza (1931-2004) formó parte del grupo fundador de la metalurgia en la CNEA, conjuntamente con J. Sábato. Fue el responsable de la fabricación del combustible para el primer reactor experimental argentino (RA1) y de un elemento combustible para el reactor alemán MZFR (prototipo de Atucha I) en la empresa SIAM. Fue miembro del departamento de desarrollo de ALUAR, asesor del Poder ejecutivo en CyT, responsable por parte de CNEA en la ingeniería del reactor CAREM.



Mazza opinaba que el rol fundamental de la CNEA era el de la generación de conocimiento y el de su transferencia al sector productivo. Es lógico que este pensamiento coincidiera con el de Jorge Sábato, que ya lo había expresado concretamente 10 años antes con motivo de la construcción de Atucha I<sup>42</sup>. En el documento se recalca la necesidad que la política industrial de la institución fuera una sola que abarcara a toda la actividad de la CNEA<sup>43</sup> (incluida, por ejemplo la producción de radioisótopos).

El autor promueve la participación de la industria no sólo como proveedora de componentes, sino también en el campo de los servicios de ingeniería, construcciones, consultoría, comercialización, promoción; para él, el compartimiento de una industria a la que no se le da cada vez más responsabilidad y se la obliga a enfrentar el riesgo, se vuelve pasivo, frente a un comprador que le hace jugar un rol secundario. Las consecuencias son: el lento proceso de aprendizaje y la poca vocación para la innovación.

También en el informe se destaca la necesidad de encontrar los mecanismos para que la industria abandone su tendencia, en el mejor de los casos, a comprar tecnología en el exterior. Llama a la CNEA a jugar un rol en este sentido, solicitando a las empresas que sean ellas la que se ocupen del desarrollo de productos y procesos sobre la del conocimiento transferidos por la CNEA o directamente a contratarlos, a los desarrollos -a esa u otra empresa- cuando no son de incumbencia directa de la Institución. Ya entonces Mazza, establece la necesidad de crear empresas de base tecnológica. Pone en primer plano el proceso de generación de conocimiento tácito, que se genera en la empresa cuando encara nuevos proyectos sobre la base de desarrollos propios. Estos conocimientos son luego fundamentales para poder absorber tecnologías más complicadas necesarias para posteriores desarrollos o suministros. Plantea claramente la contradicción entre desarrollo lineal y tener la capacidad de resolver el problema del entorno productivo.

Pone la atención en la continuidad de los procesos, en el financiamiento de los desarrollos no previstos por los organismos de crédito. Alerta sobre los manejos de los fondos como factor de poder, en vez de contratar a terceros todo lo que se pueda.

---

<sup>42</sup> "...Si hoy queremos diseñar el núcleo de un reactor o la física del núcleo de un reactor, solo lo podemos hacer en la CNEA. El ideal sería que dentro de 15 años licitemos entre 3 ó 4 estudios de ingeniería (argentinos)..." Entrevista a Sábato. Idem.

<sup>43</sup> El plan nuclear, caracterizado por su exitosa continuidad, se formula bajo la dirección de Oscar Quihillalt para el periodo 1967-1977 y actualizado para el periodo 1970/80, se centraba en cinco objetivos principales: 1) Contribución a la solución de la demanda eléctrica, 2) desarrollos de los recursos para la fabricación de los elementos combustibles, 3) promover la aplicación de los radioisótopos y de las radiaciones, 4) crear una estructura científica tecnológica con capacidad propia de realización en el campo nuclear y 5) asegurar la protección de la población en lo referente a los peligros de las radiaciones. Coll y Radicella (2000). Recientemente un trabajo coreano sobre la influencia en la economía de la actividad nuclear en ese país -cuyo desarrollo fue vertiginoso- analiza en pie de igualdad la contribución del aporte núcleo energético como el debido a la producción y utilización de los radioisótopos. *Assesment of nuclear technologies' Contribution to Economic development: The Korean Case Study*. (2005).

Llama al desarrollo de la capacidad de compra en el extranjero, al seguimiento del proceso de fabricación, a la capacidad de inspección. Sin embargo reconoce que no se puede llegar al dominio del *know how* sin el aporte del esfuerzo propio y que “es la participación de la empresa nacional insustituible para una efectivización más acelerada de ese objetivo”.

Vuelve concretamente sobre la no delegación de CNEA, por ejemplo, en lo referente a la documentación técnica, procesos de fabricación, licencias o *know how*. Se llama la atención sobre licitaciones muy fraccionadas. Todas razones que minan la actitud empresaria de asumir la responsabilidad en compras de gran volumen y de gran complejidad tecnológica.

Mazza analiza varias posibles relaciones contractuales entre el poseedor de la tecnología y la empresa para mejorar la transferencia. No ve con buenos ojos la creación de empresas “para-estatales” asociadas con el oferente. Dice, paradójicamente, lo siguiente: “Esta solución tiene el inconveniente que en el mejor de los casos no ayuda al desarrollo de la industria nacional ya existente. Solo la reemplaza por una actividad del estado”.

Hubo, entonces, un llamado de atención a la estatización a ultranza de la tecnología y de la construcción de CCNN, recomendando no apartarse de la línea histórica que había dado origen a la actividad industrial para la utilización de la energía núcleo eléctrica comercialmente. Además, deberá tenerse en cuenta que la ideología económica vigente en ese momento en el país, era exactamente la contraria de la que se propugnaba desde la estructura de ENACE.

No se puede dejar preguntar, naturalmente con la perspectiva del tiempo transcurrido, si un Plan Nuclear más modesto, capaz de adaptarlo a las cambiantes situaciones imperantes<sup>44</sup>, siguiendo el modelo propuesto por Mazza, no le hubiera dado continuidad al exitoso desarrollo nuclear de las décadas anteriores.

## **VI. Los elementos combustibles**

A pesar que los elementos combustibles no son componentes que formen parte, obligatoriamente, de la compra de una central nuclear, tienen una importancia fundamental. Primero, porque es el suministro más sofisticado para garantizar el funcionamiento del reactor todos los días; segundo, porque no son una *commodity* y tercero porque, en particular para Argentina, representaron un factor clave en el desarrollo nuclear.

---

<sup>44</sup> Sábato (1974) pág. 17. Sábato ya había desarrollado este tema: la capacidad a adaptarse para hacer CyT en situaciones de inestabilidad de los “países en vía de desarrollo”, sin esperar que la política pública resuelvan los problemas.

Como se dijo, desde 1958, los combustibles para el RA 1, el primer reactor de investigación, fueron construidos en la Argentina y ello tuvo un rol preponderante en el desarrollo de la metalurgia en la CNEA.

La central Atucha I se compró con la carga de los elementos combustibles (EECC), pero la decisión de fabricarlos en el país estaba tomada antes de la compra de la usina. Durante la instalación de la central, y dentro de un convenio con la empresa SIAM, se fabricó un EC del reactor alemán MZFR, que era el prototipo de la central de Atucha I. Lamentablemente el acuerdo con SIAM cae. Posteriormente son los técnicos del Centro Atómico Constituyentes (CAC) los que fabrican otro elemento combustible MZFR que es irradiado en el reactor y al cual se lo somete a las pruebas de post irradiación en Alemania. Simultáneamente un grupo de técnicos del CAC se traslada a la fábrica alemana RBU para participar en la inspección de los combustibles que irían a la CNA I, entrenarse en las técnicas de producción y estudiar el *lay out* de la fábrica. Se acuerda entonces la venta de la tecnología de fabricación de estos combustibles, cuyo valor vino incorporado en la maquinaria que RBU vendió a la CNEA. Durante las pruebas en frío de los combustibles alemanes en la central de Atucha I, se verifica un error de diseño. Son los tecnólogos argentinos, conjuntamente con los alemanes los que analizan y resuelven el problema.

Se instala en el CAC una planta piloto con el equipamiento adquirido donde se ponen a punto las técnicas de fabricación. Simultáneamente, CNEA diseña y construye la planta industrial de EECC para la central de Atucha I, en el predio del Centro Atómico Ezeiza, donde se transfiere el equipamiento de producción y el personal entrenado. Para la operación de la planta se llama a una licitación, para la búsqueda de un socio argentino, con el objeto de constituir una empresa mixta. Así se crea en 1982 CONUAR SA, formada por los socios CNEA-Pérez Companc, donde este último es el operador industrial. El caso de la fabricación del combustible para la CNE, es distinto. Estos son diferentes de los de Atucha I. La transferencia de tecnología, que estaba pactada originalmente con empresas canadienses, no se pudo llevar a cabo (ver cita 24). La tecnología tuvo que ser desarrollada íntegramente en el país. En la CNEA, con colaboración de la empresa INVAP se desarrollaron los equipos y los procesos para la fabricación. Algunos de las maquinas construidas, posteriormente fueron fabricadas para la exportación. El desarrollo de este combustible se llevo adelante en los laboratorios de la CNEA y en las instalaciones de CONUAR. Se inicia la fabricación en serie de los EECC tipo CANDU en CONUAR, en el año 1988.

Otra fase muy importante en la adquisición de la capacidad para el dominio de la tecnología de los EECC esta relacionada con los desarrollos para la fabricación de los elementos estructurales de los combustibles, a partir de la aleación a base de circonio: Zircaloy 4. Se estudiaron también los procesos relacionados con la producción del circonio. Por razones económicas, debidas al tamaño del mercado,

se decidió llevar a la etapa de producción sólo la fabricación de las vainas y otros componentes, no así la obtención de la materia prima, la llamada “esponja de circonio”.

Los bienes de capital, al menos una parte importante de ellos, fueron adquiridos a proveedores extranjeros<sup>45</sup>. Para llegar al dominio de la tecnología fue necesario pasar por la etapa de planta piloto. El actor fundamental de los desarrollos fue la CNEA. También participó la empresa INVAP en la puesta a punto de los procesos y diseño y construcción de máquinas. Desde el año 1986 se fabrica industrialmente las vainas y otros componentes estructurales, en la empresa mixta FAESA, propiedad de la CNEA y CONUAR.

Desde el inicio de la producción nacional de los EECC, se han realizado importantes desarrollos que han incidido fuertemente en la disminución de los costos de fabricación, que contribuyeron a la competitividad de la energía eléctrica de origen nuclear. CONUAR y FAESA, en los más de 25 años transcurridos desde la creación de la primera, han mantenido una *performance* dentro de los niveles internacionales.

## **VII. La compra de tecnología y la industria nuclear**

Para tener una idea de cuanto representaba la compra de tecnología en el exterior, se recurre al siguiente análisis: Hasta fines de 1984 los contratos en el Registro de Contratos de Transferencia de Tecnología, sumaban 954, distribuidos entre 13 sectores industriales<sup>46</sup>. De ellos sólo 22 eran de la industria nuclear. Esta relativa baja cantidad de licencias se puede interpretar, dado el desarrollo que había alcanzado esta actividad entonces, adjudicándole a buena parte de la tecnología nuclear el carácter de propio, o como producto de negociaciones no onerosas con el proveedor por la transferencia de la tecnología.

Cuando se realizó el análisis del CFI<sup>47</sup> participaron en la confección del mismo 26 empresas. Durante el auge de la construcción de Atucha II (1982-1983), había una lista de proveedores argentinos correspondientes a 113 empresas. Muchos de ellos eran socios de la Asociación Argentina de Tecnología Nuclear (AATN), que intentó convertirse en la “cámara de la industria nuclear”.

Estos datos tienen solo un valor cualitativo, porque entre las empresas hay algunas corporaciones y otras que son PyMEs y seguramente falta un número importante de ellas a las listas que están en poder del autor de este trabajo.

---

<sup>45</sup> Máquinas claves para la fabricación de las vainas se compraron a la URSS.

<sup>46</sup> Voman de Tanis (1986), p 69.

<sup>47</sup> Wortman, Quillalt (h) (1974).

## VI. A modo de conclusión

Es innegable el éxito en el desarrollo de proveedores que se alcanzó con la construcción de las dos primeras CCNN. Ello se debió, fundamentalmente, a la claridad de las ideas que encerraba la teoría del desarrollo sintetizada en el pensamiento de Jorge Sábato, a la toma de decisiones audaces y heterodoxas y a la continuidad del equipo científico técnico responsable desde el estudio de factibilidad de Atucha I, hasta la construcción de Embalse. Más aun, desde la fundación de la CNEA en 1950, esta se caracterizó por una continuidad y consecuencia en la concepción estratégica de la utilización de la energía nuclear como una herramienta para el desarrollo económico social del país.

Dentro de este marco hubo un respeto por el conocimiento y por el esfuerzo en acrecentarlo. Se logró una cierta autonomía en el manejo de la institución, que permitió garantizar la citada continuidad de objetivos a pesar de los avatares de la política y de la economía nacional. A la luz de los años pasados desde ese entonces, parece oportuno destacar que más allá de las convicciones, hubo un enorme esfuerzo de trabajo y una gran responsabilidad en el cumplimiento de las funciones emanadas de los cargos de funcionarios públicos.

Hay un punto de quiebre, de acuerdo al criterio del autor, que se puede situar con el lanzamiento del Plan Nuclear en 1979 (Decreto 302). A partir de entonces las exigencias de las obras, los cronogramas, la magnitud monetaria involucrada, las urgencias que conducían a consultar al proveedor de la tecnología antes que a la búsqueda de la solución propia, hicieron perder de vista uno de los objetivos fundacionales que inspiró la construcción de CCNN en el país: el desarrollo tecnológico autónomo de la industria nacional.

Para dar una idea del esfuerzo que representó y que hubiera significado para el país, llevar a cabo el Plan Nuclear de las cuatro centrales, se reproduce lo escrito por el Dr. Raúl Boix Amat<sup>48</sup>, quien fuera presidente de la Asociación Argentina de Tecnología Nuclear:

“En 1980 una firma local contratista de la CNEA evaluó la viabilidad financiera del plan nuclear promulgado el año anterior, y encontró que la misma dependía de cuatro condiciones:

- Que la CNEA pudiera concentrar en este plan no menos del 90 % de sus recursos presupuestarios;
- Que el presupuesto anual mantuviera el solicitado para 1981 en términos de porcentaje del producto bruto interno;
- Que este creciera por encima del 5 % anual durante el resto de la década; y
- Que se obtuviera, en el mismo período, una inversión privada genuina en el plan, no inferior al 10 % del monto global de las inversiones previstas”.

No puede dejar de preguntarse porque no se redimensionó esta actividad frente a las claras señales, políticas y económicas, que daba la realidad del país. La vorágine de estas grandes obras con las consecuentes dificultades financieras de entonces, se constituyeron en objetos codiciados por la llama-

---

<sup>48</sup> Boix Amat (1993), p. 19.

da “patria contratista”. La obra de Atucha II se convirtió en un sumidero de fondos, que solo servían para pagarles los supuestos improductivos a los grandes contratistas.

Esta situación no se modificó con la llegada de la democracia. La puja distributiva -en todo caso- la empeoró. No se tomaron acciones de fondo para darle un corte ni a los aspectos contractuales, ni a la realidad económica financiera de la empresa ENACE, ni a la búsqueda de nuevas formas tecnológicas y organizativas para avanzar en la terminación de las obras.

El descubrimiento del yacimiento de Loma de la Lata y posteriormente el accidente de la central nuclear de Chernobyl, completaron el cuadro de parálisis, pero más correcto sería decir que la obra quedó en estado latente. Pero esto no significa que no haya insumido importantes costos.

Por último cabe preguntarse cuál fue la influencia de ENACE sobre la capacidad en la ingeniería nuclear de la CNEA y sobre su rol en la definición de las estrategias para el sector núcleo eléctrico argentino

## Bibliografía

- 📖 Aguirre E. J. et al (1979); *Participación Nacional en la Central Nuclear Atucha II y Plan Nuclear*, C.I.I.N., julio (informe no publicado).
- 📖 *Assessment of nuclear technologies' Contribution to Economic development: The Korean Case Study*. A joint study of IAEA and Ministry of Science and Technology (MOST) in the Republic of Korea (2005)
- 📖 Baéz J. et al (1973); "Participación de la industria argentina en la Central Nuclear Atucha y Futura" *CNEA* 354.
- 📖 Boix Amat, R. (1993); *50 años de energía nuclear*. Boletín informativo Techint, nro. 273, Enero-Marzo.
- 📖 Castro Madero Carlos y Takacs Esteban (1991); *Política Nuclear Argentina. ¿avances o retrocesos?*, Ed. El Ateneo.
- 📖 Hurtado de Mendoza, Diego (2005); "De los "átomos para la paz" a los reactores de potencia. Tecnología y política nuclear en la Argentina (1955-1976)". *Revista interamericana de ciencia y tecnología*, nro. 4, vol. 2.
- 📖 Martin, Jean-Marie (1969); "El papel posible de la industria nuclear en la consolidación de la industria argentina". *Desarrollo Económico*, vol. 9, nro. 34.
- 📖 Mazza, Jorge (1981); "Política para la participación de la Industria Nacional", *CNEA*, Informe interno. Diciembre.
- 📖 Ryan, A. (s/f); "Transferencia de tecnología para ingeniería de centrales nucleares. Condiciones Necesarias, implementación, mecanismos posibles. Experiencia de ENACE", *ENACE SA*, Documento de circulación interna.
- 📖 Sábato, Jorge (1970); *Revista Ciencia nueva*, año 1, nro. 1.
- 📖 Sábato, Jorge y Botana, Natalio (1970); "La ciencia y la tecnología en el desarrollo de América Latina". *Tiempos Latinoamericanos*, Ediciones Universitarias, Santiago de Chile.
- 📖 Sabato, Jorge (1974); "Atomic Energy in Argentina: a Case History", *Programa de Transferencia. Fundación Bariloche*, Río Negro, Argentina.
- 📖 Sabato Jorge, Wortman Oscar, Gargiulo Gerardo (1978); "Energía atómica e industria nacional", SG/P.1, PTT/47. *OEA*.
- 📖 Volman de Tanis, Sara (1986); "Desarrollo del mercado nuclear argentino y de sus proveedores", *CNEA-NT* 23/86.
- 📖 Wortman, Oscar et al (1969); "Grandes componentes de centrales nucleares". Catalogación biblioteca CAE, *CNEA*: 08.69.05.

📖 Wortman, Quihillat (h) et al (1974); “Centrales nucleares en la Republica Argentina. Su tecnología y su impacto regional”, *CFI-CNEA*, CNEA T35/137.