

ASOCIACION ARGENTINA DE HISTORIA ECONOMICA
UNIVERSIDAD NACIONAL DE TRES DE FEBRERO

XXI JORNADAS DE HISTORIA ECONÓMICA
Caseros (Pcia. de Buenos Aires)
23–26 de septiembre de 2008

ISBN: 978-950-34-0492-8

Estilos socio-técnicos en el sector nuclear argentino. Crisis y sustentabilidad*.

Santiago Harriague ¹, Domingo F. Quilici ² y M. Mónica Sbaffoni ³
Comisión Nacional de Energía Atómica
Av. Libertador 8250
1429 Buenos Aires – Argentina

Correo electrónico: 1 harriag@cnea.gov.ar 2 quilici@cnea.gov.ar 3 sbaffoni@cnea.gov.ar
Teléfono: 011 – 4704 - 1054

Mesa General 15: Historia de las innovaciones y las tecnologías

Resumen

Entre las décadas del 60 y del 80, dentro de un marco político estratégico regional influenciado por la teoría del desarrollo, y con el objetivo de alcanzar autonomía tecnológica en un país periférico, se concebía a la industria nuclear como “industria industrializante”.

La historia de las siguientes décadas en nuestro país puso en crisis las concepciones que habían fundamentado y aportado solidez al desarrollo nuclear argentino: mercado global y no autonomía tecnológica, desindustrialización y no industria industrializante, fuerzas de mercado y no papel promotor del Estado.

Paralelamente, temores por la seguridad de las centrales (Chernobyl), un giro decidido hacia los combustibles fósiles en un mundo de gas económico y abundante, y la falta de conciencia del cambio climático global, desaceleraron o detuvieron la actividad nucleoelectrica en varios países centrales, especialmente en occidente.

En este nuevo contexto, la actividad nuclear nacional entró en una etapa de declinación que implicó la cancelación de sus proyectos más significativos, con la consiguiente pérdida de rumbo y debilitamiento de capacidades técnicas.

* Este trabajo refleja las opiniones personales de los autores. No debe ser considerado un documento oficial o expresión de políticas institucionales.

Sin embargo, o a pesar de ello, parte de las dotaciones desarrolladas previamente permitieron continuar con una generación nucleoelectrica sustentable, aún en un contexto de mayores exigencias a nivel internacional, tanto en cuanto a la seguridad como a la necesidad de disponer de capacidad técnica propia.

El objetivo de este trabajo es mostrar, a través de la historia de la nucleoelectricidad en Argentina en los últimos veinticinco años, cómo el característico estilo socio-técnico desarrollado en la primera época se adaptó a las nuevas circunstancias, funcionó con una nueva dinámica y ayudó al sector a sostenerse a pesar de los vaivenes, permitiendo hoy replantearse el crecimiento de la actividad.

1. Introducción

La relación tecnología – medio social e histórico no es lineal ni de tipo causa-efecto, sino que ambos se construyen mutuamente a medida que evolucionan [1]. Así como los cambios sociales e históricos determinan cambios tecnológicos (por ejemplo el desarrollo del capitalismo comercial derivó en la revolución industrial), los cambios tecnológicos determinan cambios sociales (por ejemplo las TICs motorizando cambios de patrones culturales).

La historia del sector nuclear argentino es un claro ejemplo de la evolución de estas construcciones mutuas a lo largo de más de medio siglo, en un contexto caracterizado por cambios radicales en lo político – económico- social tanto a nivel nacional como internacional.

Después de varios años de crisis y debilitamiento, hoy la energía nuclear está viviendo un renacer en diversos países, tanto centrales como periféricos. Algunas razones de este renacer son comunes a distintos tipos de naciones: crisis energética, cambio climático global, disminución de reservas y aumento de precios de petróleo y gas (sumados a la inseguridad y conflictos bélicos derivados de políticas para su control), y desarrollos científicos, innovaciones y experiencia acumulada que permiten garantizar la seguridad de las centrales nucleares y proponer soluciones técnicas a la gestión de los residuos radiactivos.

En el caso de varios países periféricos, y de Argentina en particular, la generación nucleoelectrica renace como uno de los componentes de un nuevo “mix” de fuentes de generación eléctrica que permitan dar sustentabilidad a la satisfacción de la creciente demanda, al no depender críticamente de una sola de dichas fuentes y de sus fluctuaciones generalmente fuera del control nacional.

El presente trabajo pretende abordar las relaciones entre el estilo socio-técnico del sector nuclear argentino y la sustentabilidad de la energía nuclear en nuestro país. No es su propósito analizar la sustentabilidad de la energía nuclear en forma genérica, sino enfocarla desde la posición de un país en vías de desarrollo como Argentina. .

Resulta entonces necesario definir, siempre desde nuestra perspectiva de actores de un país periférico, qué entendemos por “sustentabilidad” y por “estilo socio-técnico”.

2. Estilo socio-técnico y sustentabilidad

2.1 Estilo socio-técnico

El concepto de estilo socio-técnico permite describir las construcciones mutuas entre la tecnología y el medio social e histórico en que se desarrolla, y se deriva del concepto de estilo tecnológico.

El análisis de las relaciones entre tecnología y medio social e histórico nació en la arqueología y la antropología durante la década de 1940, cuando Leroi-Gourhan [2] introdujo la noción de “cadena operacional”, entendida como el conjunto de procesos mediante los cuales se seleccionan, conforman y transforman materias primas en productos culturales utilizables. Para Lechtman [3] el estilo tecnológico está conformado por la unión, a través de relaciones complejas, de modos técnicos de operación, actitudes hacia los materiales, organización específica del trabajo y aspectos rituales.

Los arqueólogos y antropólogos que han utilizado el concepto de estilo tecnológico parten de la idea de que la tecnología es una manifestación de elecciones sociales e ideologías. Edens [4] por ejemplo, sostuvo que estilo tecnológico se refiere a secuencias operacionales, muchas veces inconscientes, que estructuran una tecnología; como estas cadenas operacionales pueden variar mucho en sus detalles, la elección de una en particular se convierte en una forma de expresar identidades culturales características de la sociedad.

Hughes [5], historiador de la tecnología, aplicó este concepto a las sociedades actuales; sostuvo que el estilo tecnológico depende de la transferencia entre sectores de la sociedad, y que la adaptación a un nuevo ambiente culmina en un estilo particular para dicho ambiente.

El concepto de estilo socio - técnico, en cuanto expresión de las interconexiones entre la tecnología y el medio social e histórico en que se desarrolla, ha sido derivado por Thomas [1] del de estilo tecnológico de Hughes, definiéndolo como:

“Forma relativamente estabilizada de producir tecnología y de construir su “funcionamiento” y “utilidad”

Según este autor, un estilo socio-técnico supone complejos procesos de adecuación de respuestas tecnológicas a concretas y particulares articulaciones socio-técnicas históricamente situadas, dentro de la visión de Hughes [6] de que “la adaptación al entorno culmina en estilo”.

En lo que sigue, se entenderá por estilo socio-técnico a este conjunto de valores, metodologías, formas organizacionales y de trabajo, evidenciado en la producción de tecnología en un cierto contexto histórico.

2.2. Sobre el concepto de Sustentabilidad

En los últimos años se han intensificado los análisis, planteos e inquietudes sobre “sustentabilidad” y sobre el agotamiento de recursos, tanto energéticos como alimentarios. Estas inquietudes obedecen tanto a la creciente conciencia sobre las consecuencias socio-ambientales del desarrollo como a los aumentos de precios de los combustibles, alimentos y otras “commodities”.

Generalmente se considera la sustentabilidad bajo la definición dada en 1987 por la Comisión de Naciones Unidas sobre Ambiente y Desarrollo¹:

“Desarrollo sustentable es el desarrollo que atiende a las necesidades del presente, sin comprometer la posibilidad de las futuras generaciones de atender sus propias necesidades”.

Dado que el término ha nacido en inglés – “sustainability” – es oportuno recurrir a dicho idioma. El diccionario Webster [7] da la siguiente acepción a “sustain” (sustentar):

Causar que continúe (en existencia o en cierto estado o en intensidad), mantener especialmente sin interrupción, disminución o debilitamiento.

Para que esto suceda en cualquier sector deben darse ciertas condiciones particulares, pero en un área como la de la actividad nuclear, intensiva en conocimiento, en tecnología, hay algunas de ellas que se constituyen en “condición de posibilidad” y son las que tienen que ver con las capacidades de aprender, de absorber y de difundir conocimiento.

Decimos entonces que entendemos como sector nuclear argentino sustentable a una actividad que funcione de modo articulado, con capacidad de aprendizaje y resolución de problemas, buscando el desarrollo social y humano, y respetando criterios de eficacia en la

¹ Usualmente llamada “Comisión Brundtland”.

utilización de recursos y de protección del ambiente como un todo, con el fin de mejorar la calidad de vida de hoy sin comprometer las posibilidades de las futuras generaciones.

2.3 Sustentabilidad en el sector nuclear

La energía nuclear tiene la característica de que las actividades de una central se extienden por un tiempo muy prolongado, del orden de 100 años desde los estudios de factibilidad, construcción, operación, cierre, hasta su desmantelamiento para restaurar el emplazamiento a condiciones ambientales que permitan otros usos. La actividad involucra a varias generaciones; al mismo tiempo, si no se mantiene “sin interrupción, disminución o debilitamiento”, los efectos económicos, los riesgos a la población y al ambiente pueden ser sufridos por más de una generación.

Existen visiones muy diferentes sobre las condiciones necesarias para la sustentabilidad de un programa nucleoelectrico, siempre considerando los términos expresados por el Organismo Internacional de Energía Atómica: “*el desarrollo sustentable se refiere a aumentar capacidades y abrir opciones – no a cerrarlas*” [8].

Posiblemente la expresión más cabal y explícitamente formulada de la posición prevaleciente en círculos de los países centrales es el programa GNEP (Global Nuclear Energy Partnership) lanzado por el presidente Bush, y al cual han adherido otras 19 naciones, incluyendo a la mayoría de los “grandes” en el área nuclear, como Estados Unidos, Francia, Japón, la Federación Rusa, el Reino Unido, Canadá y la República de Corea.

GNEP tiene como objetivo desarrollar una nueva línea de centrales nucleares que permitan que el vendedor entregue la central y su combustible, el cual una vez utilizado será retirado por el país vendedor, donde será procesado. El foco de esta iniciativa es evitar la proliferación de materiales potencialmente peligrosos. De esta forma los países compradores quedarían inhibidos de manejar el combustible, enriquecer o reprocesar, con lo cual desaparecerían los riesgos de proliferación nuclear pues no manejarían materiales eventualmente utilizables en el desarrollo de armas nucleares. Pero al mismo tiempo, los compradores quedarían en situación de total dependencia del vendedor durante la vida de la instalación, planteada en el orden de 60 años.

No se refuerza en esta posición la necesidad de poseer capacidades propias ni la conveniencia de contar con campos propicios para el aprendizaje. Este modelo responde al contexto y visión propios de las naciones con alto nivel de desarrollo, donde las capacidades tecnológicas e industriales y la cultura técnica existentes hoy en la sociedad

ofrecen alternativas en caso de interrupciones del suministro por distintas razones, hecho cuya ocurrencia no puede descartarse durante un período de muchas décadas.

GNEP y esquemas similares parten del “supuesto implícito” de que nada va a cambiar durante 60 años. Pero la historia de los últimos 60 años ha visto desaparecer empresas y tecnologías, nacer y morir alianzas y enfrentamientos, cuando no naciones. Surge por lo tanto el riesgo de que tales niveles de dependencia, con tan débiles garantías de suministro, ofrezcan bases escasas a la sustentabilidad de la generación nucleoelectrónica en un país periférico.

Hay además otro aspecto a ser considerado. En varios países en vías de desarrollo la historia ha mostrado que la introducción de la energía nuclear ha generado efectos de derrame, potenciando el desarrollo tecnológico, industrial y de capacidades humanas. La dependencia subyacente en GNEP limitaría seriamente esta posibilidad.

Se comprenden entonces las palabras del Dr. M. ElBaradei, Director General del Organismo Internacional de Energía Atómica y Premio Nobel de la Paz [9]: *la clave para la sustentabilidad de la energía nuclear es desarrollar la necesaria infraestructura industrial y de recursos humanos.*

Frente a esta visión de la sustentabilidad en países centrales, en este trabajo se defiende, ejemplificándola con el caso argentino, una cualitativamente opuesta y que fuera expuesta clara y sintéticamente por Jorge Sábato² hace más de 30 años. Este pensador y tecnólogo definió las condiciones requeridas para sustentar un programa nuclear [10]:

“Las dos decisiones principales que deben adoptarse para establecer un programa de energía nuclear sustentable en un país en vías de desarrollo son construir una capacidad autónoma de toma de decisiones, y desarrollar la necesaria infraestructura científica-tecnológica – industrial requerida para la utilización social óptima de la energía nuclear”.

Consideramos que estos conceptos generales mantienen su validez aún en un mundo teóricamente globalizado, si definimos claramente que entendemos por hoy por autonomía tecnológica, en tiempos y contextos nacionales y regionales muy distintos de los vigentes en la década del 70.

Como se dijo, este trabajo intenta relacionar estilos socio-técnicos y sustentabilidad de la energía nuclear en un país periférico. La categoría de país periférico es muy amplia, abarcando naciones con distintos niveles de bienestar y desarrollo. Sin embargo, y con distintas graduaciones, estos países comparten determinadas condiciones: insuficientes

² Sabato, prolífico estudioso de las relaciones entre Ciencia, Tecnología y Sociedad, fue figura de peso en la conducción de CNEA entre 1955 y 1970.

recursos humanos calificados, poca disponibilidad de tecnología e infraestructura industrial endeble o al menos incompleta. Además comparten, en distintos grados, inestabilidad, frecuentes crisis políticas, sociales y financieras, economías eventualmente basadas en el sector primario, débil cultura tecnológica y sistemas educacionales inadecuados, lo que suele provocar que muchos programas y proyectos queden interrumpidos.

En estas condiciones, un programa de energía nuclear debe contribuir a ir creando sus propias condiciones de sustentabilidad, lo que demanda un proceso de construcción de capacidades y habilidades paso a paso. Estas capacidades deben concentrarse principalmente en tres áreas: recursos humanos, autonomía tecnológica y base industrial [11].

Los recursos humanos deben poseer la formación básica y la orientación a la resolución de problemas que permitan no sólo capturar los conocimientos que el vendedor de la central y mecanismos de cooperación internacional puedan ofrecer, sino también mantener la operación en forma eficiente y segura enfrentando y resolviendo las eventualidades y nuevos requerimientos que puedan surgir durante la larga vida de la instalación. Su desarrollo también contribuirá a elevar el nivel científico-tecnológico del país.

La demanda de autonomía tecnológica puede parecer poco realista, para no decir innecesaria, en el actual mundo globalizado. Pero autonomía tecnológica significa, a nuestro entender, tener la capacidad para gestionar y controlar toda la tecnología que fluye a través del sistema. Significa tener los conocimientos e infraestructura para decidir qué se va a desarrollar y producir localmente, qué- por qué- cómo – de dónde se debe importar, y con quién, para qué y bajo qué condiciones conviene asociarse. No se trata por lo tanto de un concepto “autista” según el cual sólo se utilizará tecnología doméstica, y todo debe ser diseñado y producido en el país, sino de independencia de criterios y utilización inteligente de los recursos. La necesidad de una base industrial surge del hecho de que durante la larga vida de una central nuclear pueden- y la experiencia mundial muestra que es así- ocurrir distintas eventualidades. Pueden surgir incidentes operacionales, los proveedores externos pueden abandonar la actividad o resultar inaccesibles, pueden requerirse mejoras por mayores- o distintas- exigencias de seguridad. Cuando las eventualidades se hacen realidad, se necesita responder en forma rápida y eficiente, a fin de minimizar sus efectos negativos y satisfacer las expectativas del público.

Tal como se verá a lo largo de este trabajo, el desarrollo de estas condiciones permitió dar continuidad al sector nuclear argentino durante más de 50 años, más allá de las crisis e inestabilidades.

3. Etapas en la evolución del sector nuclear argentino

La actividad nuclear argentina se inició formalmente en 1950 y se extiende hasta la actualidad. Durante este período ocurrieron cambios significativos de paradigmas y contextos tanto a nivel nacional como internacional, los cuales estimularon, condicionaron y modelaron al sector. A fin de aportar claridad al análisis, se ha optado por realizar cortes temporales, dividiendo dicho período en tres etapas. Los límites de estas etapas pueden considerarse arbitrarios, pero se estima que están definidos por transiciones importantes en el sector nuclear argentino, que lo marcaron y modelaron.

3.1 Creación de capacidades y consolidación

En esta etapa abarcamos desde la creación de la Comisión Nacional de Energía Atómica (CNEA) en 1950 hasta la concreción en 1968 del objetivo de introducir la generación nucleoelectrica en el país, con la firma de los contratos para la construcción de la primera central nuclear. Podría definirse como una etapa de creación de capacidades dentro de una lógica de “aprender haciendo”

En el contexto internacional imperaba la visión positivista sobre el papel fundamental de la ciencia en el desarrollo humano, expresada en el informe “Ciencia, la frontera sin fin” de V.Bush [12] y en la imagen de la energía nuclear como expresión acabada del progreso.

En el contexto nacional transcurría el período de la industrialización por sustitución de importaciones, vocación autonomista y creciente conciencia de la necesidad de desarrollo tecnológico. Con las particularidades de las sucesivas administraciones peronista, desarrollista y radical, se intercalaron períodos de quiebre institucional, gobiernos militares y crisis políticas y económicas.

CNEA nace con el objetivo de utilizar la energía atómica en la generación de energía, sin descuidar otros usos sociales como la salud, dentro de las ideas de tecnocrático que caracterizaron a la época peronista, y en el proceso iniciado de institucionalización del sistema científico-tecnológico nacional [13].

El propósito de introducir la energía atómica surge en forma muy temprana en Argentina. Orienta, con confianza en las posibilidades del país, las sucesivas medidas que

se toman en el área nuclear [14]: declaración del carácter estratégico de los yacimientos de uranio en 1945, inicio de exploraciones de dicho mineral en 1948, creación de CNEA en 1950, convocatoria a los relativamente escasos científicos argentinos a partir de 1951, creación de grupos de trabajo. P. Iraolagoitia, entonces presidente de CNEA, presentó en la Primera Conferencia sobre Usos Pacíficos de la Energía Atómica de 1955 un estudio sobre la situación de la generación eléctrica en el país [15], concluyendo en la conveniencia de introducir la energía nuclear en Argentina.

Se encararon proyectos de complejidad creciente como forma de “aprender haciendo”, y se fomentó el desarrollo de los suministros nucleares que aportarían continuidad al programa.

La ideología y metodología imperantes se ejemplifican en varios de los logros de este período. En 1958 se inauguró el reactor de investigación RA-1, construido en el país, y se vendió el “know how” para la fabricación de su combustible a una empresa alemana. Ocho años después se inauguró el reactor RA-3 [16], de mucha mayor complejidad, diseñado y construido en el país con participación casi exclusiva de la industria nacional; este reactor comenzó a producir radioisótopos que cubrieron (y aún cubren) la mayoría de la demanda nacional, creciente gracias a la política de CNEA de promoción de sus aplicaciones a la salud y la industria. Se descubrieron y explotaron minas de uranio, y se diseñaron y operaron plantas para la conversión del mineral.

Se creó en 1955 el Instituto Balseiro para formación universitaria en física, y se dictaron regularmente cursos de metalurgia y de radioisótopos de alcance regional. En 1961 se creó el Servicio de Asistencia Técnica a la Industria como herramienta de vinculación con la industria metal-mecánica local.

Las capacidades adquiridas hicieron posible el siguiente paso. En 1965, a pedido de la Secretaría de Energía, CNEA estuvo en condiciones de realizar con personal propio el estudio de factibilidad de la primera central nuclear nacional, en lugar de contratarlo a una consultora extranjera como era usual. A continuación CNEA preparó el llamado internacional a ofertas, las evaluó, y en 1968 se firmó el contrato para la construcción de Atucha I, que permitió 40% de participación de la industria local, y una importante dosis de transferencia y difusión de conocimiento, tanto tácito como explícito.

3.2 Grandes obras e industria industrializante.

Una vez tomada la decisión sobre la construcción de Atucha I, comenzó el período de crecimiento acelerado de la actividad nuclear, que se extendió casi hasta mediados de la década del 80.

Durante este período se produjeron fuertes rupturas en el contexto. En lo nacional, hasta el golpe militar de 1976 y más allá de las fuertes convulsiones políticas y sociales ocurridas, las ideas dominantes de la época anterior se habían mantenido en su esencia. El gobierno militar de 1976-1983, a través de la política implementada por su ministro de economía Martínez de Hoz introdujo la primera experiencia neoliberal, con efectos devastadores en el entramado productivo y social.

En el contexto internacional, la política de cooperación en los usos pacíficos de la energía atómica, que había sido el paraguas protector de los intercambios de tecnología, sufrió un quiebre con la explosión de un artefacto nuclear por parte de la India en 1974, iniciándose a partir de ese momento una política de crecientes restricciones y limitaciones que sigue hasta la actualidad, con el objetivo de impedir la proliferación de armas nucleares ... en aquellos países que no las tienen [17].

El Tratado de No Proliferación Nuclear (TNP), firmado en 1968 y al que Argentina –junto a otros países como Brasil e India – no adhirió por su carácter discriminatorio, se convirtió a partir de 1974 en una de las herramientas de dicha política restrictiva. Para reforzar sus alcances, se creó también en 1974 el llamado “Club de Londres” (Nuclear Suppliers Group), integrado por los grandes países poseedores de tecnología nuclear.

En este nuevo contexto, la dictadura militar no sólo mantuvo el programa nuclear sino que lo potenció en forma ambiciosa mediante un plan para construir cuatro nuevas centrales hasta el 2000, así como una capacidad propia para los suministros que requirieran.

La coexistencia contradictoria de la política económica de Martínez de Hoz y el plan nuclear desarrollista y expansionista del gobierno militar se basó, en nuestra opinión, en la potenciación mutua de al menos dos elementos. Por una parte, el sector nuclear había consolidado una sólida trama productiva [18], que permitía a importantes actores del empresariado industrial nacional avanzar tecnológicamente mientras realizaban buenos negocios. Por otra parte, los sectores militares que conservaban el ideario industrialista y que tenían el control de CNEA [19] supieron jugar razones geopolíticas y de prestigio para imponer sus planes.

En este período caracterizado por grandes obras, surgió la necesidad de creación de empresas, como forma de agilizar o viabilizar su ejecución. INVAP S.E. nació en 1976,

como “fábrica de tecnología” para proyectos del plan nuclear. Nuclear Mendoza S.E. en 1977 para tareas de suministro de materiales nucleares. CONUAR S.A. en 1981, en asociación con el grupo privado PECOM, para la fabricación del combustible de las centrales nucleares. ENACE S.A. en 1981, en asociación con la rama nuclear KWU del grupo Siemens, para el diseño y construcción de centrales nucleares.

Esta red productiva nuclear incluyó también a varias empresas privadas, a través de programas de desarrollo de proveedores, capacitación y transferencia de conocimientos impulsados por CNEA. Entre ellas puede citarse a IMPSA, Soteco S.A., Zoloda S.A., Elcomat, Ansaldo Argentina S.A., IECSA S.A., Techint, Astra Evangelista, Nuclar S.A. y Argatom (estas dos últimas consorcios de empresas para ingeniería y montaje de centrales), Salcor Caren, Vialco. La capacitación y transferencia tecnológica recibidas al trabajar en proyectos con estándares demandantes como los nucleares, constituyeron para varias de estas empresas un capital importante a la hora de proyectarse posteriormente al mercado internacional.

Algunos hechos ejemplifican el crecimiento de la actividad durante este período. En 1974 CNEA comenzó a operar la central nuclear Atucha I, y en 1983 la de Embalse, con participación de la industria local en su construcción del 40% y más del 50% respectivamente. Entraron en operación plantas de irradiación, de producción de radioisótopos y de producción de dióxido de uranio. CNEA exportó un centro nuclear a Perú, dotado de un reactor y planta asociada para producción de radioisótopos. En 1982 comenzó a operar la planta industrial de CONUAR, para la fabricación del combustible de las centrales nucleares. INVAP, con el respaldo técnico de CNEA, diseñó y construyó el reactor de entrenamiento RA-6 para la nueva carrera de ingeniería nuclear en 1982, y desarrolló la tecnología de enriquecimiento de uranio en 1983.

En resumen, el sector nuclear argentino, que ahora abarcaba mucho más que CNEA, estaba concretando sus objetivos dentro de la concepción inicial de autonomía tecnológica, industria industrializante, aprender haciendo y sólida formación de base.

3.3 Desfinanciación, grandes cambios estructurales, separación de funciones e intentos de privatización

El contexto nacional a partir de mediados de la década del 80 comenzó a sufrir cambios sustanciales, que junto a los cambios de contexto internacional simbolizados en hechos tales como la caída del muro de Berlín y el “Consenso de Washington” [20], cristalizaron en la política neoliberal de los 90.

Las crisis hiperinflacionarias de fines de los 80, el contexto internacional y una hábil campaña mediática allanaron el camino al neoliberalismo de la década siguiente: apertura irrestricta de la economía, destrucción del aparato estatal, privatizaciones, primacía del sector financiero y desindustrialización.

En el campo nuclear, el accidente de Chernobyl en 1986, un giro decidido hacia los combustibles fósiles en un mundo de gas económico y abundante, y la falta de conciencia del cambio climático global, desaceleraron o detuvieron la actividad nucleoelectrica en varios países centrales, especialmente en occidente.

Las consecuencias de este cambio de contexto se reflejaron en la actividad. El retorno a la democracia en 1983 encontró muy debilitadas las ideas de desarrollo económico – social independiente, industrialización y tecnología como camino al futuro. A partir de la crisis económica de 1981 el ambicioso plan nuclear lanzado durante la dictadura militar había comenzado a sufrir recortes presupuestarios. La desfinanciación se agudizó en la segunda mitad de los 80, lo que generó grandes atrasos en las obras de mayor magnitud en ese tiempo: la central nuclear Atucha II, la planta de producción de agua pesada, la planta piloto de enriquecimiento de uranio y el reactor CAREM. Sin embargo, algunas obras llegaron a concretarse: en 1986 comenzó a operar FAE S.A., empresa de mayoría privada para la producción de aleaciones especiales, continuó la operación de las centrales nucleares, en 1991 se inauguró la Escuela de Medicina Nuclear y Radiodiagnóstico en Mendoza, y en 1993 la planta industrial de agua pesada.

En 1993 el Banco Mundial aconsejó una fuerte reestructuración y privatización del sector nuclear³, que fue implementada el año siguiente.

CNEA, principal actor hasta el momento del panorama nuclear argentino, fue dividida en tres sectores. Con el personal e instalaciones del antiguo sector de Centrales Nucleares, incluyendo las dos centrales en operación, se creó Nucleoelectrica Argentina

³ Algunas recomendaciones del informe “Argentina – From Insolvency to Growth”, The World Bank, Washington D.C., agosto de 1993, son transcriptas en su versión original:

CONICET and Miguel Lillo Foundation should be privatized, resulting in 5.639 positions being abolished from the public sector budget. Research and development activities could be undertaken in public and private universities. The Government could support these activities through specific programs financed by the corresponding ministerial jurisdictions on the basis of their immediate needs and financing requirements. The Government could also consider promoting private sector research development mainly by subcontracting with current CONICET researchers to undertake studies based on jurisdictional needs.

.....
The CNEA should be restructured into business and research units. The power generation should constitute one business unit under the Secretariat of Energy in the Ministry of Economy. Also, the industrial plant for heavy water after completion could constitute another business unit under the same Secretariat. Possible privatization of these units could lead to an eventual savings of 4.236 positions, at an annual cost to the public sector of US\$850 million.

S.A. (NA-SA), en el ámbito de la Secretaría de Energía, a ser privatizada; se suspendieron las obras de Atucha II hasta la llegada del privado, y se disolvió ENACE.

El antiguo sector de Protección Radiológica, Seguridad y Licenciamiento, con su personal e instalaciones, pasó a constituir la base de la Autoridad Regulatoria Nuclear (ARN), en el ámbito de la Secretaría General de la Presidencia, con las funciones de control regulatorio de la actividad.

En el nuevo marco legal de la ley 24804 de la Actividad Nuclear CNEA fue limitada a las funciones de Investigación y Desarrollo y de gestión de residuos radiactivos, dejando de figurar entre sus funciones la realización de actividades productivas. El cambio de temática se evidenció en su cambio de dependencia: de la Presidencia de la Nación, la nueva CNEA pasó a depender de una Secretaría de un Ministerio. Durante más de 10 años no se autorizó el ingreso de personal, ni en su planta permanente ni bajo la forma de contratos. El fraccionamiento, las bajas vegetativas y una política de “retiros voluntarios” indiscriminados, redujeron su personal de casi 6000 personas a aproximadamente 1800, valor que se mantuvo hasta que la política comenzó a revertirse en 2004.

A pesar del achicamiento, aún se pudieron concretar algunos proyectos en ejecución, como la planta industrial de producción de Molibdeno-99 por fisión en 1995, radioisótopo de gran uso en medicina nuclear. Pese al panorama sombrío, continuaron los programas de formación de recursos humanos; la mayoría de los así capacitados, ante el cierre de ingresos a CNEA, pasaron a desempeñarse en universidades, instituciones científico-tecnológicas y empresas nacionales, y varios en la actividad nuclear en el exterior.

La nueva situación se reflejó en las empresas del sector nuclear. INVAP, ante el cierre de los contratos de CNEA, se lanzó a la búsqueda de nuevos mercados para su “tecnología a medida”. A través de un proceso que H. Thomas definió como de “resignificación de tecnologías” [1] diversificó su cartera de productos a áreas tales como la automatización de procesos industriales y equipamientos médicos. Exportó, con el respaldo técnico de CNEA, reactores de investigación a Argelia, Egipto y Australia, convirtiéndose en uno de los pocos proveedores competitivos internacionales de estas instalaciones de alta tecnología. Inició el desarrollo y fabricación de satélites para la Comisión Nacional de Investigaciones Aeroespaciales (CONAE), y de radares para el control de tráfico aéreo nacional, así como una variedad de productos de alto valor tecnológico.

ENACE fue disuelta. CONUAR y FAE, ante la imposibilidad de aumentar su producción de combustibles nucleares, se abrieron a otras producciones y trabajos de

ingeniería tanto para el mercado local como para el internacional. En 1989 se había creado ENSI, como empresa operadora de la planta de agua pesada; las limitaciones de la demanda de dicho producto dada la paralización de las obras de nuevas centrales, la llevaron a realizar trabajos de servicios de ingeniería para empresas del sector de energía, principalmente petróleo y gas [21]. En 1997 CNEA creó Dioxitek S.A., de la cual es único accionista, para la operación de la planta de dióxido de uranio, la cual incorporó posteriormente la producción de fuentes selladas de cobalto.

Las empresas privadas de la trama nuclear abandonaron dicha actividad, lo cual produjo el cierre de algunas, como fueron los casos de Nuclar y Argatom.

La privatización de las centrales nucleares fracasó, pese a los esfuerzos realizados. Aún así, NA-SA continuó con la operación eficiente y segura de las centrales Atucha I y Embalse, a las que introdujo con personal del sector modificaciones tendientes a reforzar su seguridad.

En 2003 CNEA pasó a depender de la Secretaría de Energía, en lo que resultó un anticipo de la decisión de retomar la energía nuclear. La decisión del Gobierno Nacional en 2006 de lanzar un programa nucleoelectrico, del cual la reiniciación de las obras de Atucha II es el primer paso, se ha traducido en nuevos puestos de trabajo en las empresas nucleares nacionales; en julio de 2008 más de 4000 personas de diversas empresas contratistas estaban trabajando en el emplazamiento de la central en construcción.

4. Datos y hechos de los últimos 25 años

Tal como se ha señalado en el punto anterior, la actividad nuclear argentina comenzó a estancarse a partir de mediados de la década del 80, para sufrir posteriormente una ruptura en 1994 con la fragmentación del sector nuclear, el intento de privatización de las centrales nucleares, el abandono de los grandes proyectos y la desarticulación de buena parte de su trama productiva.

Muchos proyectos se suspendieron o avanzaron muy lentamente, y no surgieron nuevos. Las nuevas reglas de juego, y una estructura organizacional basada en centros atómicos que fomentó el localismo, unido a la falta de objetivos integradores, llevaron a una atomización de las actividades de CNEA. Hubo sectores que continuaron trabajando en tecnología nuclear, en áreas vinculadas a la operación de las instalaciones existentes, servicios y desarrollos para las centrales nucleares, soporte técnico a las exportaciones de INVAP, gestión de residuos radiactivos, medicina nuclear, aplicaciones de radioisótopos, por mencionar algunas. La drástica reducción de personal aumentó el peso relativo de los

grupos de investigación básica dentro de CNEA; estos grupos continuaron sus actividades dependiendo ahora fundamentalmente de financiación de agencias nacionales, extranjeras e internacionales (aunque sus gastos de personal y de infraestructura siguieron siendo cubiertos por el presupuesto de CNEA), generándose así, en nuestra opinión, pérdida de sentido de pertenencia y mayor fragmentación institucional.

Sin embargo, durante este mismo período la red constituida por los actores del sector nuclear argentino continuó funcionando para encarar nuevas tareas y continuar con otras pre-existentes.

Las dos centrales nucleares operan hasta la actualidad en forma eficiente⁴ y segura, incorporando requerimientos de seguridad cada vez más estrictos.

Atucha I, por su diseño único en el mundo y dado que su proveedor primero abandonó esta línea de centrales para luego alejarse del negocio nuclear, constituye un caso testigo para analizar los requerimientos de sustentabilidad de un programa nucleoelectrico. Durante sus 34 años de operación fue sometida a varias reparaciones y modificaciones que demandaron diseño, ingeniería, y fabricaciones de un alto grado de complejidad tecnológica, realizadas por el sector nuclear nacional en forma eficiente y con costos y plazos notablemente inferiores a los que hubieran demandado su ejecución por empresas internacionales. A continuación se enumeran las principales:

Entre 1988 y 1990 CNEA realizó, luego de un accidente debido a una falla de materiales, extensas reparaciones dentro del reactor [22]. Debido a problemas de comportamiento del diseño original, fueron reemplazados la totalidad de los canales de refrigeración del reactor⁵. En 2000, ya producida la fragmentación del sector nuclear, se realizó la reparación de un equipo en una zona inaccesible, con altos campos de radiación⁶; la tarea la realizó NA-SA, con apoyo de CNEA y usando sofisticados sistemas robóticos desarrollados por INVAP. En agosto de 2001 se completó el cambio de su combustible de uranio natural – diseño original- a uranio levemente enriquecido, con significativa reducción de costos de operación y disminución de los combustibles gastados a ser gestionados como residuos; este desarrollo exitoso y pionero en el mundo fue una tarea conjunta de NA-SA, CNEA y CONUAR. Se modificó, aumentando su confiabilidad, el

⁴ Sus factores de carga acumulados, medida internacional del buen funcionamiento en este tipo de instalaciones, definidos como la relación entre la potencia generada y la máxima generable según su capacidad nominal, han sido de 72% para Atucha I y de 87% para Embalse. Esta última ha estado ubicada muchas veces entre las 10 centrales de mayor factor de carga entre las más de 400 que operan en el mundo.

⁵ Los canales de refrigeración están ubicados en el recipiente del reactor, y contienen al combustible. Su reemplazo no estaba previsto en el diseño original.

⁶ El intercambiador del moderador estaba ubicado en dicha zona de la isla nuclear debido a que en el diseño original se había supuesto que no iba a requerir reparaciones.

sistema de respaldo para la parada rápida del reactor. Ya en la presente década se introdujo un nuevo sistema de seguridad⁷, aumentando las redundancias existentes en el diseño original para adecuarse a las nuevas normas de seguridad. A estos hechos significativos se suman las operaciones de mantenimiento realizadas durante las paradas programadas de la central, a cargo de NA-SA, CNEA y varios contratistas locales.

El diseño de la central Embalse es similar al de unidades similares en Canadá, China, Corea y Rumania. Su operación ha evidenciado un grado de eficiencia significativo a nivel mundial. No ha demandado modificaciones ni reparaciones de envergadura. Su mantenimiento se realiza en paradas programadas. Un hecho destacable es el desarrollo por parte de INVAP de silos para el almacenamiento en condiciones seguras del combustible usado en la central.

CONUAR y FAE, con respaldo técnico de CNEA, introdujeron modificaciones en los procesos de fabricación del combustible para las centrales, que redundaron en disminuciones de costos [23].

El caso de las exportaciones de reactores nucleares de investigación es particularmente significativo [17]. INVAP, con el respaldo técnico de CNEA, exportó reactores de diseño propio a Argelia (1989), Egipto (1998) y Australia (2007). Esta última exportación tiene particular relieve, por tratarse de una instalación de alta sofisticación técnica a un país del primer mundo, resultado de un concurso de ofertas muy claramente estructurado en el que se compitió con los proveedores más importantes del mundo, empresas de Alemania, Canadá y Francia entre otras.

5. Nacimiento y desarrollo de un estilo socio-técnico en el sector nuclear argentino

En el punto anterior se ha puesto de relieve que, a pesar de la ruptura producida en 1994 en el sector nuclear argentino, el mismo fue capaz de dar continuidad a varias de sus actividades. La clave para explicar la sustentabilidad de las mismas se considera que debe buscarse en la continuidad de elementos del estilo socio-técnico que se había desarrollado hasta ese momento en el sector nuclear, y cuyos principios y formas de hacer permanecieron en personas que lo habían vivido, así como en la subsistencia de una cierta base técnico-productiva local.

En sus dos primeras décadas de existencia CNEA fue el principal actor del sector nuclear. Su estructura organizacional incluía distintos sectores interactuantes: investigación

⁷ El llamado segundo sumidero de calor es un complejo sistema que provee refrigeración adicional al reactor en caso de un hipotético accidente severo.

básica, actividades académicas de formación de recursos humanos, investigación aplicada y orientada, desarrollo tecnológico, construcción de instalaciones nucleares, producción, exploración y explotación minera. Estas múltiples actividades se realizaban en distintos puntos del país: Capital y Gran Buenos Aires, Bariloche, Mendoza, Córdoba, Salta, Chubut, por citar sólo los más importantes.

CNEA desarrolló un estilo socio-técnico propio enraizado en el contexto de ideas y objetivos prevalecientes en la época tanto nacional como regionalmente. Valores característicos del mismo fueron:

- El objetivo de obtener autonomía tecnológica, entendida como dominio y control del flujo tecnológico a través del sistema productivo [10].
- Confianza en las propias capacidades, sintetizada en la consigna “podemos hacerlo”.
- Alta valoración del conocimiento sin condicionamientos político-partidistas en la incorporación de personal, durante un período signado muchas veces por periódicas crisis político-institucionales y purgas en otros organismos públicos no sólo universitarios.

Con el inicio de los 60 iban consolidándose en la región ideas consistentes con estos valores. Como lo describe sintéticamente Hebe Vessuri [24], no solo en el medio científico técnico sino en la sociedad toda:

“La ideología de la modernización cristalizó en las décadas de 1960 y 1970, y pretendía conducir a crecientes niveles de autonomía, autoconfianza y justicia social. ... Para desarrollar industrias del nivel de sofisticación de las mencionadas, se requería más que sólo un pequeño grupo de especialistas científicos o de ingeniería y sus aliados tácticos. Estas personas no eran una gota en un océano de indiferencia e ignorancia. Formaban parte de una efervescencia social que, incluso aunque no logró cohesionarse en un proyecto social, trató de aumentar las bases para construir sociedades mejores y más distribuidas... Fueron años de ascenso de los movimientos de autoconfianza, de optimismo y esperanza, en marcado contraste con los actuales sentimientos de abatimiento y desilusión”.

Dentro de este clima latinoamericano de efervescencia, un grupo de pensadores-ejecutores con una amplia gama de formaciones, desde tecnólogos hasta economistas y científicos sociales, desarrolló lo que luego dio en llamarse “Pensamiento Latinoamericano en Ciencia, Tecnología y Sociedad” (PLACTS) [25]. Sus ideas fuerza eran desarrollo

autónomo y aprovechamiento de los avances de la tecnología, como vías para superar los males del subdesarrollo.

Varias personalidades argentinas integraron esta corriente, entre ellas Sabato y varios de sus colaboradores en CNEA, quienes realizaron aportes conceptuales significativos nacidos de su experiencia concreta⁸. El modelo lineal de V. Bush (ciencia básica → desarrollo tecnológico → bienestar) que en los países centrales fue analizado y replanteado recién a partir de los años 80, fue muy tempranamente criticado; Se avanzó en la comprensión de la tecnología como mercancía [26], de las fuentes del conocimiento requerido para su producción, del papel y las relaciones entre Estado – Sistema Científico-Tecnológico – Sistema Productivo [27], del concepto de paquete tecnológico y su apertura como herramienta de desarrollo, del desarrollo de proveedores, del papel de la obra pública como mecanismo de desarrollo productivo. En un claro ejemplo de mecanismo de construcciones mutuas, estos conceptos fueron aplicados por CNEA en la consolidación de la autonomía tecnológica para el sector, utilizando al desarrollo nuclear como foco de desarrollo industrial.

El “modo de hacer” de este particular estilo socio-técnico tuvo algunos ejes fundamentales:

- Generación incremental de capacidades a través de la concreción de proyectos de complejidad creciente. Este concepto iba unido al del “aprender haciendo”.
- Máxima participación de la industria local en los proyectos, basada en una activa y expresa política de desarrollo de proveedores, cimentada en el conocimiento de sus capacidades, potencialidades y necesidades [28].
- Una activa y continuada política de formación de recursos humanos, a través de cursos, creación de Institutos académicos y un programa de becas para la capacitación “on the job” de profesionales y técnicos. El objetivo de esta política era lograr una sólida formación básica y estimular la vocación de resolver problemas, en lugar de formar especialistas en las técnicas del momento, sobre la base de que para un desarrollo sólido era necesario no sólo saber los “cómo” sino también los “porqué”⁹.

⁸ Sabato, uno de sus gestores, señaló repetidamente que sus ideas se habían ido elaborando a la par de su experiencia en CNEA.

⁹ Máximo Abbate, impulsor y creador de la carrera de Ingeniería Nuclear en el Instituto Balseiro, solía repetir: “Queremos formar a los ingenieros que escriban los manuales, y no a aquellos que simplemente sepan leerlos”.

- Un aprovechamiento inteligente de las posibilidades que brindaba el contexto internacional (Visitas de expertos, capacitación de personal en el exterior, obtención de tecnología y de insumos necesarios), independientemente de los intereses comerciales que eventualmente movían a varios países a ofrecer cooperación nuclear.
- Aplicación y utilización del poder promotor y regulador del Estado, con su capacidad de apoyo sectorial a través de subsidios explícitos e implícitos a actividades consideradas de interés estratégico, especialmente a través de la “compra inteligente” y de la financiación de grandes contratos, con claras definiciones del papel de los proveedores nacionales.

En lo que denominamos período de concreciones, hasta mediados de la década del 80, se crearon empresas que, unidas a los contratistas y proveedores de las grandes obras, enriquecieron la trama productiva del sector nuclear. CNEA, que ahora había ampliado sus responsabilidades para incluir la operación de las centrales, desarrollar la tecnología de fabricación de su combustible, y conducir al sector, mantuvo esencialmente las bases de su estilo socio-técnico inicial, que puede sintetizarse en la idea de que “hay que saber cómo, cuando, y también por qué”.

Los conceptos de autonomía tecnológica y de máxima participación de la industria local se mantuvieron y consolidaron, incorporándose en varios de los nuevos actores del sector nuclear. A su vez, las empresas creadas en este período ampliaron esta herencia con nuevas metodologías y formas organizacionales adaptadas a sus funciones y al contexto en que desarrollaban sus actividades.

El desarrollo de esta red o trama productiva nuclear posibilitó el enriquecimiento del estilo socio-técnico vigente en el sector, al incorporar formas de hacer y de organización propias de los nuevos integrantes. Así como CNEA aportó a varias empresas locales no sólo sus valores, conocimiento, tecnología y capacitación de personal, y algunas prácticas específicas relativamente novedosas como el concepto de aseguramiento de la calidad, acrecentó a su vez su capital intelectual con una mayor profesionalización en la gestión de sus actividades, tanto de conducción de proyectos como de investigación y desarrollo. Cabe mencionarse como ejemplo que la participación de grandes empresas internacionales de ingeniería, construcción y montaje, contribuyó a incorporar formas organizativas y de trabajo propias de la actividad.

En varios casos la transmisión de conocimientos, prácticas y valores se dio a través de la incorporación de personal de CNEA a las empresas creadas. INVAP fue un caso

testigo en ese sentido. Se desarrolló luego como “fábrica de tecnología a la medida del cliente”, contando hasta la actualidad con el respaldo técnico de CNEA. Su estilo socio-técnico coincidió al comienzo con el de la etapa inicial de CNEA. A medida que la crisis del sector nuclear lo fue llevando a la búsqueda de nuevos mercados, sus metodologías y organización fueron evolucionando para adaptarse al nuevo contexto y campo de actuación, ahora internacional. Sin embargo los valores iniciales básicos (autonomía tecnológica, confianza en la propia capacidad y respeto al conocimiento), no sólo se mantuvieron sino que se reforzaron. Estos mecanismos de adaptación han sido tratados en profundidad por Thomas [1], así como los cambios organizacionales para operar en un contexto cambiante [29].

La ampliación de la trama productiva trajo riqueza pero también tensiones entre los distintos actores y los consecuentes objetivos y modos de operar. Podría citarse como ejemplo la relación ENACE - CNEA, que por una parte era socia mayoritaria y por otra comitente en la construcción de la central Atucha II. Pueden identificarse dificultades tanto en la definición de responsabilidades (lo que motivó a poco de su creación el alejamiento de su primer presidente), como en la diferencia de objetivos no compatibilizados: búsqueda de desarrollo tecnológico en el caso de CNEA, ingeniería y dirección de obras con ejecución eficaz en el caso de ENACE. Podrían citarse también otros ejemplos.

En la década del 90 cristalizó en Argentina y buena parte del mundo occidental el cambio del paradigma en el cual se había basado el desarrollo nuclear. En esta nueva concepción la búsqueda de autonomía tecnológica no tenía sentido, ya que en teoría cualquier tecnología necesaria podía ser adquirida en el mercado global y, en nuestro caso gracias a un peso sobrevaluado, a menor costo.

En una economía donde dominaban el sector financiero y de servicios, carecía de sentido desarrollar proveedores en una industria llevada mayoritariamente a la crisis por las políticas oficiales. Tal como en otros sectores económicos, no todas las empresas vinculadas a la actividad nuclear cayeron, pero por lo general debieron reorientar fuertemente sus actividades a otras áreas, como ser la participación en la privatización de los servicios o la exportación de servicios de ingeniería. Algunas de ellas lograr capitalizar lo aprendido para su transformación.

La política de adquisición incremental de capacidades resultaba también contradictoria con los dogmas neoliberales, no sólo porque los proyectos necesarios iban a incrementar el gasto público cuando el objetivo era reducirlo al mínimo, sino porque tampoco se justificaban dichas capacidades, dado que otros miembros del mercado global

las tenían y era por lo tanto lógico, en caso que fueran necesarias, comprárselas a quienes tenían “competitividad natural”. La vieja consigna de “podemos hacerlo” también perdía sentido, ya que en el mundo globalizado no había necesidad de “hacerlo” Estaría disponible para la compra cuando fuera necesario....

El sector público de lo que constituyó la trama de la actividad nuclear quedó desarticulado y debilitado, sin proyectos significantes e imposibilitado de incorporar nuevo personal. Todos los ingredientes existían para que su estilo socio-técnico se convirtiera en un recuerdo del pasado, objeto de estudio de especialistas en Ciencia, Tecnología y Sociedad. Sin embargo, y tal como se ha señalado en el punto anterior, varias actividades de alto contenido tecnológico se mantuvieron y en algunos casos crecieron.

La semilla para encarar la nueva etapa aún existe. Su éxito dependerá de las actitudes y decisiones que se tomen en este nuevo camino.

6. Reflexiones finales a modo de cierre

En este trabajo se ha intentado, estudiando la evolución del sector nuclear argentino, reflexionar sobre relaciones entre sustentabilidad y estilos socio-técnicos. Se ha tratado de mostrar cómo la persistencia de algunos valores a veces contrapuestos con las corrientes hegemónicas de pensamiento ha ayudado a dar sustentabilidad a aspectos de la actividad nuclear nacional.

Para garantizar sustentabilidad, e incluso viabilidad son necesarias una capacidad propia de análisis y toma de decisiones (“autonomía tecnológica”), conocimiento de base y vocación para la resolución de problemas, y una infraestructura tecnológico- productiva que lo sustente.

Se ha visto en Latinoamérica a lo largo de la historia, con singular intensidad en la década del 90, una tendencia a adoptar acríticamente políticas diseñadas en y para los países desarrollados, sin tomar en cuenta sus supuestos implícitos, que incluyen condiciones sociopolíticas de base completamente distintas.

La postura que presentan al respecto en los Organismos Internacionales los países centrales, tanto por preocupación por la no proliferación como por intereses comerciales, es contrapuesta al desarrollo autónomo: si un país es consistente y transparente en su política de no proliferación, tendrá acceso a la compra de las instalaciones y servicios técnicos necesarios, por lo que los desarrollos propios son innecesarios. Todo en el presupuesto de que los países periféricos son prima-facie no confiables en lo que a no

proliferación se refiere, por lo que es mejor que la tecnología y el conocimiento se concentren en pocas manos.

La historia del desarrollo nuclear argentino muestra que hay innumerables razones por las cuales puede suspenderse el suministro de apoyo externo (falta de financiamiento, desaparición del proveedor, realineamientos políticos, crisis internacionales, etc.) con lo que, si no se cuenta con condiciones propias mínimas, la continuidad de la actividad se pone en serio riesgo. En los países centrales estas condiciones mínimas están casi garantizadas por ser inherentes a su condición de país desarrollado, lo que no sucede en la periferia. Su sostenimiento requiere de políticas activas, y estas políticas activas contribuyen a la configuración del estilo socio-técnico.

Referencias

- [1] H.Thomas , M.Versino y A.Lalouf “La producción de artefactos y conocimientos tecnológicos en contextos periféricos: resignificación de tecnologías, estilos y trayectorias socio-técnicas”. V Jornadas ESOCITE, Toluca, México, 2004.
- [2] A.Leroi-Gourhan “L’homme et la matière. Évolution et techniques”, I, Paris, Albin Michel, 1943.
- [3] H.Lechtman “Style in Technology: some early thoughts”, en *Material Culture: Styles, Organization and Dynamics of Technology*, H.Lechtman y R.S.Merrill, American Ethnological Society, 1977.
- [4] C.M.Edens “Technological style and chipped stone sickle blades and the Uruk expansion in southeastern Turkey”, *ASOR – American School of Oriental Research Newsletter*, Vol.48, N°4, Winter 1998.
- [5] T.P.Hughes “Networks of Power: Electrification in Western Society, 1880-1930”, The John Hopkins University Press, Baltimore, EEUU, 1983.
- [6] T.P.Hughes “The evolution of large technological systems”. En W.Bijker et al.,(eds.), *The social construction of technological systems*, The MIT Press, Cambridge, EEUU, 1987.
- [7] Webster’s third international dictionary of the English language- Unabridged. Encyclopedia Britannica Inc, 1966.
- [8] IAEA, “Nuclear power and sustainable development”. Vienna, 2006.
- [9] M. ElBaradei, “Nuclear power: an engine for development”, 6th Congress on Science and Technology for Development, Bangkok, 2007.

- [10] J.A.Sabato "Atomic Energy in Argentina: a case history". World Devel. 1 – 8, 23-28, 1973.
- [11] M.Sbaffoni y S.Harriague "Nuclear power&sustainable development: a vision from a developing country", Physor-08, Interlaken, Suiza, 2008.
- [12] V. Bush "Ciencia, la frontera sin fin. Un informe al presidente, julio 1945". Reproducido en Redes, N°14, Buenos Aires, 1999.
- [13] D.Hurtado de Mendoza y A.Busala "De la "movilización industrial" a la "Argentina científica": La organización de la ciencia durante el peronismo (1946-1955)", Revista da SBHC, Rio de Janeiro, v.4, n.1, p.17-33, 2006.
- [14] D.Hurtado de Mendoza "Autonomy, even Regional Hegemony: Argentina and the "Hard Way" toward its first Research Recator (1945-1958)", Scie.in Context, Vol.18, N°2, 2005.
- [15] P.Iraolagoitia "The role of atomic energy in the Argentine Republic", Proceed. 1st Internat. Conference on the peaceful uses of atomic energy, pp.395-399, Ginebra, 1955.
- [16] F.Briozzo, S.Harriague, M.M.Sbaffoni y D.F.Quilici "A 40 años de la inauguración del RA-3: anécdotas, historias y algunas enseñanzas". La Revista de la CNEA, Año VII, N°27/28, 2007.
- [17] S. Harriague, M. Sbaffoni, A. Spivak L'Hoste, D. Quilici y S. Martinez Demarco "Desarrollo tecnológico en un contexto internacional dinámico: los reactores nucleares de investigación argentinos a lo largo de medio siglo", VII Jornadas ESOCITE, Rio de Janeiro, 2008.
- [18] M.Lugones, A.Reising y M.García "El desarrollo de tramas productivas en Argentina: el caso del sector nuclear". I Congreso Nacional de Estudios Sociales de la Ciencia y la Tecnología, Bernal, Prov.de Bs.As., 2007.
- [19] D.Hurtado "Trespassing technological boundaries: Argentina's nuclear program during the 1976-1983 military regime", comunicación personal, a ser publicado.
- [20] P.P.Kuczynski y J. Williamson. "After the Washington Consensus: Restarting Growth and Reform in Latin America." The Institute for International Economics, March 2003.
- [21] "ENSI apuesta a su versatilidad para seguir creciendo en el sector industrial", Revista Petroquímica- Petróleo, Gas&Química, Año 26, N° 234, 2008.
- [22] V.J.de Paz "La reparación de Atucha", Argentina Nuclear N° 19/20, 1989.
- [23] S.Harriague, D.Quilici , M.Sbaffoni y A.Spivak L'Hoste "Tecnología de los combustibles nucleares. A los 25 años de la creación de la empresa CONUAR", XXXIV Reunión Anual, Asociación Argentina de Tecnología Nuclear, Buenos Aires, 2007.

- [24] H.Vessuri “O inventamos o erramos. La ciencia como idea-fuerza en América Latina”, Editorial Universidad Nacional de Quilmes, 2007, p-210.
- [25] C.Martinez Vidal y M. Mari “La Escuela Latinoamericana de Pensamiento en Ciencia, Tecnología y Desarrollo. Notas de un Proyecto de Investigación”. Revista Iberoamericana de Ciencia Tecnología Sociedad e Innovación de la OEI, Nro 4, 2002.
- [26] J.Sabato y M.Mackenzie “La producción de tecnología. Autónoma o transnacional”, Ed.Nueva Imagen, México, 1982.
- [27] J.Sabato y N.Botana “La ciencia y la tecnología en el desarrollo futuro de América Latina”, Revista Tiempos Latinoamericanos, Santiago de Chile, Ed. Universitaria, 1968.
- [28] D.F.Quilici “Reseña del desarrollo de proveedores para la industria nuclear argentina. Visión desde las Centrales Nucleares”, XX Jornadas de Historia Económica, Mar del Plata, 2006.
- [29] M.Versino, H.Thomas y A.Lalouf “El rol de los aspectos organizacionales en la producción de tecnologías en contextos periféricos: reflexiones a partir del caso de una empresa nuclear y espacial argentina”. V Jornadas ESOCITE, Toluca, México, 2004.