

ACTAS

1º Jornadas CEUR | 60º aniversario



Tecnología y Territorio:
paradigmas tecno-económicos
y nuevas configuraciones
socio-espaciales en América Latina

10, 11 y 12 de noviembre de 2021
Buenos Aires, Argentina



Editores

Mariana Versino y Pablo Elinbaum

Diseño y maquetación

Max Rompo

Compilación

Inés Liliana García y Andrea Naso

Edita

Centro de Estudios Urbanos y Regionales (CEUR-CONICET)

ISSN 2796-8707

© de los textos y las imágenes: los autores

© de la presente edición: Centro de Estudios Urbanos y Regionales (CEUR-CONICET)

4.6. Diseño y construcción de reactores multipropósito en la semiperiferia. Argentina 2006-2020

Lugones, Manuel¹; Carro, Ana Clara²; Vera, Nevia³

1. Universidad Nacional de Río Negro. Instituto de Estudios en Ciencia, Tecnología, Cultura y Desarrollo. Río Negro. Argentina; mlugones@unrn.edu.ar
2. Universidad Nacional de Río Negro. Instituto de Estudios en Ciencia, Tecnología, Cultura y Desarrollo. Río Negro, Argentina. UNRN, CONICET, CITECDE, San Carlos de Bariloche, Argentina; accarro@unrn.edu.ar
3. Universidad Nacional del Centro de la Provincia de Buenos Aires. Centro de Estudios Interdisciplinarios en Problemáticas Internacionales y Locales. CONICET; neviavera@fch.unicen.edu.ar

387

Mesa temática: 4. Redes tecno-productivas y articulaciones territoriales en países semiperiféricos

Resumen

A partir de 2003, en la Argentina tuvo lugar un proceso de revalorización del Estado como agente promotor del desarrollo, en cuyo marco el gobierno emprendió una serie de acciones tendientes a reactivar el programa nuclear sobre la base de tres ejes de acción: generación eléctrica, salud pública e investigación y desarrollo científico-tecnológico. En 2010, se avanzó en el objetivo de reemplazar al RA-3 por un nuevo reactor multipropósito (el RA-10), atendiendo a la creciente demanda de radioisótopos; luego, en un proceso de integración con Brasil para la construcción conjunta de reactores multipropósito y en la exportación de tal tecnología a Países Bajos. Esta investigación se propone, mediante métodos cualitativos de rastreo de procesos: analizar las políticas impulsadas para promover el desarrollo de reactores multipropósito; identificar si este tipo de emprendimientos ha permitido generar procesos de escalamiento industrial e integración con otros sectores y explorar los condicionantes y oportunidades (internas y externas) para el desarrollo de este tipo de proyectos por países semiperiféricos como la Argentina. Se concluye que las capacidades nucleares para estos emprendimientos se encuentran concentradas en dos actores, que existen limitaciones coyunturales y que es importante explotar las sinergias con socios regionales como Brasil.

Palabras clave

Reactores multipropósito; Políticas de CTI; Desarrollo; Semi-periferia; Industria nuclear

1. Trayectoria previa en el diseño y fabricación de reactores multipropósito

Desde sus comienzos en la década de 1950, la Comisión Nacional de Energía Atómica (CNEA) de Argentina tomó la decisión de avanzar en el diseño y construcción de sus propios reactores para atender sus diferentes requerimientos: formación de personal, investigación y producción de radioisótopos para atender la demanda del mercado local –y en caso de sobrante, para satisfacer la demanda regional. Esto implicó, entre otros aspectos, diseñar y fabricar sus elementos combustibles y plantas de producción de radioisótopos.

Luego de 40 años de desarrollo sostenido del sector nuclear en base al poder de compra estatal, la apertura de paquetes tecnológicos, la transferencia de tecnología y la apuesta por el logro de la autonomía tecnológica, a comienzos de la década de 1990, en el marco del proceso de reforma estructural y de transformación de los mecanismos de intervención estatal, el sector nuclear fue objeto de un proceso de desarticulación institucional. Por una parte, el

control de las centrales nucleares de potencia fue transferido a la empresa creada a tal efecto - Nucleoeléctrica Argentina S.A. (NA-SA)-, y por otra parte, las tareas de control y regulación de las actividades nucleares en el país quedaron a cargo de la entonces recientemente creada Autoridad Regulatoria Nuclear (ARN). En este contexto, las empresas mixtas proveedoras del plan nuclear debieron ajustar sus actividades, frente a la caída de la demanda de bienes y servicios por parte de la CNEA (Hurtado, 2014; Rodríguez, 2020; Lugones, 2020).

388

Bajo este marco, en un contexto de políticas económicas neoliberales con las consecuentes aperturas y liberación regulatoria de mercados en un entorno de alta competitividad global, la empresa estatal INVAP S.E. (creada en 1976) consolidó su estrategia exportadora de reactores multipropósito, a la par de constituirse en proveedor de satélites científicos para la observación terrestre para la Comisión Nacional de Actividades Espaciales (CONAE). Hasta ese momento, primero la CNEA y después INVAP, habían logrado exportar dos reactores: el RP-10 a Perú (1977) y el NUR a Argelia (1984), y había acordado la venta de un tercer reactor a Irán, transacción cancelada poco después en el marco del giro de política exterior del gobierno de Menem. Sobre la base de estas capacidades, entre mediados de la década de 1990 y los primeros años del presente siglo la empresa INVAP concretó la exportación de dos reactores multipropósito adicionales: el ETRR-2 a Egipto (1989) y el OPAL a Australia (2001) (ver tabla 1).

Tabla 1: reactores de investigación y multipropósito fabricados por Argentina (incluye reactores instalados en el país y reactores exportados)

Reactor	Año entrada en operación	Fabricante	Destinatario	Finalidad
RA-1	1958	CNEA	CNEA	Investigación
RA-0	1960	CNEA	Universidad Nacional de Córdoba	Ensayo y formación de recursos humanos
RA-2	1966	CNEA	CNEA	Modelo de prueba del RA-3
RA-3	1967	CNEA	CNEA	Producción de radioisótopos
RA-4	1971	Siemens	Universidad Nacional de Rosario	Entrenamiento personal
RA-6	1985	INVAP	CNEA	Investigación y formación de recursos humanos
RP-0	1977	CNEA	Instituto Peruano de Energía Nuclear	Modelo de prueba
RP-10	1988	CNEA	Instituto Peruano de Energía Nuclear	Producción de radioisótopos
NUR	1989	INVAP	Centro de Desarrollo de Técnicas Nucleares de Argelia	Producción de radioisótopos y entrenamiento
RA-8	1997	INVAP	CNEA	Modelo de prueba de elementos combustibles y núcleo
ETRR-2	1998	INVAP	Autoridad de Energía Atómica de Egipto	Producción de radioisótopos e investigación
OPAL	2006	INVAP	Organización de Ciencia y Tecnología Nuclear Australiana	Producción de radioisótopos, irradiación de materiales e investigación

Fuente: elaboración propia en base a datos institucionales (CNEA e INVAP).

Esta trayectoria en el diseño y fabricación de reactores multipropósito permitió a la Argentina integrar el reducido grupo de países con capacidades propias para autoabastecerse de radioisótopos para uso medicinal. De las diferentes facilidades con que cuenta el país para producir este tipo de insumos, el de mayor importancia y antigüedad lo constituye el reactor RA-3, puesto en operación en 1967, que en conjunto con la Planta de Producción de Radioisótopos (inaugurada en 1971) le permitió a la CNEA abastecer la demanda del mercado local.

389

En las décadas posteriores, la CNEA continuó avanzado en el desarrollo de tecnologías de procesos para la fabricación de diferentes radioisótopos, destacándose la producción de Molibdeno-99 (Mo-99) por fisión con blancos de uranio altamente enriquecido y de Cobalto-60 para su exportación a Canadá. Este proceso fue acompañado de servicios de radioterapia, medicina nuclear y diagnóstico por imágenes (Peano, 2020). En la década de 1990, las restricciones internacionales para el acceso y uso de uranio altamente enriquecido empujaron a la Argentina a desarrollar la tecnología para producir Mo-99 con blancos de uranio de bajo enriquecimiento, convirtiéndose así en el primer país del mundo en utilizar este tipo de proceso para producir Mo-99, y que, luego, fue exportado por INVAP a Australia y Egipto (Carranza, *et al.*, 2012). Dicha exportación se asocia con el hecho de que los cuatro reactores exportados por la CNEA e INVAP fueron diseñados para producir radioisótopos, lo que incluyó la construcción de instalaciones anexas para la manipulación de materiales irradiados (denominadas plantas de producción de radioisótopos). En consecuencia, la trayectoria seguida por la Argentina en materia de diseño, construcción y exportación de reactores multipropósito ha estado fuertemente asociada al desarrollo de procesos tecnológicos para la obtención de materiales radiactivos, principalmente para uso medicinal.

2. El relanzamiento del plan nuclear en 2006

A partir de 2003, es posible identificar en la Argentina un conjunto de decisiones innovadoras, tanto en el plano institucional como simbólico, que dieron lugar a una revalorización del Estado como agente promotor del desarrollo a partir de un conjunto de iniciativas tendientes a fortalecer la articulación de la ciencia y la tecnología (CyT) con los sectores productivos, con el objetivo de complejizar la matriz productiva nacional mediante un mayor componente tecnológico local (Unzué y Emiliozzi, 2017; Treacy, 2020). En este marco, entre 2003 y 2006, el gobierno emprendió una serie de acciones tendientes a delinear una reactivación del programa nuclear, que de acuerdo a Rodríguez (2020), se sustentaron en la necesidad de sostener el crecimiento del mercado interno y recuperar capacidades científico-tecnológicas perdidas. Es decir, al igual que en otras áreas, la recuperación de una política activa en el campo nuclear se insertó en una estrategia más general para desarrollar sectores tecno-productivos capaces de traccionar el desarrollo industrial. La planificación en el sector nuclear contempló tres ejes de acción fundamentales: la generación eléctrica, la salud pública y la investigación y desarrollo científico-tecnológico (CNEA, 2015a). Ello implicó, entre otras decisiones, finalizar la construcción de la central nuclear de Atucha II, extender la vida útil de la central nuclear de Embalse y la ampliación de la infraestructura en medicina nuclear (Fabbri, s/f).

Específicamente en el campo de la medicina nuclear, la Argentina posee una larga trayectoria que se inicia desde antes de la creación de la CNEA en 1950. A comienzos del presente siglo, se destacan, entre otros aspectos, el avance en las aplicaciones clínicas por captura neutrónica en Boro (*boron neutron capture therapy*-BNCT), el desarrollo de radiofármacos y compuestos precursores para diagnóstico y tratamiento de diversas enfermedades, como por ejemplo

estroncio, y la producción regular, desde 2002, en la Planta de Radioisótopos por Fisión de Mo-99 y Iodo 131 (I-131), lo que permitió posicionar a la Argentina como uno de los pocos países que dispone de los recursos tecnológicos para producir Tecnecio 99m (Tc-99m), radioisótopo que es utilizado, a nivel mundial en más del 80% de los estudios en medicina nuclear. Este proceso fue acompañado por la creación de instituciones como la Fundación Centro de Diagnóstico Nuclear en 2004 y el Instituto de Tecnología Nuclear Dan Beninson en 2006 para la formación de recursos humanos (Carranza, *et al.*, 2012, CNEA, 2015a; Peano, 2020).

390

En esta línea, en 2010 se estableció entre los objetivos del programa nuclear reemplazar al RA-3 mediante la construcción de un nuevo reactor multipropósito, denominado RA-10, justificándose dicha decisión en la creciente demanda de radioisótopos (CNEA, 2010; Perrota y Soares, 2015). Esto dio lugar a un proceso de integración con Brasil, que experimentaba la misma coyuntura crítica que la Argentina respecto a la provisión de estos recursos, para la construcción en conjunto de reactores multipropósito, lo que dio lugar al proyecto del Reactor Multipropósito Brasileño (RMB) (De Dicco, 2014). Paralelamente, la empresa INVAP, luego del proyecto OPAL (reactor multipropósito vendido a Australia que entró en criticidad en 2006), ganó una licitación internacional en 2007 para la construcción de un reactor para los Países Bajos denominado Pallas, aunque la firma del contrato se retrasó hasta 2018 como resultado de la crisis financiera internacional (De la Vega, 2018b).

A partir de diciembre de 2015, con el cambio de gobierno nacional, se observó un giro hacia políticas económicas neoliberales que se tradujeron, entre otras cosas, en una disminución en la inversión pública en la función ciencia y técnica en general, y en sectores vinculados a tecnologías estratégicas en particular, así como también el abandono del poder de compra estatal como herramienta para dinamizar la economía en general (Quiroga, Vera y Lugones, en prensa).

En este contexto, esta investigación se propone, a partir de los casos del RA-10, el RMB y el Pallas y mediante los métodos cualitativos de rastreo de proceso basado en el análisis de fuentes bibliográficas, documentos institucionales y artículos periodísticos: (1) analizar cuáles fueron las políticas impulsadas para promover el desarrollo y producción de reactores multipropósito en Argentina; (2) identificar si el desarrollo y construcción de reactores multipropósito ha permitido generar procesos de escalamiento industrial e integración con otros sectores de actividad y (3) explorar cuáles son los condicionantes y las oportunidades, tanto internos como externos, que enfrentan este tipo de desarrollos encarados por un país como la Argentina que integra el bloque de Estados caracterizados como semi-periféricos.

3. Desarrollo y construcción de reactores multipropósito: logros y desafíos en un país semiperiférico

El Plan Estratégico 2010-2019 de la CNEA incluyó el proyecto de construir un reactor multipropósito, el RA 10, que asegure el abastecimiento de radioisótopos al mercado nacional, dejando un excedente para su exportación a América latina (CNEA, 2010; De Dicco, 2014). En particular se destaca el interés por incrementar la producción de Mo-99, del cual Argentina aportaba en este momento el 2% de la producción mundial (exportando un excedente de producción a Brasil), y cuya demanda internacional en 2011 se estimaba que crecería a una tasa del 5% anual y se incrementaría sustancialmente a partir de 2016 al concluir la vida útil del reactor NRU de Canadá, principal productor mundial de Mo-99 (Carranza, *et al.*, 2012). La importancia del Mo-99 radica en que es utilizado para la producción de Tc-99m, de uso extendido en medicina nuclear a nivel mundial. Por lo tanto, la decisión de avanzar en la

construcción del RA-10 se relaciona con el programa de ampliación de la infraestructura en medicina nuclear, y consecuentemente, de la demanda de estos insumos, tanto a nivel nacional como internacional (Perrota y Soares, 2015). Asimismo, se buscó que su diseño fuese adecuado para la prueba de combustibles nucleares y que contara con un rango de aplicaciones vinculadas a la investigación básica y aplicaciones tecnológicas. Por lo tanto, en el diseño del reactor se contempló la construcción de una serie de instalaciones asociadas: una planta de producción de radioisótopos por fisión, el laboratorio de haces neutrónicos y el laboratorio de ensayo de materiales irradiados.

391

Entre los años 2010 y 2011 –y en el marco de la Comisión Binacional de Energía Nuclear (COBEN), establecida en el año 2008 entre Argentina y Brasil-, se tomó la decisión de complementar la construcción del RA-10 con la del RMB para Brasil (Perrota y Obadia, s/f), ambos en base al modelo del OPAL (CNEA, 2011). De acuerdo a Perrota y Soares (2015), en la construcción del RMB, al igual que en el reactor argentino, se solicitó la producción de radioisótopos y la utilización de haces de neutrones, la capacidad de incorporar pruebas de combustibles y materiales e infraestructura de almacenamiento de residuos en torno al reactor. En 2013, la firma INVAP fue seleccionada por la Comisión Nacional de Energía Nuclear (CNEN) de Brasil para elaborar la ingeniería básica del RMB. Posteriormente, en 2017, se amplió el contrato de INVAP con el objetivo de la provisión de la ingeniería de detalle (De la Vega, 2018a).

Por su parte, particularmente en el período 2011-2014, en materia de medicina nuclear se destinaron recursos a la investigación, formación de recursos humanos, compra de equipos, que fortalecieron los servicios de Hospitales y Centros de Diagnóstico, y proyectos de desarrollo tecnológico, como el Tomógrafo Emisor de Positrones de fabricación nacional (CNEA, 2015a). Mediante la Resolución 831/15 del Ministerio de Planificación, el Plan Nacional de Medicina Nuclear (Plan Nucleovida) estableció los ejes estratégicos y líneas de acción para fortalecer el Plan Nuclear en su faceta de desarrollo de la medicina nuclear. Esta promoción parece complementar, a su vez, los objetivos de producción de radioisótopos otorgados al RA-10.

Si bien la construcción del RA-10 comenzó en 2016, experimentó algunos meses de lento avance debido a la situación crítica que atravesó el país desde 2018 y luego, a la interrupción de actividades impuesta por la pandemia. En octubre de 2020 pudo completarse el montaje de grandes componentes del reactor (específicamente, se instalaron las bombas del circuito primario refrigerante), con parte de un equipo fabricado por la empresa Ruhrpumpen, en instalaciones de Monterrey, México. Por último, en mayo de 2021, La Comisión de Ciencia y Tecnología de la Honorable Cámara de Senadores de la Nación Argentina declaró de interés nacional el proyecto de diseño, construcción y montaje del RA-10, al considerar que “tendrá un impacto estratégico al asegurar el autoabastecimiento de radioisótopos para uso médico, consolidar las capacidades de nuestro país en la industria nuclear y convencional y abrir un nuevo horizonte en el desarrollo de proyectos de ciencia y técnica” (Energía Nuclear Latinoamericana, 2020; 2021).

Por su parte, en el año 2018, la empresa INVAP concretó la venta del reactor multipropósito Pallas a Países Bajos por 400 millones de dólares. En ella, INVAP compitió contra empresas con una larga trayectoria en materia de tecnología nuclear en los mercados internacionales como AREVA, de Francia, y KAERI, de Corea del Sur (Ministerio de Economía, 2018). El reactor -que se prevé que tenga una vida útil de 40 años- está destinado a reemplazar al reactor HFR, que actualmente abastece el 70% del mercado europeo de radioisótopos para medicina nuclear (INVAP, 2021). En este marco, INVAP adquirió, en enero de 2021, el 100% del paquete

accionario de ICHOS B.V, la empresa neerlandesa encargada de la construcción del Pallas, luego de quedarse con el paquete accionario de Croonwolter&dros B.V. (25%) y Mobilis B.V. (25%) (Periferia Ciencia, 2021).

4. Procesos de escalamiento industrial e integración con otros sectores de actividad

392

Con respecto a la integración con otros sectores de la actividad, debe destacarse que el RA-10 involucra principalmente a INVAP y CNEA, pero que también se nutrió de la cooperación con otros sectores como el universitario, y la de otros organismos públicos nacionales e internacionales. Entre las casas de altos estudios involucradas en el proyecto se encuentran la Universidad Nacional de La Plata (que estuvo encargada del estudio hidrogeológico), la Universidad de San Juan (estudio de amenaza sísmica) y la Universidad Nacional de San Martín (estudio de percepción social). Con respecto a los organismos públicos locales implicados, destacaron el Ministerio de Planificación, a cargo de la formación de recursos humanos y financiamiento, la ARN, como ente regulador, e INVAP en las tareas de diseño e ingeniería. De hecho, según se afirma en el portal Enula (2021) el 90% de la participación en las etapas de diseño, construcción y montaje es realizada por empresas e instituciones de tecnología locales. Por su parte, en el plano internacional, se destaca el convenio firmado con la CNEN de Brasil, como la contraparte del acuerdo de cooperación mencionado anteriormente (Fabbri, s/f).

En este sentido, es necesario remarcar la importancia de la complementación y vinculación con Brasil, país que se transformó de rival regional a aliado clave en materia nuclear. Como fue mencionado, INVAP participará en la ingeniería básica del RMB en colaboración con la empresa Amazul (Amazonia Azul Tecnologías de Defensa). Mientras esta última se encargará del 30% de las partes no nucleares que conforman la ingeniería, INVAP tomará las riendas del 70% restante, que involucra el grueso del diseño de los elementos del reactor (De la Vega, 2018a). De la Vega comenta, asimismo, citando al ex presidente de INVAP, Héctor Otheguy, que el principal objetivo de esta colaboración radica en la generación de sinergias que redunden en beneficios para ambos países, traducidos principalmente en la reducción de costos y ahorro, al orientarse a un tipo de reactor similar que permita reemplazar algunas importaciones, algo también reconocido y resaltado por el entonces presidente del país vecino, Michel Temer (Cruz, 2018). Sobre todo, si se tiene en cuenta que, finalizado el RMB, el reactor aseguraría el abastecimiento de la demanda total de radioisótopos de Brasil.

5. Condicionantes y oportunidades para el desarrollo y construcción de reactores multipósito en países semi-periféricos

Si bien la planificación de entrada en plena operación del RA-10 estaba contemplada para el año 2020 (CNEA, 2015b), se identificaron problemas de financiamiento y políticos que retrasaron este objetivo. En materia de financiamiento, cabe mencionar los recortes presupuestarios que sufrieron la función ciencia y técnica en general (Stefani, 2017) y el nuclear en particular, a partir del año 2016, a partir del cambio de gobierno nacional. Así, durante el año 2017, por ejemplo, las autoridades de CNEA utilizaron cerca de 400 millones del RA-10 para financiar otros proyectos claves dentro del organismo que habían sufrido fortísimos recortes por parte del Ejecutivo (Krakowiak, 2017). Estos recortes continuaron en materia presupuestaria; los fondos para CNEA del 2017 fueron de 4881,5 millones de pesos y se redujeron a 3102 millones en 2018. De la misma manera, en octubre de 2019, la obra del RA-10 sufrió una interrupción por falta de pago de una deuda de 215 millones de pesos por parte del gobierno nacional (Página12, 2019). Finalmente, cabe destacar que la pandemia de

COVID-19 declarada en marzo de 2020 interrumpió las actividades de la obra, que fueron retomadas a fines de agosto del mismo año (CNEA, 2020).

Algunas de las oportunidades que presenta este proyecto se han enumerado previamente, como la posibilidad de cooperación con Brasil y de integrar una estrategia regional en materia de producción de insumos para medicina nuclear. A ello se suma el hecho de una demanda global insatisfecha de Mo-99 a partir del desmantelamiento de otros reactores (De Dicco, 2014), la posibilidad de continuar una trayectoria tecnológica que brinda soberanía y permite la provisión de hasta un 10% de dicho insumo a nivel mundial.

393

Las lecturas en torno a los logros y desafíos de CNEA e INVAP con respecto al desarrollo de reactores han sido variadas. De acuerdo a Harriague *et al.* (2008), esta trayectoria ha sido caracterizada por la combinación de varios factores que han asegurado su éxito como: la búsqueda de la autonomía tecnológica, la espiral de capacidades (entendido como un proceso de retroalimentación de capacidades adquiridas), las personas que formaron parte de tales proyectos, la capacidad de adaptación de una institución como la CNEA y de una empresa como INVAP, la priorización de la participación del entramado local y, por último, el rol del Estado.

Por otro lado, siguiendo a Versino y Russo (2010), el desarrollo de proyectos tecno-productivos como los aquí analizados parecen responder a productos “basados en proyectos”, es decir, a productos fabricados por unidad o series limitadas de productos. Esta lógica tecno-productiva en series cortas podría interpretarse como una estrategia que le ha permitido a la empresa INVAP competir en los mercados externos frente a las grandes empresas multinacionales que operan en el mercado mundial, al ofrecer productos ajustados a las necesidades de los clientes. Sin embargo, esto puede generar dificultades para encarar procesos de escalamiento e integración industrial, imposibilitando darle mayor densidad a la industria nuclear, entendida como una industria de alto valor agregado.

6. Reflexiones finales

En conclusión, el relanzamiento del plan nuclear de 2006, abarcó tanto objetivos en el campo energético como en el de la medicina nuclear. Este último, a diferencia del primero (que atravesó por un período de discontinuidad desde principios de la década de 1990 con la paralización de la obra de la central nuclear de Atucha II), mantuvo continuidad a lo largo de estos mismos años a partir del desarrollo de nuevos procesos para la obtención de radioisótopos, la investigación y desarrollo para la aplicación en diagnóstico y tratamiento médico y exportación de reactores multipropósito y plantas de producción de materiales irradiados. Esto ha permitido que Argentina consolide su posición internacional como uno de los pocos países con capacidades propias para abastecerse de estos insumos e incluso exportar tanto estos insumos como las tecnologías de procesos e instalaciones para su producción.

Con el relanzamiento del plan nuclear se abrió la posibilidad de proyectar la ampliación y modernización de facilidades para la producción de materiales irradiados a través de la construcción del RA-10 para reemplazar el RA-3. Esto se dio en un contexto, a nivel nacional, de fortalecimiento de la medicina nuclear, y a nivel internacional, de una demanda creciente de determinados insumos (Mo-99 y Tc-99m), de los cuales Argentina es uno de los pocos países que cuenta con la tecnología para su obtención a través de blancos de uranio de bajo enriquecimiento.

Estas capacidades se encuentran fuertemente concentradas en dos actores: la CNEA, en particular en el desarrollo de tecnologías de procesos y uso y aplicaciones, e INVAP en el diseño y construcción de reactores multipropósito y plantas asociadas para la producción de radioisótopos, trayectoria que se inicia con la construcción del RA-1 y RA-3 y se fortalece a partir de las exportaciones a Perú, Argelia, Egipto, Australia, y más recientemente, a Países Bajos. En este último caso, la venta del reactor Pallas presenta como hecho significativo la apertura del mercado nuclear europeo.

394

Teniendo en cuenta las limitaciones en contextos semiperiféricos, debe resaltarse la importancia de generar sinergias y complementariedades con países como Brasil, con capacidades similares a las argentinas en materia nuclear, para asegurar una inserción conjunta en un mercado global nuclear cada vez más competitivo.

En este sentido, vale la pena recuperar las palabras tanto del mencionado Otheguy como de José Augusto Perrota, coordinador técnico del proyecto del RMB por el Instituto de Pesquisa Energéticas e Nucleares (IPEN) de Sao Paulo, Brasil, en declaraciones recogidas en la entrevista de De la Vega (2018a). En ella ambos reconocen la importancia de la alianza entre los dos países, resaltando la relevancia geopolítica de este trabajo conjunto en materia nuclear, cooperación que se extiende a otras áreas estratégicas como la espacial. Al mismo tiempo, es un reconocimiento especial para la empresa INVAP, cuya contratación fue considerada una forma de fortalecer las relaciones bilaterales (ídem).

En esta misma línea, a nivel nacional, los proyectos CNEA-INVAP muestran la posibilidad de facilitar el diálogo con el sistema científico-tecnológico en articulación con empresas proveedoras o usuarias de las facilidades del RA-10.

En relación a los condicionantes, el proyecto de construcción de RA-10 ha sufrido interrupciones que, asociadas al cambio de gobierno en 2015, han interrumpido su financiamiento. Estas interrupciones o vaivenes políticos han sido observados en otros proyectos o trayectorias tecnológicas nacionales (Quiroga, Vera y Lugones, en prensa). Así, se evidencia, una vez más, el significativo rol que tiene el Estado en estos sectores tecnológicos y la relevancia de determinar un modelo de desarrollo con políticas a largo plazo, máxime en países semiperiféricos como Argentina.

7. Referencias bibliográficas

Carranza, E. C., Novello, A., Bronca, M., Cestau, D., Bavaro, R., Centurión, R., Bravo, C., Bronca, P., Gualda, E., Fraguas, F., Giomi, A., & Ivaldi, L. (2012). Mo-99 production by fission and future projections; Producción de Mo-99 por fisión y proyecciones futuras. XXXIX Reunión anual de la Asociación Argentina de Tecnología Nuclear, Buenos Aires.
<https://inis.iaea.org/collection/NCLCollectionStore/Public/46/127/46127049.pdf>

Comisión Nacional de Energía Atómica (2010). *Plan estratégico 2010-2019*. Presidencia de la Nación. Ministerio de Planificación Federal, Inversión Pública y Servicios.

Comisión Nacional de Energía Atómica (2011). *Memoria y Balanza 2010 de la CNEA*. Presidencia de la Nación. Ministerio de Planificación Federal, Inversión Pública y Servicios.
<https://www.cnea.gob.ar/es/wp-content/uploads/files/memoria-balance-2010.pdf>

Comisión Nacional de Energía Atómica (2015a). *Argentina País Nuclear. Logros y avances del Plan Nuclear Argentino*. Presidencia de la Nación. Ministerio de Planificación Federal, Inversión Pública y Servicios.

Comisión Nacional de Energía Atómica (2015b). *Plan estratégico 2015-2025. Argentina es un país nuclear*. Presidencia de la Nación. Ministerio de Planificación Federal, Inversión Pública y Servicios.

Comisión Nacional de Energía Atómica (2020). La CNEA retoma las obras del RA-10 con protocolos para prevenir el COVID-19. <https://www.argentina.gob.ar/noticias/la-cnea-retoma-las-obras-del-ra-10-con-protocolos-para-prevenir-el-covid-19> (acceso 25-08-2020).

Cruz, F. (2018, 8 de junio). Temer coloca piedra fundamental del reactor que producirá radioisótopos. *Agencia Brasil* <https://agenciabrasil.ebc.com.br/es/saude/noticia/2018-06/temer-coloca-piedra-fundamental-de-reactor-que-producira-radioisotopos> (acceso 12-09-2021).

De Dicco, R. (2014). *RA-10: Reactor nuclear argentino multipropósito*. OETEC- CLICET. Disponible en: <http://www.oetec.org/informes/ra10radioisotopos230414.pdf>

De la Vega, C. (2018a). Con un reactor rumbo a Brasil. *Tecnología Sur-Sur*. <https://www.unsam.edu.ar/tss/con-un-reactor-rumbo-a-brasil/> (acceso 12-09-2021).

De La Vega, C. (2018b). La Naranja Atómica. *Tecnología Sur-Sur* <https://www.unsam.edu.ar/tss/la-naranja-atmica/> (acceso 13-05-2021).

ENULA (2020, 14 de octubre). Se completó el montaje de los grandes componentes del reactor multipropósito RA-10. *Energía Nuclear Latinoamericana (ENULA)*. <http://enula.org/2020/10/se-completo-el-montaje-de-los-grandes-componentes-del-reactor-multiproposito-ra-10/> (acceso 12-09-2021).

ENULA (2021, 28 de mayo). El Senado de la Nación declaró de interés el reactor RA-10 que la CNEA construye en Ezeiza. *Energía Nuclear Latinoamericana (ENULA)*. <http://enula.org/2021/05/el-senado-de-la-nacion-declaro-de-interes-el-reactor-ra-10-que-la-cnea-construye-en-ezeiza/> (acceso 12-09-2021)

Fabbri, S. (s/f.) *Proyecto RA-10*. http://www.unla.edu.ar/documentos/maestrias/gestion_energia/CNEA_Fabbri_Proyecto_RA_10.pdf

Harriague, S., Sbaffoni, M., Spivak L'Hoste, A.; Quilici, D. y Martínez Demarco, S. (2008). Desarrollo tecnológico en un contexto internacional dinámico: los reactores nucleares de investigación argentinos a lo largo de medio siglo. Ponencia presentada en el *Congreso ESOCITE 2008*. Río de Janeiro.

Hurtado, D. (2014). *El sueño de la Argentina atómica. Política, tecnología nuclear y desarrollo nacional (1945-2006)*. Edhasa.

INVAP (2021). *Una necesidad del mercado europeo*. <http://pallas.invap.com.ar/pallas-una-necesidad-del-mercado-europeo/>

Krakowiak, F. (2017). Luces de alarma se encienden en la CNEA. *Página12*. [Luces de alarma se encienden en la CNEA | Reducen el presupuesto de la Comisión Nacional de Energía Atómica para el año próximo | Página12 \(pagina12.com.ar\)](https://www.pagina12.com.ar/2017/07/luces-de-alarma-se-encienden-en-la-cnea-reducen-el-presupuesto-de-la-comision-nacional-de-energia-atmica-para-el-año-próximo/)

Lugones, M. (2020). *Política nuclear y política energética en la Argentina. El Programa Nucleoeléctrico de la CNEA (1965-1985)*. (Tesis de posgrado). Universidad Nacional de Quilmes. <http://ridaa.unq.edu.ar/handle/20.500.11807/2130>

Malacalza, B. (2016). International Cooperation in Science, Technology and Innovation: Concepts, Politics and Dynamics in the case of the Argentine-Brazilian Nuclear Cooperation. *Contexto Internacional*, (2)38, 663 – 684. <http://dx.doi.org/10.1590/S0102-8529.2016380200007>

Ministerio de Economía (2018). *Argentina construirá un reactor para uso medicinal en Holanda*. <https://www.argentina.gob.ar/noticias/argentina-construira-un-reactor-para-uso-medicinal-en-holanda>

Página12 (2019, 27 de septiembre). Caputo suspendió la obra de un reactor por falta de pago. *Página 12*. <https://www.pagina12.com.ar/221190-caputo-suspendio-la-obra-de-un-reactor-por-falta-de-pago>

- Peano, M. (2020). Intervenciones estatales en el área nuclear: el rol de la Comisión Nacional de Energía Atómica en el uso de radioisótopos en medicina (1983-2015). *Revista Iberoamericana de Ciencia, Tecnología y Sociedad —CTS*, 15(43), 161-185. <http://ojs.revistacts.net/index.php/CTS/article/view/148>
- Periferia Ciencia (2021, 28 de enero). INVAP adquirió la totalidad de la empresa que construye el reactor en Holanda. *Periferia Ciencia*. <http://www.periferiaciencia.com.ar/noticia.php?n=2032> (acceso 12-09-2021).
- Perrotta, A. y Obadía, I. (s/f). The RMB Project Development Status. *AIEA*. https://www-pub.iaea.org/MTCD/Publications/PDF/P1575_CD_web/datasets/papers/C6%20Perrotta.pdf (acceso 12-05-2021)
- Perrotta, A. y Soares, A. (2015). RMB: The New Brazilian Multipurpose Research Reactor. *ATW*, 60(1): 30-34. <http://200.136.52.103/handle/123456789/27004>
- Quiroga, JM; Vera, N. y Lugones, M (en prensa). Tecnologías tecnologizantes y políticas pendulares: continuidades y rupturas en los sectores nuclear, espacial y radar en Argentina (2003-2019). *Redes*.
- Rodríguez, M. (2020). *Estado, industria y desarrollo. Atucha II y la senda del Programa Nuclear Argentina (1979-2014)*. Prohistoria Ediciones.
- Stefani, F. (2017). *Evolución del presupuesto del Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación*.
- Treacy, M. (2020). Las políticas de ciencia, tecnología e innovación en la Argentina en el período reciente: apuntes para un análisis de su impacto. En S. Emiliozzi y K. Forcinito (comps.), *Políticas de ciencia, tecnología e innovación. La emergencia de los instrumentos sectoriales en Argentina y Brasil* (pp. 105-126). UNGS.
- Unzué, M., & Emiliozzi, S. (2017). Las políticas públicas de Ciencia y Tecnología en Argentina: un balance del período 2003-2015. *Temas y Debates*, (21)33, 13–33. <https://doi.org/10.35305/tyd.v0i33.353>
- Vera, N. & Colombo, S. (2014): La política nuclear argentina y la cooperación con Brasil en el siglo XXI. *Revista Intellector*, XI(21): 16-29. <https://www.revistaintellector.cenagri.org.br/index.php/intellector/article/view/263/206>
- Versino, M. & Russo, C. (2010). Estado, tecnología y territorio: el desarrollo de bienes complejos en países periféricos. *CIPSA. Revista de Estudios Regionales y Mercado de Trabajo*, 6, 283-302. <http://hdl.handle.net/11336/15397>