

Diálogos

Entrevista con el
Dr. Gabriel N. Barceló





Entrevista realizada por: Dr. Juan Manuel Delbianco

Autoridades: Presidente Antonio Luis Bonifasi; tesorera María Alejandra Carlucci y Secretario: Juan Manuel Del Bianco.

En el marco del ciclo de entrevistas impulsado por la Fundación de Estudios Políticos y Estratégicos, dialogamos con referentes clave en áreas estratégicas para el desarrollo nacional. En esta ocasión, abordamos un tema de profunda relevancia para la soberanía energética y científica de la Argentina: la energía nuclear.

La energía nuclear no solo representa una fuente de generación eléctrica de alta eficiencia y bajo impacto ambiental, sino que también constituye un campo de desarrollo tecnológico, científico e industrial que puede fortalecer la autonomía nacional. En un contexto global marcado por disputas geopolíticas, transiciones energéticas y redefiniciones en materia de cooperación internacional, resulta imprescindible reflexionar sobre el lugar que ocupa la Argentina en este sector y las decisiones que se están tomando en torno a él.

Entrevistamos a Gabriel N. Barceló, Doctor en Física por el Instituto Balseiro, ex miembro del Directorio de NA-SA y ex gerente de Relaciones Internacionales de la Comisión Nacional de Energía Atómica, con una vasta trayectoria en el ámbito nuclear. Su mirada experta nos permite comprender los desafíos, oportunidades y tensiones que atraviesa el desarrollo de la energía nuclear en nuestro país.

¿Por qué se considera estratégica a la energía nuclear?

El problema ambiental más grave que enfrenta hoy la humanidad es el cambio climático. Una forma de abordarlo es mediante el uso de energías renovables. Las más desarrolladas comercialmente son la solar y la eólica, pero ambas dependen de condiciones climáticas: hay energía solar o eólica solo cuando hay sol o viento. Son, por naturaleza, intermitentes.

Esto genera desbalances en las redes eléctricas y puede provocar situaciones críticas: días en los que simplemente falta energía. **Y no hay energía más cara que la que no está disponible cuando se la necesita.**

Un ejemplo claro es Sudáfrica, que desde hace años enfrenta problemas de generación eléctrica. Su PBI está por debajo de lo proyectado porque no logra producir la energía necesaria para sostener su actividad industrial, especialmente la minería, que se detiene cuando no hay electricidad.

Este tipo de desbalance puede compensarse con energía firme. La única fuente firme que no es renovable no contamina y no emite dióxido de carbono es la energía nuclear. La hidráulica también es limpia, pero depende de factores climáticos.

Hoy, la energía nuclear representa apenas el 4% de toda la energía consumida en el mundo (no solo eléctrica). Si ese porcentaje no se incrementa, pueden surgir problemas graves.

España, por ejemplo, sufrió recientemente un corte masivo: una nube inesperada redujo la generación solar, y al despejarse de golpe, se produjo un desbalance que dejó sin energía a toda la península durante horas.

Aunque España y Alemania tienen centrales nucleares, enfrentan presiones para cerrarlas. Sin embargo, les resulta difícil prescindir de esta fuente.

Soberanía tecnológica y ciclo del combustible

Entrevistador: *Además de la estabilidad y limpieza, ¿qué otros aspectos hacen estratégica a la energía nuclear para un país como Argentina?*

Si quieres ser soberano en energía nuclear, tienes que ser capaz, como mínimo, de fabricar el combustible. Lo ideal sería poder construir también las centrales, pero el combustible es lo básico.

En Argentina tenemos una línea de uranio natural y agua pesada. Contamos con la planta de agua pesada y la capacidad de fabricar el combustible. Durante años hicimos todo el ciclo: desde la exploración del uranio, pasando por la producción, hasta el desarrollo de tecnología para la disposición final de los residuos. Ese estudio se estaba haciendo en Gastre, Chubut, para instalar un repositorio definitivo donde colocar los residuos nucleares por miles de años.

Ese estudio se interrumpió por presiones de sectores antinucleares, que decían que ya se estaban colocando residuos, lo cual no era cierto. Pero lo cierto es que teníamos esa capacidad, y se fue perdiendo. En los años noventa se cerraron varias áreas, entre ellas la minería de uranio.

En ese momento, el precio internacional del uranio cayó porque, tras la caída de la cortina de hierro, Rusia liberó al mercado su stock de uranio natural. Eso desplomó los precios. Domingo Cavallo [ex ministro de Economía en el gobierno de Carlos Menem y Fernando De la Rúa] nos apretó: mantuvimos unos meses produciendo el 30% del uranio que usábamos e importando el 70%, porque era más barato. Pero hasta ese momento producíamos el 100%.

Al final ganó Cavallo. Cerramos toda la minería. Y tal como sabíamos, cuando quisimos reabrirla, enfrentamos presiones antinucleares y no pudimos hacerlo ni en Mendoza ni en Chubut, que tienen los mejores yacimientos.

En definitiva, la energía nuclear es estratégica porque nos permite, de manera soberana, tener una fuente segura para un desarrollo autónomo, sin pedirle permiso a nadie.

Posicionamiento internacional de Argentina en energía nuclear

¿Cuál es el posicionamiento de Argentina a nivel internacional con respecto a su desarrollo en tecnología nuclear?



Argentina es reconocida. Ha tenido una participación internacional muy activa en el ámbito nuclear. Ya en 1955, antes del regreso de Perón, se realizó el congreso de Átomos para la Paz, donde se presentó el trabajo de Seelmann-Eggebert, un físico alemán que descubrió entre 8 y 12 isótopos nuevos con propiedades radioactivas especiales.

Desde entonces, Argentina ha estado presente en organismos internacionales. Participamos en la creación del Organismo Internacional de Energía Atómica (OIEA) y en sus áreas de regulación y seguridad nuclear. Tuvimos figuras destacadas como Dan Beninson, médico, ingeniero y físico, que hablaba ocho idiomas y fue consejero del Vaticano. Él ayudó a diseñar el sistema de seguridad del OIEA.

Otro referente es Abel González, quien presidió comisiones que investigaron los accidentes de Chernóbil y Fukushima. Vive entre Viena y Buenos Aires, y sigue activo. Rafael Grossi, actual Director General del OIEA, fue embajador argentino en Viena y representante ante el organismo. También presidió el Nuclear Suppliers Group (NSG) entre 2014 y 2016, y volvió al OIEA en 2019.

Argentina tiene reconocimiento, pero no logra consolidarse como referente regional. Colaboramos mucho con Perú: el Instituto Balseiro recibió estudiantes peruanos, incluso militares. Pero nuestros vecinos saben que si gobierna alguien como Macri o Milei, se corta toda cooperación. No hay garantía de continuidad, y eso nos impide ser confiables.

En 2007, hubo una iniciativa de la presidenta Cristina Fernández de Kirchner y su par de Brasil Luiz Inácio Lula da Silva para integrar los sistemas nucleares de Argentina y Brasil. Se plantearon cinco objetivos: construir una central conjunta, unificar capacidades de enriquecimiento de uranio (nosotros por difusión gaseosa, ellos por centrifugación), coordinar congresos técnicos, compartir radioisótopos y avanzar en regulación. Pero los brasileños se negaron. Aunque públicamente se anunció cooperación, en las negociaciones concretas no quisieron avanzar. Hubo 13 reuniones sin resultados. Lo único que logramos fue un congreso en Foz de Iguazú.

Mi hipótesis es que Brasil nos quiere como socios, pero no como iguales. Admiten relaciones bilaterales, pero siempre con ellos en el centro. Lo viví también en el ámbito universitario, cuando era vicedirector de ingeniería en el Balseiro. En organismos del MERCOSUR, Brasil bloqueaba toda iniciativa de red en la que no fueran protagonistas.

En ese congreso en Foz de Iguazú, éramos 120 personas, 60 de cada país. Encontramos que, salvo en enriquecimiento de uranio, donde Brasil está más avanzado, en todo lo demás están cinco o diez años detrás de nosotros. Pero atención: todo el personal del Centro Experimental Aramar, donde está la planta de enriquecimiento brasileña, son militares.

En el mundo nos ven con respeto, pero también con prevención. Nuestras capacidades civiles molestan casi tanto como las militares que podríamos tener. En Brasil hay voces que desde hace tiempo dicen que deberían tener la bomba. Y ahora, después de lo de Irán, lo están diciendo otra vez.

Tecnología nuclear y presiones internacionales

¿Por qué ciertas capacidades civiles en energía nuclear generan presiones o sospechas internacionales?

Porque hay dos formas principales de fabricar una bomba nuclear: mediante el enriquecimiento de uranio o a través de la producción de plutonio. En ambos casos, se necesita un elemento fisible, es decir, un material que, al recibir el impacto de un neutrón, se divide en dos núcleos y libera una gran cantidad de energía.

El uranio 235 y el plutonio 239 son los elementos fisibles más utilizados. El plutonio 239 ya no existe naturalmente en la Tierra: fue creado en el origen del sistema solar, pero al ser radiactivo, decayó con el tiempo. El único fisible natural que queda es el uranio 235, que representa apenas el 0,71% del uranio natural.

El uranio tiene 92 protones. La mayoría de sus átomos tienen 238 partículas (92 protones + 146 neutrones), pero una pequeña fracción tiene 235 (con tres neutrones menos). Ese es el fisible. Cuando recibe un neutrón, se divide en dos núcleos, liberando energía. Los núcleos resultantes son muy radiactivos y se transforman en elementos más estables.

El uranio 238, más abundante, no se divide al recibir un neutrón, pero puede transformarse en plutonio 239. El plutonio tiene más protones (93 o 94, según el isótopo), porque algunos neutrones se convierten en protones. El plutonio 239 también es fisible, aunque decae más rápido que el uranio 235.

Lo importante es que el plutonio puede separarse químicamente del resto, lo que facilita su uso en armas. En cambio, el uranio 235 y el 238 son químicamente iguales, así que hay que separarlos por técnicas físicas más complejas, como la separación por masa.

Por eso se dice que la bomba de plutonio es la bomba atómica de los pobres: es más fácil de fabricar. Pero no sirve cualquier plutonio. Hay otros isótopos como el 238 y el 240 que no son fisibles y absorben neutrones sin reaccionar, lo que interfiere con la reacción nuclear. Hay que saber cómo producir y separar los isótopos adecuados.

En resumen, tanto el enriquecimiento de uranio como la producción de plutonio permiten fabricar una bomba nuclear, pero cada método tiene sus complejidades. Conocer la tecnología de enriquecimiento te da la capacidad

técnica de fabricar una bomba, porque permite separar el material fisible necesario para iniciar una reacción explosiva.

Entonces, que un país tenga la tecnología para enriquecer uranio lo posiciona como capaz de fabricar una bomba atómica. ¿Por eso surgen presiones internacionales para que los países abandonen el enriquecimiento o no incursionen en él?

Exactamente. Aunque no deberían hacerlo, porque el Tratado de No Proliferación, firmado en 1968, establece que todos los países tienen derecho al uso pacífico de la energía nuclear. En mi opinión, es un tratado de proliferación nuclear pacífica y de no proliferación de armas nucleares. Lo dice explícitamente.

Los países con capacidad deben colaborar con los que no la tienen, para que también la desarrollen. Pero eso nunca ocurrió. Además, el tratado establece que los países sin armas nucleares se comprometen a no desarrollarlas, y los que ya las tienen deben hacer esfuerzos serios para desarmarse. Lo que han hecho, en realidad, es otra cosa.

Desarrollo argentino y el Tratado de No Proliferación

¿Argentina tuvo un reconocimiento internacional como poseedora de la tecnología para enriquecer uranio?

Lo sigue teniendo. Por eso Rafael Grossi es hoy Director General del OIEA. Pero lo que está haciendo Milei ahora pone todo en riesgo. Para mí es gravísimo, porque la gente se está yendo. Y el insumo estratégico más difícil de recuperar es justamente ese: la gente. Pero una planta de agua pesada cuesta dos mil millones de dólares, y no te la venden así nomás.

Argentina firmó el Tratado de No Proliferación recién en 1994. Hasta entonces, no teníamos ninguna obligación. Podíamos hacer la bomba.

Me lo contó alguien de Cancillería: desde 1970 había seis países que se negaban a firmar el tratado. Pakistán, India, Israel, Sudáfrica, Argentina y Brasil. Países raros, como nosotros. **Argentina tiene espaldas geopolíticas que no son proporcionales a su desarrollo nuclear. Y eso nos hace vulnerables. Nos patotean, y hay que ver si podemos bancarlo. Cada cosa que se pierde es muy difícil de recuperar.**

¿Por eso la planta de enriquecimiento de uranio se construyó en secreto?

El 70% de las centrales nucleares del mundo funcionan con uranio enriquecido. Eso les da a los países que controlan esa tecnología el poder de decidir quién puede generar y quién no.



La decisión de construir la planta la tomó Castro Madero [exPresidente de la CNEA], durante el gobierno militar, y se hizo en secreto porque sabían que, aunque tuviéramos derecho, nos iban a presionar fuerte. Y eso fue lo que pasó después con la presidencia de Raúl Alfonsín, pero ya teníamos la planta hecha.

La tecnología que se eligió es antigua, por difusión gaseosa. Creo que se eligió porque teníamos un físico que era un mago en cerámicos, que son clave para regular la porosidad de los filtros. Curiosamente, hubo varias muertes tempranas en ese sistema: el que desarrolló los cerámicos, el que diseñó el sistema de detección, Castro Madero, y el jefe de planta cuando se reactivó en el gobierno de Cristina.

En ese momento no teníamos por qué no hacerlo. Pero sabíamos que, si lo hacíamos, venían apretadas grandes. Y así fue. Después llegaron las presiones de Menem.

Geopolítica nuclear y control internacional

¿Cuáles son los países más interesados en la no proliferación de la tecnología nuclear?

En los años 70, India hizo explotar su bomba atómica, presumiblemente con plutonio producido en los reactores CANDU que había comprado a Canadá. Eso generó una campaña feroz de Estados Unidos contra Canadá, que terminó retirando todo respaldo a India. Hoy India sigue sola, pero está construyendo 13 centrales CANDU.

A raíz de ese episodio, se formó el Club de Londres, que luego derivó en el Nuclear Suppliers Group (NSG). Este grupo publica las circulares informativas INFCIRC 254 del OIEA, que establecen las condiciones para que un país sea elegible para recibir exportaciones de tecnología nuclear.

La serie 1 de esas circulares define las normas generales, como tener firmado el Tratado de No Proliferación. Pero ahora también exigen el protocolo adicional, que es mucho más restrictivo. En Argentina lo han intentado aplicar varias veces, pero hemos resistido.

El NSG está manejado por una mesa chica: Estados Unidos, Rusia y Francia. Yo los vi salir juntos de reuniones privadas, y después las políticas estaban alineadas. A esa mesa se suman Alemania, Reino Unido y Países Bajos, que tienen en conjunto la empresa Urenco Global, fabricante de las centrifugas para enriquecer uranio. Esa tecnología es la más eficiente hoy: cuesta una décima parte de lo que cuesta la difusión gaseosa, que es la que usamos nosotros. [para enriquecer uranio]

Además, nuestra planta de enriquecimiento de uranio está parada. Y la política que implementa esta gente se refleja en las circulares INFCIRC: la serie 1 regula

el acceso general, y la serie 2 se enfoca en tecnologías de uso dual, como ciertos caños o fibras de carbono que pueden usarse tanto en petróleo como en enriquecimiento de uranio.

El activo estratégico: el capital humano

¿Cuál considera que es el activo más valioso que posee nuestro país en lo referido al desarrollo nuclear?

Yo siempre digo que el activo estratégico es la gente. Es lo que se llama "intangible". El otro día lo decía José Luis Antúnez. Igual los fierros son caros. Una planta de agua pesada costó mil millones de dólares, hoy saldría dos mil. Y es un bien estratégico, porque reconstruirla implicaría no solo dinero, sino también presiones políticas.

En la línea de uranio natural, la instalación estratégica es la planta de agua pesada. Incluso creo que es lo más complejo tecnológicamente. El agua pesada se usa al principio, en el inventario inicial, y luego hay que reponer pérdidas. En Argentina, eso implica unas 20 o 30 toneladas por año.

¿Entonces desde el cierre de la planta en 2017 estamos importando agua pesada?

Sí, desde 2017 hasta hoy la importamos. Y ya no queda a quién comprarle. Eso es lo más grave. Canadá liquidó sus plantas, y Rumania destruyó la suya por presiones internacionales.

No me constan las razones oficiales del cierre en 2017, pero casualmente ocurrió durante la presidencia de Mauricio Macri. Ahora hay intención de transferirla a la provincia de Neuquén. Está ubicada a 60 km de la capital, camino a Bariloche. ¿Qué van a hacer? No se sabe. Pero nunca tuvieron buena relación con la planta.

La empresa que la gestiona también presta servicios al sector petrolero. Les convenía mantener la planta porque recibían fondos de la CNEA, que probablemente también sostenían parte de esos servicios. Pero si perdemos la capacidad de fabricar agua pesada, vamos a tener problemas. Es una capacidad estratégica.

¿Si perdemos esa capacidad, dejaríamos de tener un ciclo autónomo de combustible?

No, porque el agua pesada no es combustible. Aunque históricamente se la incluyó en el ciclo por razones administrativas. El ciclo de combustible incluye: exploración de uranio, producción, trituración del mineral, lixiviación con ácido sulfúrico, obtención del sulfato de uranio, y procesamiento para obtener la "torta amarilla" (yellow cake).

Antes se hacía en Mendoza, se purificaba en Córdoba y se transforma en UO_2 (óxido de uranio), un polvo negro que se convierte en cerámico. Con ese cerámico se hacen pastillas que se colocan en tubos de zircaloy (aleación de circonio). Se agrupan en conjuntos de 37 barras: en Atucha son de 5 metros, en Embalse son horizontales y más cortas. Eso es el combustible nuclear.

¿El combustible que estamos hablando es el de uranio natural?

Nuestro combustible es óxido de uranio natural, una mezcla de uranio 238 y 235. Tiene 0.71% de uranio 235 que es el fisil. Las de uranio enriquecido tienen cuando está fresco el combustible entre 4 o 5% de uranio 235. Porque han enriquecido el uranio, en Isotopos por 235. Eso quiere decir enriquecer. Entrás con 0.71% pero por un proceso físico, sacas un uranio al 5%.

Tecnología y evolución de Atucha I

¿Por qué Atucha I dejó de usar uranio natural y pasó a uranio enriquecido al 0,85%?

En Atucha I se hizo ese cambio para mejorar el quemado del combustible. El uranio natural tenía una concentración de 0,71%, y con eso el combustible duraba aproximadamente un año. Al pasar a uno levemente enriquecido, con 0,85%, logramos que dure el doble: dos años.

La parte metálica del combustible es cara, especialmente en Atucha. Es un diseño similar al del combustible enriquecido que puede durar hasta siete años y medio. En realidad, la duración se mide en megavatios-día por tonelada, pero lo importante es que permanece más tiempo en el reactor. Así, logramos reducir casi a la mitad el uso de combustible en Atucha I. En Embalse no lo hacemos porque el combustible es mucho más barato y liviano. Tan liviano que se puede levantar con la mano.

¿La conversión de Atucha I fue tecnología 100% argentina?

Totalmente. Que yo sepa, no lo hace nadie más. En su momento estuve en un departamento de estudios tecnológicos y económicos del ciclo de combustible. Lo armé yo, porque nadie sacaba las cuentas de cuánto nos costaban las cosas. Era la época de Menem, y me pareció fundamental tener ese dato.

Primero hay que saber cuánto cuestan las cosas. Después vemos qué hacemos, pero sin ese dato no se puede decidir. Además, había muchos desarrollos de investigación en distintos sectores de la CNEA aplicables al ciclo de combustible que no se estaban usando. Hicimos un estudio y encontramos 111 desarrollos que no habían llegado a producción. Los que sí llegaron fueron, por ejemplo, el del uranio levemente enriquecido.

Primero hay que hacer un estudio teórico: calcular los neutrones, el flujo, bajar la radiación, porque la planta no está diseñada para operar con más potencia. No se trata de sacar más potencia, sino de reducir el costo del combustible, porque se usa menos.

Y eso es clave. Bajamos un 3% el costo del kilovatio-hora. Pero lo más importante es que se reduce el volumen de combustible gastado. Eso significa menos residuos, y que las piletas de almacenamiento duran más tiempo.

Atucha I fue diseñada para operar 25 años. Ya lleva 50. Todo el combustible gastado en esos 50 años está almacenado en una pileta del tamaño de un gimnasio mediano, con 8 metros de profundidad.

¿En 50 años solo generó residuos que entran en una pileta de natación?

En una pileta grande, sí. Por eso, cuando hablamos de residuos nucleares, están ahí adentro. Hay que hacer algo con ellos, no pueden quedar ahí para siempre.

¿Entonces podríamos considerarla una energía limpia?

Es limpia porque no genera anhídrido carbónico, o sea, dióxido de carbono. Y además, a diferencia de las centrales térmicas, no se emite a la atmósfera. El CO₂ va directo al aire. Hay formas de capturarlo, pero son caras. Nosotros lo tenemos todo controlado.

Además, una tonelada de uranio produce tanta energía como entre 14 y 17 toneladas de combustible fósil.

El origen del CAREM y los reactores modulares

¿Cómo surge la idea del CAREM? ¿Cuál fue su impacto en el desarrollo argentino?

En el año 84 o 85, a un ingeniero de la CNEA se le ocurre desarrollar reactores chicos, bajo ciertas condiciones. Hay una ley bastante aceptada en la industria que dice que el costo unitario de un producto baja cuando se fabrican muchas unidades. Es decir, si una fábrica produce mil unidades, cada una sale más barata que si produce cien. Es la economía de escala.

Entonces, ¿por qué un reactor más chico puede competir con uno grande? La propuesta era hacerlo intrínsecamente seguro, que se refrigerara por convección natural, y que pudiera fabricarse en líneas de montaje. Eso abarata los costos, al menos en teoría. Además, tiene otra ventaja: al ser módulos pequeños, se pueden montar más rápido y empezar a amortizar la inversión casi de inmediato. Un reactor grande tarda unos diez años desde que se decide hasta que entra en funcionamiento. Y durante esos diez años estás gastando plata sin recuperar nada. En cambio, con estos reactores chicos, el retorno debería ser más rápido.

Esa idea fue copiada. Hoy hay unos 80 proyectos similares en el mundo. Pero el primero fue el CAREM, nuestro reactor. La idea nació acá, de un físico que trabajaba en INVAP, Juan José Gil Gerbino, que ahora está jubilado. Hoy esto se ha convertido en una moda. Y cuando algo tan sofisticado y difícil de entender se vuelve moda, es peligroso. Se presta a que se lo use como activo financiero. Muchos proyectos de SMR (Small Modular Reactors) cotizan en bolsa, pero no han demostrado nada de lo que prometen. No han probado que sean más baratos que los reactores grandes. Y ninguno funciona por convección natural todavía.

El CAREM, en particular, aún no está operativo. Es muy innovador, y eso lo hace complejo. Cuando trabajás con conceptos tecnológicos nuevos, siempre aparecen problemas —los famosos “bugs”, como dicen los norteamericanos. Y como son sistemas que interactúan entre sí, se vuelve más complicado.

Cuando los chicos que están ahora a cargo dicen que no es vendible, yo creo que tienen razón. Así como está, no se puede vender. Por ejemplo, la esfera de contención es muy compleja, la hicieron necesariamente complicada. Pero bueno, es un prototipo. Y los prototipos están para eso: para probar soluciones tecnológicas innovadoras. Algunas funcionan, otras no.

Lo que hay que hacer ahora es terminarlo, aunque sea con métodos convencionales. Yo lo arrancarí con convección natural, pero le pondría bombas por si acaso. Se supone que va a funcionar con un sistema electromagnético para mover las barras de control sin perforar la tapa. Yo, por las dudas, haría los agujeros igual. El reactor tiene que funcionar.

Lo valioso del CAREM es que los chicos que lo desarrollaron ya saben qué innovaciones pueden andar, cuáles no van a andar nunca, y cuáles se pueden modificar para que funcionen. Eso es lo que hay que aprovechar.

Pero esa gente se está yendo, y en masa. Se están yendo a dos empresas: Atkins Realis, canadiense, con sede en Buenos Aires, y Meitner Energy.

La Política actual de Gobierno en materia nuclear. Migración de talento y fuga de capacidades

¿Cómo afectan las medidas que está tomando el gobierno al desarrollo nuclear argentino?

Para mí, lo más grave es que este gobierno mantiene los sueldos bajos en todo el sistema nuclear. Incluso la autoridad regulatoria se está quedando sin gente. Y sin capacidad de regulación, no se puede operar. Históricamente, Argentina ha sido reconocida mundialmente por su capacidad regulatoria. Estamos perdiendo eso porque la gente se va a trabajar a otra cosa.



Pero lo más grave es que toda la gente del CAREM se está yendo a Meitner. ¿Qué es Meitner? Es una empresa que fundó alguien para desarrollar el reactor que promociona Demien Reidel [presidente de Nucleoeléctrica Argentina]. Reidel es físico del Balseiro, socio de Milei. Se recibió de físico, se fue a estudiar economía a Estados Unidos y ganó mucha plata en Wall Street. Pero de tecnología nuclear no sabe nada.

Tiene compañeros que sí saben, de su misma camada. Creo que Germán Guido Lavalle [actual Presidente de CNEA y vicepresidente de Nucleoeléctrica] es de esa camada. Ingresaron juntos: Germán fue a ingeniería, Reidel a física. Como eran solo 30, se conocen todos y mantienen vínculos de toda la vida. Pero Reidel no sabe de esto. Lo que sí sabe es de finanzas.

El ACR 300 es un reactor que propuso INVAP. Es un diseño argentino, patentado en Estados Unidos. Reidel dice que lo va a tener funcionando en cinco años, lo cual me parece muy improbable. No hay forma de que eso funcione en cinco años.

El CAREM tiene un avance del 85% aproximadamente. ¿Y el ACR 300, en qué estado está?

El CAREM tiene un avance del 85%, sí, pero todavía hay cuestiones de ingeniería que no están resueltas. En cambio, el ACR 300 está en cero. Es apenas un dibujo, un papelito.

Ahora, gran parte del equipo del CAREM terminó en Meitner, que es la empresa que está desarrollando el ACR 300 y están entusiasmados. Es un proyecto nuevo, se conocen entre ellos, tienen toda la experiencia acumulada del CAREM y están empezando a trabajar.

Pero, por más rápido que se muevan, en cinco años no hay forma de que eso funcione. Necesitas cinco años para el diseño, cinco para la licencia y cinco para la construcción. Son procesos que se superponen, no son estrictamente secuenciales, pero igual necesitas unos quince años. En ningún lugar del mundo se ha hecho en menos tiempo.

Como usted mencionó, el CAREM tiene un diseño y tecnología innovadora. ¿Qué tipo de tecnología tiene el ACR 300?

El ACR 300 es mucho más convencional. Lo único curioso son los generadores de vapor, que es donde el agua caliente del reactor se transforma en vapor a través de otro circuito de agua. En este caso, son horizontales, lo cual es raro.

Conozco al tipo que los diseñó. Es un "loco lindo", muy creativo. De cada diez ideas que tiene, una sale bien, y esa que sale bien es brillante. Pero las otras nueve son una locura. Así que no sé si esto va a funcionar. Sacó la idea de algún lado, hay otro diseño similar. Se supone que eso facilita la construcción de la



esfera de contención, pero bueno... Este muchacho trabaja en INVAP. Lo cierto es que INVAP patentó el ACR 300 en Estados Unidos. Está claramente pensado para desarrollarse allá.

Si INVAP lo patentó en Estados Unidos, ¿qué rol cumple Meitner?

Meitner es una empresa formada en un 40% por INVAP y en un 60% por un inversor estadounidense desconocido. Tiene sede en Delaware, que es un paraíso fiscal, y no se sabe quiénes son los dueños. Algunos dicen que es un grupo pakistaní, otros —según búsquedas con inteligencia artificial— hablan de una familia irano-estadounidense. En definitiva, no sabemos quiénes son.

Tienen sedes en Estados Unidos, y también en Buenos Aires y Bariloche. Los chicos que trabajan en el Centro Atómico Bariloche se pasan a Meitner sin moverse de ciudad. Es una forma de mantenerlos trabajando en el lugar. Esa es la única ventaja: que no se dispersa el equipo. A esa empresa hay que recuperarla. Hay mucha plata invertida y mucho tiempo también. Y ese tiempo no se recupera fácilmente.

Estamos hablando de la gente que trabajaba en el CAREM. Pero, además, Meitner y Atkins Realis no solo se están llevando gente del CAREM, también están captando personal del área de Proyectos de Nucleoeléctrica Argentina (NASA), que fue la que terminó Atucha II y la extensión de vida de la Central Embalse.

Esa área es tan buena que los canadienses vienen a pedirles ideas. Hay un canadiense, Tim Freeman, que trabajó con ellos durante la extensión de vida de Embalse. Quedó impresionado con la ingeniería argentina. Los muchachos inventaron una forma de sacar los generadores de vapor de Embalse, que originalmente no estaban pensados para ser removidos. Los cortan, los sacan y los reemplazan. Ese procedimiento lo están usando ahora en Canadá y en China. Lo inventó un argentino que, creo, todavía está acá... aunque no sé si ya se fue a Atkins Realis.

Los canadienses me dijeron: "No queremos llevarnos gente, queremos trabajar con ustedes". Pero ahora están llevándose gente. Habrá que ver qué pasó cuando fueron a hablar con Reidel, y si él les dijo que no, que se la lleven directamente.

Entonces, el SMR tiene varios problemas. El CAREM, en particular, es muy innovador, pero lo que realmente vale es la experiencia de la gente que lo desarrolló.

Además, funciona con uranio enriquecido. Nosotros podríamos desarrollar el proceso de enriquecimiento por centrifugación. Tecnológicamente, lo podemos hacer. Pero hay que estar dispuestos a soportar las presiones en contra de los

países desarrollados. Básicamente de Estados Unidos, pero también de Francia y Rusia.

Geopolítica del uranio enriquecido

¿Entonces estamos importando el combustible de uranio enriquecido para abastecer a Atucha I y a los reactores de investigación?

Sí, estamos comprando el de Atucha I. El uranio enriquecido al 5% —el U-235— llega así y en CONUAR [Combustibles Nucleares Argentinos] se hace un blend: se mezcla con uranio natural y se obtiene un combustible con una concentración de 0,85%, que es el que usamos.

En el caso de los reactores de investigación, como el RA3 y el RA6 de Bariloche, todo el combustible es importado. Lo que pasa es que esos reactores casi no consumen combustible, puede durar 20 años. El uranio original del RA1 venía de Estados Unidos. Te lo prestaban y después había que devolverlo. Pero hoy se puede comprar, como se compra para Atucha I.

Ahora, si por ejemplo, el 30% de tu generación eléctrica depende de que te provean uranio enriquecido, estás en una posición vulnerable. Los países proveedores pueden usar esa necesidad para imponer condiciones. Por ejemplo —y odio decirlo— lo más probable es que sean los chinos. Te pueden decir: “Mirá, si aflojás un poco con el tema de la zona de pesca, capaz que te alcanza el uranio enriquecido que te tengo que vender”.

Hoy, el principal proveedor de servicios de enriquecimiento de uranio para Estados Unidos es Rusia. Estados Unidos casi no enriquece en su propio territorio. Tiene una planta muy vieja de difusión gaseosa que están tratando de reactivar, porque dependen de los rusos, los franceses, los ingleses, los alemanes y los holandeses. Y ahora, con el conflicto en Ucrania, tienen problemas con todos ellos. El principal proveedor sigue siendo Rusia, y el segundo es Francia.

Pero claro, eso es Estados Unidos. No es lo mismo que nosotros. Y ahí entra lo que te decía sobre la espalda geopolítica. Una cosa es jugar en ese club, con respaldo político y económico, y otra es jugar con lo que tenemos. Si no somos autosuficientes, vamos a tener problemas.

Lo bueno es que ya tenemos la tecnología. Somos autosuficientes en eso. Aunque no producimos uranio, desde el punto de vista tecnológico no es un problema. Tampoco lo es desde el punto de vista de inversión. Ahora se está hablando de producir. Tenemos minas, no son las mejores —no tienen la calidad de las de Canadá o Australia— pero tenemos uranio y sabemos procesarlo.

¿El sistema con uranio natural es más conveniente que el sistema con uranio enriquecido?

Las centrales que usan uranio natural son un poco más caras que las que usan uranio enriquecido, pero el combustible es más barato. Entonces, más o menos se compensa. Lo que pasa es que la inversión inicial es mayor. El 70 u 80% del costo del kilovatio-hora generado corresponde a la amortización de esa inversión.

Por eso es tan importante que las centrales nucleares duren 60 años, como ocurre hoy. Al principio se diseñaban para 25 o 30 años, porque no se sabía cuánto iban a durar. Ahora se sabe que pueden durar 60, y ya hay algunas licenciadas para 80. Se les hace un “revamping”, una actualización tecnológica, y se les extiende la vida útil. Eso se hizo con Embalse y se está haciendo con Atucha I.

El problema es que, cuando se hacen proyectos nucleares, se amortiza en el plazo del crédito. Entonces, si el crédito es a 25 o 30 años, se busca recuperar la inversión en ese tiempo, y eso altera los números del costo por kilovatio-hora. Por eso tiene que ser el Estado el que lo impulse.

Tecnología CANDÚ y oportunidades de exportación

Ahora estamos poniendo toda la atención en los SMR, como el CAREM, y estamos dejando de lado una oportunidad que tenemos con los canadienses —o incluso sin ellos. Porque sin los canadienses también podemos. Pero me parece que hay que negociar con ellos, porque es de interés mutuo.

Ellos ya no tienen capacidad de producción de agua pesada, y tampoco les alcanza la capacidad de ingeniería. Y en CONUAR están casi seguros de que no tienen capacidad industrial suficiente para producir todo lo que necesitan para los 6000 MW nucleares que quieren instalar.

Ellos son los dueños del diseño [Centrales CANDU]. Si hacemos un acuerdo justo, podemos salir a vender juntos. Y si no se puede llegar a un acuerdo con los canadienses —que puede pasar— podemos ir con los indios. Aunque los indios están peleados con los canadienses, tienen la misma tecnología. Son bastante más chapuceros, pero tienen lo necesario.

Estamos hablando de la tecnología CANDÚ, como la que se usa en la Central Embalse. ¿Argentina puede exportar esa tecnología?

No, en las circunstancias actuales no. Nosotros compramos la tecnología y estamos autorizados a replicar Embalse dentro del territorio argentino, pero no a venderla afuera. Si hacemos un acuerdo con los canadienses, ahí sí podríamos salir al mercado. Además, ellos tampoco pueden hacerlo solos. Tendríamos que ir juntos.

Hasta los años 90, la política internacional era más sencilla. Había dos bloques, estabas alineado con uno o con el otro, todo era más claro. Ahora está todo

mezclado. El principal cliente y proveedor de China es Estados Unidos. Entonces, separar las cosas es mucho más difícil.

Lo que proponen los BRICS es simplemente una plataforma de respaldo para negociar en igualdad de condiciones con todos los países. Algo que no pasaba con Estados Unidos o Europa, que suelen imponer políticas de dependencia, muchas veces de tipo neocolonial. Se supone que esto es distinto. En principio, esas serían las condiciones con las que entraríamos al BRICS.

En ese marco, negociar con los canadienses —por más que sean hijos del rey de Inglaterra— es necesario. Hay que ver qué podemos sacar de ahí. Ellos nos necesitan más que los indios, y ni hablar más que los chinos. Pero aun así, los chinos quieren comprar servicios nuestros. Tienen dos CANDÚ y quieren construir dos más. Se los van a comprar a los canadienses porque no quieren meterse en el desarrollo de esa tecnología.

El caso HUALONG y la negociación con China

¿Por eso los chinos ofrecieron el proyecto para construir la central nuclear HUALONG?

Yo me opuse. Durante toda la campaña del Presidente Alberto Fernández estuve en contra de la HUALONG porque era un proyecto tapón para el CANDU. Nosotros pedíamos hacer un CANDU. Podíamos construir el 70% de la parte nuclear. Además, era un proyecto que teníamos desde 2014, negociado por José Luis Antúnez, que fue Presidente de Nucleoeléctrica Argentina.

La idea era construir un reactor CANDU financiado por los chinos, pero lo hacíamos nosotros. Podíamos contratar algunos servicios de ingeniería a los canadienses y comprar las turbinas a los chinos, porque ni ellos ni nosotros las fabricamos. Y después, cuando termináramos el CANDU, arrancábamos con una HUALONG. Pero la HUALONG funciona con uranio enriquecido.

Parte del convenio con los chinos —no se si aun está vigente ya que lo estaban por cancelar— incluía que la empresa china de combustibles acordara con la CNEA, que es la dueña de CONUAR, la transferencia de tecnología de combustible. Pero esa transferencia era solo de los cerámicos y del metal, no del enriquecimiento. Jamás se habló de transferencia de tecnología de enriquecimiento. Los chinos no van a entregar eso, como no lo entrega ningún país. No están en el cartel nuclear que presiona, pero tampoco tienen necesidad de ceder ese privilegio.

Y tienen razón. Si Estados Unidos recupera influencia en la región y nosotros tenemos una central china de uranio enriquecido, en vez de comprarle el servicio de enriquecimiento a China, lo vamos a terminar comprando a Estados Unidos. Y eso no les conviene.



Todo esto fue en 2014. Se termina el gobierno de Cristina, llega Macri, paraliza el proyecto y quieren cerrar la opción CANDU para siempre. Quieren declarar que nunca más se va a hacer CANDU en Argentina. Nosotros la recuperamos cuando volvimos al gobierno.

Pero ¿cómo se puede declarar que no se va a usar nunca más la tecnología CANDU?

Sí, con el argumento de que está fuera de moda, que es una tecnología antigua que ya no se usa. No es así, pero bueno, son sus argumentos.

Nosotros retomamos el diálogo con los chinos. Fuimos directamente a continuar lo que estaba negociando Gadáno, el referente nuclear de Macri. Gadáno viajó 13 veces a Pekín y no logró avanzar nada. Nosotros, en seis meses, sacamos un acuerdo. Un acuerdo comercial y técnico, aunque no político ni económico.

Ese acuerdo iba a entrar en vigencia cuando se cumplieran ciertos puntos: conseguir la financiación, que el Estado argentino lo declarara prioritario, y que se aprobara el convenio entre la empresa china de combustibles y la CNEA para la transferencia de tecnología.

Se negoció durante un año, pero los chinos no querían transferir la tecnología. Querían que trabajáramos bajo licencia, pagando 75 millones de dólares. En su momento, los alemanes nos regalaron la tecnología cuando nos vendieron Atucha I, y así aprendimos a fabricar el combustible de uranio natural. Los chinos, en cambio, nos pedían 75 millones y no nos transferían nada. Teníamos que trabajar bajo licencia. Y si hacíamos alguna innovación, se la quedaban ellos.

¿Esta tecnología era para el combustible que alimentaría a la central HUALONG?

Para la HUALONG, claro. Nosotros estamos en condiciones de copiar esa tecnología. Son combustibles que duran mucho más tiempo, están reforzados, pero no son muy distintos a los de Atucha I. O sea, los podíamos haber replicado, pero los chinos nunca cedieron en la negociación con la gente de la CNEA.

El problema es el que te mencionaba antes: si Estados Unidos nos vuelve a considerar parte de su patio trasero —como parece que está ocurriendo— los chinos quedan afuera, colgados en la brocha. Entonces, hasta que no consolidemos un proyecto nacional, va a ser muy difícil hacer algo serio. Ni acá, ni con China, ni con nadie. Porque no sabemos cuánto va a durar.

Proyecciones y mercado nuclear global

Digamos que se está perdiendo una oportunidad de exportar la tecnología CANDU junto a los canadienses o los indios, y además de exportar agua pesada.

Totalmente. A terceros países, sobre todo. Yo hice esa cuenta. Y dependiendo de cómo se den las cosas, podríamos exportar entre 2.500 y 10.500 millones de dólares por año. Es mucha gaita, y además son fuentes de trabajo con salarios altos.

En realidad, es muy probable que lo que salga al mercado sea un diseño que están desarrollando los canadienses ahora, llamado MONARK. En vez de tener 600 megavatios como Embalse, tendría 1000. Es un tamaño similar al de la HUALONG. En volumen sería mayor, porque al funcionar con combustible al 0,71%, como el CANDÚ, se necesita más espacio para el núcleo. Son centrales más grandes.

Además, nos pidieron participar en el desarrollo. O al menos lo hacían. Está todo dado. Pero bueno, también hay críticas por la vinculación con la corona británica.

¿Esa rentabilidad se podría usar para financiar otros proyectos?

Como las centrales que podríamos construir acá, sí.

Yo hice un cálculo alguna vez. Para 2050 —que es la fecha objetivo para alcanzar el balance cero de emisiones de dióxido de carbono— hay que reemplazar todo el carbón que se usa para generar electricidad, todo el petróleo que se usa para movilidad (autos, camiones), y todo el gas, tanto para generación como para calefacción y procesos industriales. Eso representa el 75% del consumo energético global.

Si queremos reemplazar todo eso con electricidad, y que al menos el 10% de la energía primaria provenga de centrales nucleares —hoy estamos en 3 o 4%— se deberían estar construyendo unas 1700 centrales nucleares simultáneamente en el mundo de acá a 2050. Y hoy se están construyendo apenas 60.

Si quieres hacerlo con SMR, que tienen más o menos una décima parte de la potencia, tenés que multiplicar ese número por 10 para alcanzar esa proporción. Si realmente querés solucionar el problema, tenés que pensar en muchos megavatios nucleares. Y para eso, lo más lógico es construir centrales grandes.

O sea que la tendencia racional es contraria a la moda.

Totalmente. Para mí, lo racional es otra cosa. Además, los SMR ni siquiera han demostrado que funcionan. Lo que hay —lo que llaman SMR operativos— son dos rusos, que en realidad son reactores navales, de rompehielos. Los sacaron de la fábrica y los montaron en un barco que opera en un puerto.

Los chinos tienen dos SMR. Uno es un reactor de bolas, muy divertido pero extremadamente innovador. Son bolas de grafito con uranio, refrigeradas por

gas. Trabaja a 700 grados centígrados. Es novedoso, experimental. Las bolas se cargan por arriba y se retiran por abajo, ya gastadas.

Después tienen otro SMR más convencional, diseñado para producción en serie. Tienen dos. Pero mientras tanto, siguen construyendo 30 centrales grandes. De esas, unas 20 son HUALONG, y otras dos son EPR, que son francesas. Los chinos fueron los primeros en terminar centrales francesas de 1600 megavatios. También están haciendo algunas de gas y otros proyectos experimentales.

Hay muchas tecnologías nucleares, como las breeder, que generan más combustible del que consumen. Y todas esas son centrales grandes.

El Futuro de la energía nuclear

¿cómo ve el futuro de la energía nuclear?

Yo creo que inevitablemente va a crecer. Se ha revertido la percepción que había. El otro día me preguntaban a qué lo atribuía, y lo pensé bastante. Humberto Eco decía que la tecnología es al siglo XX lo que la magia fue a la Edad Media. Y yo creo que la tecnología nuclear es al siglo XX lo que la brujería fue a la Edad Media: un grupo de gente con conocimientos especiales que, según algunos, nos hace daño sin que lo notemos. Es una idea muy arquetípica, muy profunda, que aparece cuando se le da manija en contra.

Ahí se apoyan los grupos antinucleares, que sabemos que están financiados, en gran parte, por las petroleras. Pero me parece que esa narrativa se está revirtiendo. Las energías renovables, por distintos motivos, no pueden —a mi juicio— reemplazar completamente a los combustibles fósiles. Si queremos encarar en serio el problema del cambio climático, tenemos que incorporar un porcentaje importante de energía nuclear. Para mí, el mínimo es 10%, y debería ser mucho más.

Para alcanzar los objetivos de reducción de emisiones al 2050, se deberían construir 1700 reactores. No me acordaba bien la cifra, pero es esa. El problema es que, en esta coyuntura internacional, nadie se anima a invertir. Sin embargo, hay unos 59 países —di una charla hace poco sobre esto— que han mostrado interés. Los llaman “nuclear newcomers”. Algunos tienen un desarrollo tecnológico muy bajo, otros más avanzado.

Creo que la energía nuclear va a tener un rol importantísimo en los próximos años, en todo el mundo. Pero es un mal momento para las inversiones, porque hay mucha incertidumbre sobre el futuro global. Incluso se habla de guerra nuclear, y ahí la cosa se complica.

Son proyectos a largo plazo, con inversiones muy grandes. Nosotros calculábamos 6.000 millones de dólares para la CANDU, y 8.200 millones lo que nos pedían los chinos por la HUALONG. Es una inversión importante.

¿Las características particulares de la energía nuclear la hacen difícil de reemplazar por otra energía limpia?

La hidroeléctrica podría ser, pero está limitada por el caudal de los ríos y por cuántos ríos tenés. Además, ya se hicieron las obras más baratas. Las que quedan requieren obras mayores, como inundar más tierras, y eso tiene un costo social.

¿Tiene un impacto ambiental también?

Puede ser positivo. Por ejemplo, un lago en Santa Cruz no viene mal. Claro que cambia el ambiente. Si mirás imágenes satelitales de las dos represas sobre el río Santa Cruz, al lado de una de ellas hay varios círculos de riego completamente verdes. No sé qué sembraron, pero si ponés agua aun en esos terrenos, podés cosechar alimentos.

Fusión nuclear: promesa y realidad

¿Y la energía de fusión nuclear puede ser una alternativa?

Mirá, yo tengo conflicto con eso. Hay físicos que están encantados. Pero los que estamos más cerca de la tecnología nuclear convencional decimos que a la fusión nuclear hace 80 años que le faltan 20 años.

Yo hago un razonamiento adicional. En Occidente, el proyecto más avanzado es uno conjunto entre cinco o seis países desarrollados, como Estados Unidos. O sea, va a ser caro. Si la energía de fisión ya es cara, la de fusión va a ser más cara aún. Entonces no va a estar al alcance de cualquiera.

¿La fusión nuclear está en fase experimental?

Todavía no. Están avanzando. Han logrado reacciones que antes no tenían balance positivo: gastaban más energía en producir la reacción que la que obtenían. Ahora parece que rompieron esa barrera, ya están sacando más energía que la que invierten. Pero eso fue hace cinco o seis años. Y no sé cómo estará ahora, porque con todo el conflicto internacional, con las guerras, no hay mucho ánimo de cooperación ni de inversiones poéticas.



“No nos conforma, solo, describir la realidad.
Buscamos explicarla y entender que nos pasa
para repensar el camino y superarnos...”