

El plan nuclear brasileño y la bomba atómica

INTRODUCCION

Según las informaciones de la prensa internacional, la oposición de Estados Unidos al plan nuclear brasileño se fundamentaría en la necesidad de detener la proliferación nuclear, impidiendo que Brasil llegue a estar en condiciones de fabricar bombas atómicas utilizando explosivos obtenidos en la proyectada usina de enriquecimiento de uranio o producidos en las centrales nucleoelectricas y extraídos en la planta de reprocesamiento de combustible.

Estas afirmaciones, que no son incorrectas porque *en principio* es cierto que se podría obtener un explosivo atómico por esos procedimientos, han impresionado fuertemente a la opinión pública general, no especializada pero ciertamente influyente. Sin embargo, se puede demostrar, y es lo que haremos en este artículo para beneficio de ese mismo sector de la opinión, algo que los expertos en asuntos nucleares conocen muy bien:

a) Para producir el plutonio para bombas atómicas, mucho más conveniente y barato que instalar y operar una central nucleoelectrica es utilizar un *reactor plutonigeno*, procedimiento simple, económico y eficiente que fuera empleado con todo éxito para producir el explosivo de las primeras bombas atómicas (a plutonio) de EE. UU., la URSS, Gran Bretaña, Francia e India.

b) La operación eficiente de un programa nucleoelectrico de varios miles de megavatios, como está proyectado que sea el brasileño, exige la absoluta seguridad de un perfecto funcionamiento del ciclo de combustible correspondiente al conjunto de todas las centrales en funcionamiento. En las condiciones actuales del mercado mundial y para un país del grado de desarrollo de Brasil, la forma más racional de manejar ese complejo ciclo es disponer de fuentes propias de uranio enriquecido y de facilidades propias para el reprocesamiento del combustible. En consecuencia, nada tiene de siniestro, y por el contrario responde a la más estricta racionalidad técnico-económica, que Brasil haya decidido instalar esas unidades en su propio territorio; no hacerlo podría poner en grave peligro el funcionamiento armónico del proyectado conjunto de usinas nucleoelectricas.

Si todo esto es cierto, como lo es, y si EE.UU. lo sabe, como sin duda lo sabe, habrá que sospechar que su oposición no obedece al temor de la proliferación nuclear sino a causas de otra naturaleza, como podría ser su interés en establecer en forma definitiva el cartel nuclear que hace ya casi dos años comenzara a organizarse en el llamado Club de Londres (fundado en forma secreta en junio de 1975 por EE.UU., Gran Bretaña, Francia, Alemania Occidental, Canadá y... la URSS) con el objetivo de ejercer el más severo control sobre la tecnología nuclear en todo el planeta, regulando estrictamente la producción y el comercio de bienes y servicios nucleares no sólo para hipotéticos fines bélicos sino fundamentalmente para concretas y pacíficas aplicaciones comerciales.

EXPLOSIVOS PARA BOMBAS ATOMICAS

Una bomba atómica consiste esencialmente de un explosivo y de los sistemas auxiliares que hagan posible su encendido y detonación. Si bien estos últimos (reflector, cargas huecas para la implosión, dispositivo de ignición, etc.) son mecanismos sumamente complejos, los trabajos de Theodore Taylor, el más famoso diseñador de explosivos nucleares, publicados hace ya varios años y que fueron la base de la ya popular tesis de un estudiante del MIT, demostraron acabadamente que ellos podían ser fabricados a partir de informaciones contenidas en la literatura técnica no clasificada. La conclusión final de Taylor es que si se dispone del explosivo, se puede construir una bomba atómica.

Tres son los explosivos atómicos posibles: uranio 235 (U235), plutonio 239 (Pu239) y uranio 233 (U233), pero hasta ahora sólo los dos primeros han sido utilizados. El uranio 235 está contenido en el uranio que se encuentra en la naturaleza, pero en muy pequeña proporción: en cada kilogramo de uranio natural hay apenas 7 gramos de U235; el resto (993 gramos) es uranio 238 (U238) que no sirve como explosivo. Para fabricar una bomba hay que comenzar por concentrar el U235, de manera de llegar a obtener 995 gramos, o más, por cada kilogramo de uranio natural. A esto se llama "enriquecer el uranio" y por razones físicas resulta un proceso muy complejo y costoso; por eso es que a la bomba de U235 se la llama la "bomba de los ricos": EE.UU. y la URSS dispusieron de ella desde el principio (la de Hiroshima fue una bomba de U235), no así Gran Bretaña y Francia, cuyas primeras bombas fueron de plutonio. También de plutonio ha sido la primera bomba de la India y seguramente lo será la de Israel. En cambio, y para gran sorpresa de todo el mundo, especialmente de los soviéticos, la primera bomba atómica

china no fue de plutonio, como se esperaba, sino de U235, incluso fabricada antes aún que la similar de los franceses.

El uranio 235 tiene otro uso: con un enriquecimiento mucho menor que el empleado para bombas (de 20 a 30 gr/kilogramo) se emplea como combustible en las centrales nucleoelectricas llamadas a "uranio enriquecido", que se diferencian de las centrales a "uranio natural" en que éstas utilizan U235 con el enriquecimiento natural de 7 gramos/Kg. El enriquecimiento de U235 para centrales se realiza en plantas similares a las empleadas para el enriquecimiento de U235 para bombas. Y eso es lo que los americanos dicen que van a hacer los brasileños una vez que dispongan de su proyectada planta. Sin embargo, ello es poco probable, por lo siguiente:

a) Si se dispone de una planta para enriquecer hasta 995 gr/Kg (para bombas) es obvio que ella sirve para enriquecer hasta 20-30 gr/Kg, puesto que para ello bastará con detener el proceso cuando se llegue a ese tenor de enriquecimiento. La inversa es teóricamente cierto, pero de difícil realización práctica: una planta que enriquece hasta 20-30 gr no se puede utilizar sin modificaciones costosas e importantes (incluso físicamente voluminosas y, por lo tanto, fácilmente controlables) para enriquecer hasta 995 gr/Kg.

b) El convenio brasileño-alemán acuerda la instalación de una *planta piloto*, de un procedimiento de enriquecimiento (el de las toberas) que no sólo no ha probado aún su factibilidad en escala industrial sino que difícilmente podría ser utilizado para los elevados enriquecimientos requeridos para explosivos.

En consecuencia, lo único que puede decirse es que Brasil aprenderá la tecnología del enriquecimiento y que, consiguientemente, podría eventualmente en el futuro enriquecer uranio para bombas. Pero para eso tendrá que realizar instalaciones de más de un orden de magnitud superiores a las que hoy tiene en proyecto, así como asumir su elevado riesgo tecnológico.

La bomba de plutonio (como la de Nagasaki) utiliza como explosivo Pu 239, que es un elemento artificial producido por la transmutación del uranio 238, transmutación que ocurre en el seno de un reactor nuclear. Es un proceso físico inevitable: en el uranio que se utiliza en un reactor (sea uranio natural, es decir, con sólo 7 gr/Kg de U235 y 993 gr/Kg de U238, o enriquecido con 20-30 gr/Kg de U235 y el resto de U238), el uranio 235 se fisiona y produce energía al tiempo que el uranio 238 se transmuta en plutonio 239. Por eso todo reactor nuclear es una fábrica de plutonio, que lo producirá en cantidades que dependen de sus características técnicas y de su régimen de funcionamiento. Para tener una idea de esas cantidades, digamos que una central nucleoelectrica como la de Atucha, en Argentina (de 320 Mw de potencia eléctrica), puede producir unos 150 Kg de Pu/año; en la central Angra dos Reis, de Brasil (600 Mw

de potencia), actualmente en construcción por la empresa Westinghouse de los EE.UU., la producción anual de Pu podría llegar a ser de unos 200 Kg. Son cantidades importantes, sobre todo si se tiene en cuenta que para fabricar una bomba se necesitan apenas unos 5 Kg (¡hay diseños más sofisticados para los que bastan 2 kilogramos!).

Es cierto, entonces, que una central nucleoelectrica produce plutonio y, por lo tanto, que Brasil podría disponer de ese explosivo una vez que sus centrales estén en funcionamiento. Sin embargo, hay una complicación importante y que modifica sustancialmente este panorama. Para que el plutonio sirva como explosivo, tiene que ser Pu239 por lo menos al 90%, aunque en principio se lo podría emplear con purezas menores (de hasta el 70%), pero la bomba sería más compleja de fabricar, más peligrosa de manipular y mucho menos eficiente; ocurre que en el reactor se produce una mezcla de varios plutonios, incluyendo plutonio 240, una variedad que no sólo no sirve como explosivo sino que es nociva para el Pu239 (por eso se dice que "envenena" al 239). Hay además una relación muy estrecha entre la cantidad de Pu240 producida y la cantidad de energía entregada por el uranio: cuanto más energía produce el reactor, más Pu240 y, por lo tanto, la mezcla es menos apta para explosivos. Por eso, si se quiere Pu239 más puro, hay que hacer un gran sacrificio en la economía de la central: hay que obligar a que cada Kg de uranio entregue 20 veces menos energía que la que podría entregar en condiciones normales. Y esto no sólo afecta la economía sino que hace muy fácil el control, ya que una inspección de las que realiza rutinariamente el Organismo Internacional de Energía Atómica detectaría muy fácilmente que el combustible se ha utilizado nada menos que 20 veces menos que lo que debiera haber sido.

La solución, por supuesto, es obvia: construir un reactor destinado exclusivamente a la producción de plutonio, al que por eso mismo se llama *reactor plutonígeno*, que presenta varias ventajas decisivas:

a) *Materiales*

Un plutonígeno puede utilizar uranio natural, disponible en la mayoría de los países y se lo puede construir con unas 40 T de uranio y aun menos. Si bien hay plutonígenos que emplean agua pesada (de difícil obtención) como moderador y refrigerante, se los puede construir utilizando grafito como moderador y como refrigerante un gas como el anhídrido carbónico, materiales ambos de fácil obtención. Así, por ejemplo, si bien Argentina no dispone de agua pesada propia para construir un plutonígeno, ya en 1963 había desarrollado la tecnología de producción de grafito nuclear a partir de materias

primas abundantes y baratas. Los plutónigenos a grafito fueron los empleados en EE.UU., URSS, Gran Bretaña y Francia para producir el plutonio de sus primeras bombas atómicas.

b) *Tamaño*

Mientras que una central nucleoelectrónica para que sea económica no puede tener una potencia eléctrica inferior a los 300-400 Mw (equivale a una potencia térmica de 1100 a 1300 Mw), un plutónigeno razonable puede tener una potencia térmica de 30 a 40 Mw, capaz de una producción anual de una decena de kilogramos de plutonio.

c) *Auxiliares*

Una central nucleoelectrónica, por simple que sea, requiere de toda una batería de máquinas, equipos, instrumentos, etc., para la producción y despacho de la corriente eléctrica. Todo eso es innecesario en un plutónigeno que sólo produce calor (que se utiliza para calentar agua y producir vapor de agua, como en una caldera) y plutonio. Es por eso que la operación diaria de un plutónigeno es mucho más sencilla que la de una central y, en consecuencia, el personal especializado principal y auxiliar mucho menor en número.

d) *Costos*

Como consecuencia de todo lo anterior, el costo de inversión, y también los costos de operación de un plutónigeno, resulta varias veces menor que el de la central nucleoelectrónica más simple.

Hay también una ventaja más, también significativa. Para separar el Pu239 del uranio donde fue producido por transmutación, se requiere una planta química compleja, pero que es más simple y económica para el plutónigeno que para la central, ya que en el primero debe extraer el Pu de pequeños trozos de uranio metálico de unos 10-15 cm de largo y 0,25 cm de diámetro, envainados (para su protección en el reactor) en una camisa de aluminio —así diseñados porque su único fin es producir plutonio—, mientras que en el segundo lo debe hacer de pastillas de óxido de uranio encapsuladas en tubos de 60 cm de largo (o más) y 0,25 cm de diámetro, de una aleación de zirconio (el zircalloy), más difícil de tratar químicamente que el aluminio.

Finalmente, por su tamaño y por la simplicidad general de sus instalaciones, un plutónigeno se puede confinar mejor que una central y su acceso se puede controlar más rigurosamente (caso del reactor de Dimona, en Israel).

Cabe agregar que el costo de instalación y operación de las unidades necesarias (plutonígeno más planta de separación) para la producción de Pu239 es del orden de 10 veces menos que el necesario para las instalaciones equivalentes empleadas en la producción de U235 al 95% y es por eso que a la bomba de Pu se la conoce como la "bomba de los pobres". Vale la pena decir, sin embargo, que en materia de "eficiencia criminal" ambas bombas son igualmente mortíferas; la diferencia en favor de la de U235 es que se dice que ésta es la única que se puede emplear como "gatillo" de la bomba de hidrógeno, y así ha ocurrido en todos los casos conocidos, con la sola excepción de la primera bomba de hidrógeno de Gran Bretaña que utilizó como "gatillo" una bomba de plutonio.

En conclusión: si un país de mediano desarrollo decide fabricar artefactos nucleares, el camino más simple, racional y económico es elegir Pu239 como explosivo y producirlo en un reactor plutonígeno. Así lo ha hecho la India y también Israel. Así podría hacerlo Brasil, si quisiera. Porque debe entenderse que para países de ese grado de desarrollo industrial el problema de hacer una bomba atómica no es un problema técnico, económico o financiero. Es simplemente el problema político de tomar o no la decisión de hacerla. Tal es el caso de la Argentina, que ya desde 1970 está en condiciones técnicas de fabricar un artefacto nuclear; si no lo ha hecho es sencillamente porque su gobierno decidió que *no debía* hacerse, fiel a la tradición pacifista del país, ya que si decidiese lo contrario, en apenas cuatro años y a un costo no mayor de 250 millones U\$ Argentina podría detonar un artefacto similar al de la India.

EL CICLO DE COMBUSTIBLE

EE.UU. objeta a Brasil su decisión de instalar una planta de enriquecimiento de uranio y una planta de reprocesamiento de combustible. Para apreciar la racionalidad de tal decisión hay que comprender cómo es el ciclo que recorre el combustible de una central nucleoelectrónica. Analicemos primero el caso más sencillo de una central a uranio natural, como la de Atucha (Argentina). El uranio se extrae de minerales argentinos, se purifica, se lo transforma en óxido, se lo compacta en barras cilíndricas del largo del pulgar que son encapsuladas en tubos de zircalloy, formando así las llamadas barras combustibles. Se las introduce en el reactor, donde permanecen un cierto tiempo, que depende de la energía que se desee extraer de cada una de ellas. Por razones técnicas y económicas no se las puede dejar hasta que se hayan agotado (o "quemado", como se dice metafóricamente) los 7 gramos/Kg de U235 que son la fuente de su energía; en promedio, se las retira cuando se han consumido unos

3 gramos de U235; están entonces fuertemente radiactivas, deben ser telemanipuladas y almacenadas cuidadosamente. Pero además contienen plutonio (mezcla de 239, 240 y otros) que, siendo un material fisiónable similar al U235, tiene valor económico, ya que en principio podría utilizarse en combustible de reactores. Ello no ocurre todavía en escala comercial, pero es seguro que lo será con los reactores que se instalen después de 1990. En consecuencia, el combustible "quemado" de Atucha tiene valor económico futuro, pero *no* es obligatorio reprocesarlo de inmediato para retirar el valioso plutonio. La economía de funcionamiento de Atucha se calcula *como* si ese plutonio tuviese valor cero, o aun valor negativo, ya que hay que pagar un costo significativo por el almacenamiento del combustible quemado.

En el caso de una central a uranio enriquecido (por ejemplo, Angra dos Reis en Brasil), el uranio podrá o no provenir de minerales nacionales, pero su enriquecimiento deberá efectuarse en el exterior. Una vez enriquecido aproximadamente al 3% se lo transformará en óxido de uranio que será compactado en barras cilíndricas y encapsuladas en tubos de zircalloy para constituir las barras combustible. Ya en el reactor, éstas permanecerán allí hasta que se haya quemado la cantidad de U235 que sea técnica y económicamente conveniente. En promedio, de los 30 gramos U235/Kg iniciales se quemarán unos 21 gramos, tras lo cual las barras serán retiradas. Pero éstas no sólo contendrán plutonio, como ocurría con las barras de uranio natural, sino también un importante remanente de U235 (unos 9 gramos/Kg) que no se puede tirar y ni siquiera almacenar por mucho tiempo porque ello afectaría seriamente la economía de la central. Es entonces *obligatorio* reprocesar ese combustible quemado, operación en la que se recuperará ese resto de U235, que será destinado al enriquecimiento de otras partidas de uranio, al tiempo que se extraerá el plutonio.

Enriquecer y reprocesar son etapas *ineludibles* si se instalan centrales a uranio enriquecido, no así para centrales a uranio natural, y esa fue una de las razones poderosas que llevó a la Argentina a elegir la línea del uranio natural (centrales de Atucha, en operación, y de Embalse en Córdoba, en construcción). El problema es dónde y cómo efectuar esos procesos. Para responder hay que conocer, entre otras cosas, el estado actual y futuro de la oferta y demanda mundial de esos servicios.

En materia de enriquecimiento de uranio la situación es muy difícil por el lado de la oferta: hasta hace algunos años E.E.UU. se comprometía a abastecer toda la demanda de enriquecido tanto para reactores de investigación como para centrales, al tiempo que las plantas propias de la URSS, Gran Bretaña y Francia estaban en condiciones de abastecer sus propios mercados. Pero la demanda comen-

zó a crecer aceleradamente mientras que la oferta quedaba estanca-
da, por demora tanto en la aprobación de la instalación de nuevas
plantas en EE.UU. como la construcción y montaje de las plantas co-
rrespondientes a dos nuevos consorcios internacionales, Urenco (aso-
ciación de Gran Bretaña, Holanda y Alemania Occidental) y Euro-
dif (asociación de varios países encabezada por Francia). La conse-
cuencia es que en el momento actual la política de suministro de
enriquecido es muy errática y totalmente al arbitrio del vendedor;
así EE.UU. no entrega para nuevos compromisos si el pedido no se
realiza con 10 (!¡diez!!) años de anticipación a la fecha de entrega,
por lo que varios países de la órbita occidental (Francia, Irán, Ale-
mania, etc.) han tenido que recurrir nada menos que a la URSS para
asegurar su abastecimiento. Eurodif tiene completamente comprome-
tida su producción de la próxima década, por lo que ha decidido
instalar una segunda planta. Urenco, que emplea un método de en-
riquecimiento diferente del clásico de difusión gaseosa, utilizado por
americanos, rusos, ingleses y franceses, ha comenzado ya a tomar
compromisos en firme, aunque en verdad recién acaba de pasar de
la etapa piloto.

Frente a esta difícil situación de la oferta, ¿qué puede hacer un
país que, como Brasil, ha decidido instalar no una o dos centrales
a uranio enriquecido, sino cerca de una decena, para *garantizar* la
provisión de un combustible? Simplemente lo que ha hecho: tratar
de contratar en el exterior tanto combustible futuro como le sea
posible conseguir y, al mismo tiempo, proyectar la instalación de su
propia usina de enriquecimiento. No hacerlo significaría poner en
grave peligro un programa de varios miles de millones de dólares,
así como una buena proporción de su abastecimiento energético
durante las próximas décadas.

En lo que se refiere a reprocesamiento, conviene ante todo com-
prender que una planta destinada exclusivamente a extraer el plu-
tonio de los elementos combustibles de un reactor plutonígeno es
mucho más simple y barata (por ejemplo, la planta de la India) que
una destinada a recuperar uranio enriquecido remanente y a extraer
plutonio, como es la que se necesita para tratar los elementos com-
bustibles de una central nucleoelectrónica.

Si el objetivo fuera exclusivamente obtener Pu239, resultaría muy
poco racional instalar y operar este segundo tipo de planta. Tam-
poco sería muy razonable instalarla si se tratase de reprocesar ele-
mentos combustibles de hasta unas tres o cuatro centrales nucleoe-
léctricas. Pero, en cambio, hay acuerdo entre los expertos que di-
cha planta resultaría económica si tuviese que servir a más de me-
dia docena de centrales de potencia superior a los 800 Mw, especial-
mente en el caso de que ellas estén instaladas en un país alejado —y,
por lo tanto, con elevados costos de transporte y seguros— de las

plantas actualmente en operación comercial, ubicadas en EE.UU., Francia y Gran Bretaña. Este razonamiento es el que decidió a Japón a instalar su planta de Tokai, destinada a atender las necesidades de su ambicioso plan nucleoelectrico. ¿Puede extrañar entonces que los brasileños hayan llegado a una decisión análoga? Su proyectada planta de reprocesamiento es la mejor respuesta al problema de atender el ciclo de combustible de un parque nuclear de varios miles de megavatios, donde anualmente, y por varias décadas, circularán decenas de miles de barras combustibles que recorrerán todas las etapas del ciclo, desde el mineral de uranio hasta la recuperación del costosísimo uranio enriquecido remanente, de valor económico inmediato, y la extracción del plutonio, de valor económico futuro.

COMENTARIOS FINALES

1.— Si Brasil, o cualquier otro país de similar grado de desarrollo industrial (Argentina, México, Australia, Checoslovaquia, Sudáfrica) decide fabricar bombas atómicas a plutonio, no hay problemas técnicos, económicos y financieros que puedan impedir que lo haga a un costo razonable (en términos del tamaño de su economía) y en el plazo de unos pocos años. En cambio, sería irracional, al tiempo que muy fácilmente controlable por el Organismo Internacional de Energía Atómica, que tratase de hacerlo con plutonio obtenido en centrales nucleoelectricas.

2.— Se argumenta en ciertos círculos que por más pacífico y controlado que sea su programa nuclear, a través de su ejecución Brasil se capacitará para la fabricación de bombas. Por supuesto que sí, y eso es inevitable para cualquier país de esas dimensiones que lleve adelante un programa nuclear de cierta magnitud, que es lo que naturalmente ya ha ocurrido en Suecia, Bélgica, Italia, España, Suiza, Argentina, etcétera.

3.— Un argumento al que se da mucha importancia es que Brasil se niega a suscribir el Tratado de No Proliferación Nuclear (llamado NPT), lo que sería una prueba de sus siniestras intenciones. Desconozco las causas por las cuales Brasil no adhiere a ese tratado, pero conozco en cambio el fundamento de la actitud argentina, también opuesta a la firma del NPT: simplemente porque ese singular documento, cuya intención declarada es ayudar a impedir una conflagración nuclear, establece toda clase de exigencias y controles... a los países que *no* tienen armamento nuclear, mientras que los poseedores de monstruosos arsenales nucleares pueden seguir más o menos como siempre. Por eso un delegado argentino ante Naciones Unidas afirmó que el NPT "desarma a los desarmados"; algo así como si para defender la moral pública se controlase rigurosamente a los

mudos para evitar que entonen canciones obscenas o se prohibiese a los ciegos ver películas pornográficas y a los paralíticos bailar apretaditos.

4.—Se pretende también que el ambicioso programa brasileño debiera provocar una actitud recelosa de la Argentina y profundizar así la supuesta rivalidad entre ambas naciones. Esto ha sido negado enfáticamente por las autoridades argentinas; actitud que no es mera retórica diplomática sino que tiene sólido fundamento. Si bien los planes nucleares de ambas naciones tienen diferencias significativas, ellos persiguen el mismo objetivo: lograr capacidad autónoma de decisión en materia nuclear, y capacidad autónoma de producción de aquellos bienes y servicios nucleares que resulten técnica y económicamente factibles y convenientes. Durante más de 20 años ésta ha sido la meta permanente de la política nuclear argentina y la razón de ser de sus importantes desarrollos en minería y metalurgia de uranio, en el desarrollo de elementos combustibles, en el diseño, ingeniería, construcción y montaje de reactores nucleares de experimentación, en la importante participación de la ingeniería y de la industria nacionales en las centrales nucleoelectricas de Atucha y Córdoba. Pero para obtener y sostener esta autonomía tecnológica nuclear —que los países centrales no están dispuestos a aceptar de buen grado— Argentina necesita que muchos otros países, y particularmente los de América Latina, puedan alcanzar la suya propia. Esta ha sido la meta permanente de su política de cooperación técnica en este campo, como lo demuestra terminantemente el reciente acuerdo con Perú, que asegura la máxima participación peruana en el diseño, ingeniería, construcción y montaje de las diversas plantas, varias de ellas con tecnología propia argentina, que constituirán el Centro de Investigaciones Nucleares que se instalará en las proximidades de Lima.

En consecuencia, al decidirse Brasil a caminar en la misma dirección, están creadas las condiciones para establecer con la Argentina una colaboración muy amplia y sobre bases sanas, porque ambos obtendrán beneficios concretos, al tiempo que los fortalecerá frente a las presiones externas que hoy se ejercen sobre Brasil y mañana lo serán sobre la Argentina. Y esto tendrá sin duda consecuencias que excederán en mucho lo estrictamente nuclear, como lo ha dicho certeramente Helio Jaguaribe: "La llave de la independencia de América Latina es el entendimiento argentino-brasileño. Más aun que, para Europa, el entendimiento franco-alemán. Y la llave del entendimiento argentino-brasileño es la cooperación nuclear".