

Programas de Energía Nuclear en el mundo en desarrollo: su fundamento e impacto

INTRODUCCION

A principios de la década de los cincuenta, algunos países en desarrollo iniciaron la investigación y el desarrollo de la energía nuclear. Se crearon Comisiones de Energía Atómica, organizadas con base en el modelo de instituciones semejantes pertenecientes al mundo desarrollado y se establecieron programas extensivos para poner el potencial atómico al servicio de áreas tales como la producción de energía, agricultura, industria y medicina. Alrededor de una docena de países, incluyendo Argentina, Brasil, México, India, Israel, Corea del Sur, Egipto, Yugoslavia, España, Filipinas, Taiwán y Turquía, han estado comprometidos durante más de veinte años en tales programas, cuya principal característica fue la instalación de reactores nucleares de investigación con financiamiento y ayuda técnica importada. El hecho es que muchos de esos países han ido hoy día más allá de la etapa del reactor de investigación y poseen instalaciones nucleares de tamaño razonable, incluyendo reactores de energía nucleoelectrónica y significativas capacidades en diversas fases del ciclo del combustible: talleres, producción de materiales energéticos y reprocesamiento de los mismos.

Durante los últimos cinco años, la política para desarrollar una capacidad y una infraestructura nucleares ha sido objeto de pesados ataques, tanto por parte de los países en desarrollo como de los desarrollados. Los principales argumentos que se esgrimen por parte de este cuerpo de críticos pueden resumirse de la siguiente manera:

1) Cualquier ventaja que pueda poseer la energía nuclear queda destruida por una variedad de ventajas. Es un sistema socio-técnico peligroso y de alto riesgo, que es vulnerable a la inestabilidad política y social, y plantea peligros para la salud tanto a corto como a largo plazo. De hecho, no está lejos de ser un mal inherente;

2) El establecimiento de un programa nuclear, aunque esté destinado ostensiblemente a propósitos pacíficos, tiene sin embargo como objetivo implícito a largo plazo la manufactura de armas y de bombas;

3) Los programas nucleares no son de relevancia inmediata o di-

recta para la satisfacción de las necesidades básicas de las masas en el mundo en desarrollo, sino que constituyen otra manifestación de una forma de organización, producción y distribución centralizada, que ha tendido a exacerbar la pobreza y la desigualdad en el Tercer Mundo, y

4) Un fundamento importante para el desarrollo de programas de energía nuclear, a saber, la producción barata y eficiente de electricidad, se pierde cuando otras fuentes de energía *sui generi*, hasta ahora descuidada por la mayor parte del mundo en desarrollo, son consideradas seriamente. Más aún, estas opciones alternativas, que incluyen la energía hidroeléctrica, solar, geotérmica y aquella proveniente de la biomasa, pueden ser descentralizadas y compatibilizadas con el medio ecológico y socioeconómico local.

Ciertamente apreciamos el hecho de que una nación deba reexaminar continuamente, a la luz de la experiencia ganada, sus opciones en materia de estrategias de desarrollo y tecnológicas, y la energía nuclear no es una excepción. Sin embargo, la validez de los argumentos antinucleares anteriormente expuestos no puede ser juzgada sin antes examinar el marco económico, histórico y político dentro del cual los países en desarrollo han emprendido actividades nucleares. Nosotros sospechamos que los argumentos de moda esgrimidos contra los programas nucleares de los países de menor desarrollo ignoran este marco, después de la euforia con que fueron recibidos en los años cincuenta y sesenta.

El debate actual sobre la necesidad y conveniencia de que existan programas de energía nuclear en los países en desarrollo ha desviado la atención sobre una pregunta básica: ¿por qué, en primer lugar, los países en desarrollo estaban interesados en la energía nuclear? Casi treinta años después que estos programas fueron requeridos casi de rigor para el desarrollo nacional, esta pregunta merece de nuevo cuidadosa atención.

En este trabajo intentaremos describir el marco de las relaciones internacionales, políticas y económicas durante los últimos treinta años, el cual ha proporcionado un impulso importante a la aceptación generalizada de la energía nuclear en el mundo en desarrollo. No lo hacemos con el propósito de disculparnos por la búsqueda de la energía nuclear o con el fin de atacar otras fuentes alternativas. Más bien, buscamos la restauración de un cierto grado de balance y perspectiva con respecto a ciertos puntos de vista que están emergiendo en materia de energía nuclear y que tienden a restar énfasis a las oportunidades que ésta ha creado en los países tecnológicamente retrasados.

PROGRAMAS NUCLEARES: UNA PERSPECTIVA HISTORICA

Ampliamente hablando, podemos identificar tres fases diferentes en las relaciones internacionales durante los últimos treinta años, que han influido en el curso del desarrollo de la energía nuclear en el Tercer Mundo. El primer período, que comienza con el Proyecto Manhattan y dura hasta alrededor de 1952-1953, fue regido por el Acta de Energía Atómica de los EE.UU., del año 1946, que colocó un embargo sobre la exportación de información y materiales desde los EE.UU. y marcó lo que pudo llamarse una "política negativa". Esta política requería la perpetuación del monopolio sobre el conocimiento y la capacidad nuclear por parte de los EE.UU. No sólo los países en desarrollo fueron excluidos o privados de acceso a la nueva tecnología, sino que también los países aliados, como Inglaterra, estuvieron sujetos a prohibiciones semejantes. Se sabe que el plan Acheson-Lillienthal, que reconocía la imposibilidad de mantener por mucho tiempo más el conocimiento nuclear como un gran secreto, llamó la atención sobre la necesidad de internacionalizar completamente la industria nuclear, como una manera de evitar los riesgos y peligros que se derivaban de las inminentes perspectivas de una proliferación nuclear. Por una variedad de razones, este plan fue rechazado y la línea política oficial continuó basándose en la negativa a compartir los materiales, equipos y tecnologías y a proporcionar asistencia técnica a otras naciones.

Sin duda, sobre una base comercial podrían haberse logrado acuerdos mutuamente satisfactorios, pero otras naciones, en especial los países en desarrollo, encontraron difícil o prácticamente imposible iniciar programas sobre una base meramente cooperativa.

Sin embargo, el problema no fue tan agudo para países como Canadá, Alemania, Francia y Gran Bretaña, que tenían las habilidades científicas y de ingeniería necesarias junto con una tradición tecnológica local suficientemente fuerte, como lo fue para los países en desarrollo que, al menos inicialmente tenían que depender de la asistencia y tecnología externas.

Como ha expresado Glen Seaborg, presidente del Programa de Energía Atómica de los EE. UU., "había muchos de nosotros que creíamos entonces (durante la guerra), como algunos lo creen hoy, que de alguna manera podríamos hacer retroceder el tiempo —detener el progreso científico y negarnos a cooperar con otros países proporcionándoles tecnología y materiales nucleares para propósitos pacíficos". (Seaborg, sin fecha).

Enfrentados con la fría perspectiva de esperar poca o ninguna ayuda de parte de los EE.UU., algunos países en desarrollo dieron un paso adelante y decidieron avanzar solos, movilizando ayuda de donde fuese posible obtenerla. Por ejemplo, en 1953 Argentina compró una planta para la producción de uranio metálico de Alemania Occidental y la instaló en 1954. También en los años cincuenta, Brasil compró a Alemania máquina ultra centrifugas para trabajar en la separación y enriquecimiento de isótopos. India dio pasos, inclusive antes del fin de la guerra (en 1944), para desarrollar una capacidad nuclear local. Con esos diseños y habilidades de ingeniería instaló en 1955 un gran reactor de investigación de agua pesada con asistencia canadiense.

Sin embargo, la política de negación no detuvo la proliferación nuclear. La Unión Soviética en 1949 y Gran Bretaña en 1952 se convirtieron en estados poseedores de armas atómicas, y Francia ya había comenzado un programa de producción sustancial de plutonio. Al mismo tiempo, los estadounidenses interesados por la industria nuclear pedían una política diferente, que pudiera ayudar a establecer un negocio nuclear nacional e internacional.

El segundo período, que comienza con el anuncio del plan de "Átomos para la Paz" en 1953, pueden ser calificados como el período de oro para la energía nuclear. Ahora se estaba proclamando por todos lados que la energía atómica era una panacea para el retraso económico y un poderoso instrumento para el progreso y la modernización de los países menos desarrollados. Los EE.UU. anunciaron su plan de Átomos para la Paz en la Asamblea General de la ONU en 1953. El plan exigía una considerable movilización de recursos bajo la iniciativa de los EE.UU., para aplicar la energía atómica a las necesidades de la agricultura, medicina y otras actividades "pacíficas".

Claramente, la principal intención del Plan de Átomos para la Paz era impedir la emergencia de otros estados poseedores de armas nucleares. Los EE.UU. se habían resignado al hecho de que la URSS y Gran Bretaña formaran ya parte del club nuclear; Canadá hacía tiempo que había decidido renunciar a la producción de armas nucleares; Alemania y Japón tenían restricciones que limitaban su gama de opciones. Esto dejaba sólo a Francia y a los países en desarrollo. Es interesante destacar aquí la observación de Goldschmidt y Kratzer de que en el plan de Átomos para la Paz no existía una prohibición contra la ayuda a naciones que, en ese momento, estuviesen desarrollando esfuerzos independientes, inclusive de naturaleza militar, o sea, Francia. (Goldschmidt y Kratzer, 1978). Por lo tanto, el plan estaba claramente destinado en contra de la India, Brasil y Argentina, que se

habían embarcado en programas nucleares pacíficos, para controlarlos y descorazararlos de desarrollar armas nucleares y de establecer sus depósitos atómicos. Para citar nuevamente a Goldschmidt y a Kratzer, “el fundamento del nuevo concepto de Atomos para la Paz era la política de ofrecer ayuda para usos pacíficos a cambio de compromisos verificados de que la ayuda no sería derivada hacia propósitos militares”. (Goldschmidt y Kratzer, 1978).

Sin duda, la fluida atmósfera de la guerra fría, que prevalecía por aquel entonces, impulsó a los EE.UU. a ofrecer asistencia técnica para la aplicación pacífica de la investigación nuclear antes que la URSS estuviese en posición de hacerlo. Por último, y no menos importante, las consideraciones comerciales reforzaron esos motivos políticos con la perspectiva de proporcionar mercados externos a los intereses comerciales estadounidenses, antes que los capturasen otros países desarrollados. Puesto que, como observan Goldschmidt y Kratzer, “las primeras ventas de reactores nucleoelectrónicos, como también las ventas de los primeros grandes reactores de investigación, contrariamente a lo que se cree, consistieron en unidades de uranio natural manufacturadas por Gran Bretaña, Francia y Canadá, y no del tipo de uranio enriquecido proveniente de los EE.UU.” (Goldschmidt y Kratzer, 1978).

Al Plan de Atomos para la Paz le siguieron las conferencias de Ginebra sobre los Usos Pacíficos de la Energía Atómica en 1955 y 1958, y la creación de la Agencia Internacional de Energía Atómica en 1958 (IAEA). Un importante resultado de tales esfuerzos fue la instalación de reactores nucleares de investigación en diferentes países, incluidos la India (1955), Brasil (1958), Argentina (1958), Congo (ahora Zaire) y Yugoslavia (1960), Venezuela, Taiwán, Egipto y Portugal (1961), Tailandia, Corea del Sur y Turquía (1962), Vietnam del Sur y Filipinas (1963) y Colombia, Irán e Indonesia (1964). Es importante comprender que el principal impulso para el desarrollo de los programas de energía atómica en los países en desarrollo, por razones altruistas, comerciales y geopolíticas, provino de los mismos países desarrollados, y que la IAEA lanzó un ambicioso programa para promover el desarrollo de la investigación nuclear en el mundo en desarrollo.

Se produjeron dos reacciones frente a esta promesa de la edad de oro: algunos países adoptaron una actitud de espera y quedaron satisfechos con recibir reactores de investigación y otros medios, y con mantener en funcionamiento un modesto programa de investigación. Esos países, que podemos denominar *pasivos*, incluyeron naciones como Tailandia, Venezuela, Congo, Colombia, etc., que estaban limitados

principalmente por la falta de medios y cuadros científicos y tecnológicos locales. Por otra parte, países como Argentina y la India, y más tarde Brasil, Corea del Sur y España, tuvieron lo que podría llamarse una respuesta *activa*, originada por la presencia de una tradición científica local suficientemente fuerte, estrechamente alineada con el Occidente. En esencia, esto constituyó la "antesala nuclear" en esos países. Más importante todavía resultó el fuerte liderazgo político de un Nehru o un Perón, factor que fue el principal responsable de que esos países tuvieran una actitud más agresiva, orientada hacia el establecimiento de un programa nacional de energía atómica. No se intenta hacer juicios de valor con esta categorización en países *activos* y *pasivos*. Más bien, es una forma conveniente de distinguir las respuestas de los países en desarrollo. Más aún, los países activos no lo fueron siempre, ni fueron activados al mismo tiempo y por las mismas razones. Es una perspectiva de treinta años lo que hace posible y conveniente colocarlos en una simple categoría, a pesar de algunas diferencias notables.

En 1968 se introdujo un elemento importante en esta estrategia de "control a través de la cooperación", con el Tratado de No Proliferación (NPT), que usa salvaguardas como la herramienta para prevenir la proliferación de armas nucleares. No es tanto un tratado de "no proliferación" *per se* como uno para la "no adquisición" de armas nucleares por estados que no sean los EE.UU., la URSS, Gran Bretaña, Francia y China. La mayor debilidad del tratado, en las palabras del Instituto Internacional de Investigación para la Paz (SIPI), de Estocolmo, es el "desequilibrio entre las obligaciones de y los beneficios para los grupos sin armas nucleares —"los que no tienen"— y aquellos de y para los grupos con armas nucleares —"los que tienen"— (SIPI, 1975).

En esta "edad de la incertidumbre", constituye un dogma básico la aceptación general, por parte de las naciones proveedoras, de que los contratos existentes pueden ser revocados, que las salvaguardas pueden ser aplicadas en forma retroactiva y que unilateralmente se pueden desarrollar e implementar nuevas reglas. Por supuesto, el propósito es el mismo que el de los primeros años de la guerra: prevenir la emergencia de nuevos estados poseedores de armas nucleares por medio de la negación esencial de la ayuda, o al menos, poniendo condiciones tales a ésta que pocos países lleguen a considerarlas desde el punto de vista político suficientemente atractiva como para aceptarla.

En tanto que la estrategia del Acta de No Proliferación era con-

trolar el *evento* de la proliferación nuclear, la nueva política está dirigida al control de la *posibilidad de dicho evento*, por medio de la regulación del acceso a materiales y tecnologías "sensitivas".

LA JUSTIFICACION DE LOS PROGRAMAS DE ENERGIA NUCLEAR
EN LOS PAISES MENOS DESARROLLADOS

Con los antecedentes que proporciona esta perspectiva histórica volvemos a las preguntas que se plantearon al principio: "¿por qué, en primer lugar, los países en desarrollo están interesados en la energía nuclear?" y, a la luz de la descripción previa, "¿por qué los países en desarrollo *activos* establecieron programas nucleares extensivos y sofisticados?".

La base para esta elección fue la comprobación de que al finalizar la Segunda Guerra Mundial la energía nuclear iba a ser un factor fundamental en el "juego de las naciones", con consecuencias de largo alcance que llegarían más allá del campo específico de la energía, y afectarían los campos políticos, económicos y cultural, para nombrar tan sólo unos pocos. Podemos clasificar la naturaleza de la respuesta de los países en desarrollo al desafío nuclear en siete categorías principales. Estas son:

1) *El síndrome de las materias primas:*

La experiencia de los países de menor desarrollo ha demostrado que cada vez que una nueva materia prima llega a ser económica y tecnológicamente importante, su explotación es arrebatada por los países desarrollados a causa de su mayor poder y de su superior disponibilidad de habilidades y recursos. Entre los ejemplos significativos se incluyen el petróleo, la goma, el estaño, el cobre, la bauxita y otros. La reacción inmediata en los países en desarrollos activos (India, Brasil y Argentina, por ejemplo), fue establecer una barrera protectora frente a la agresión extranjera y preservar el interés nacional en el caso de las materias primas de importancia nuclear. Una política explícita reflejada en la temprana nacionalización de esas fuentes de recursos, fue la de buscar el control de los recursos nacionales, reconocidos como poseedores de un enorme potencial económico y político. El objetivo consistía en desarrollar una capacidad nacional para inspeccionar la localización de minerales útiles en conexión con la energía nuclear, para explotarlos de una manera determinada y utilizarlos en una forma considerada esencial para el interés nacional.

2) *El síndrome de las nuevas tecnologías:*

Históricamente, cada vez que se introdujo una nueva tecnología para los servicios públicos en un país en desarrollo, su introducción fue ejecutada directa o indirectamente por los países desarrollados, bajo sus propios términos y a través de sus propios canales. Los ejemplos incluyen líneas férreas, teléfonos, gas natural, electricidad, etc. No había razón para creer que con la energía nuclear fuera a ocurrir algo diferente, frente al monopolio evidente de unas pocas compañías extranjeras. Una vez más esto convenció a los países en desarrollo de que el control sobre las nuevas tecnologías y la destreza para emplearlas eran esenciales si se deseaba derivar de ellas los máximos beneficios para el país. Esto condujo al desarrollo de una capacidad autodependiente en el camino de la ciencia y la ingeniería modernas, como la mejor póliza de seguro para proteger al país de una futura dependencia tecnológica.

3) *El síndrome del prestigio y el poder:*

La ciencia moderna estuvo en la raíz del avance tecnológico en el mundo occidental y ya Francis Bacon pudo afirmar que "el conocimiento es poder". El sentir de los países en desarrollo era: "sí, la energía nuclear puede ser una maravilla, pero a no ser que la comprendamos en todas sus complejas ramificaciones y nos arreglemos para adquirir todo el conocimiento y las habilidades necesarias, será un nuevo y poderoso instrumento para reforzar aún más nuestra dependencia". La energía nuclear fue investida de una considerable cantidad de mística y su grado extremo de sofisticación técnica fue considerado como un desafío formidable para cualquier nación que no quisiera permanecer como un "títere mudo"; sujeto a una perenne manipulación por parte de sus "hermanos mayores". El ser un experto en esta nueva jerga era por consiguiente percibido como un objetivo de prioridad nacional.

Más aún, los militares han sido siempre un determinante importante del prestigio y poder de una nación, y se creía que si no a través de la producción misma de un arsenal nuclear, al menos a través de la capacidad de fabricarlo, los países en desarrollo podrían aumentar su "stock político" en el mundo. Tal vez frente al reto de la pobreza y de otros urgentes problemas del desarrollo, ésta haya sido una aproximación miope y poco realista, pero históricamente la búsqueda de prestigio y poder constituyen "temas reales en un mundo real".

4) *El síndrome de la radiación:*

Los países en desarrollo comprendieron que un número creciente de países desarrollados, tanto del Este como del Oeste, avanzaría con sus propios programas nucleares y que tendría que crear una capacidad relacionada con la protección de sus poblaciones frente a los efectos de la radiación producida por las pruebas y las explosiones nucleares. En vez de ser dependientes de las naciones atómicas, en todo caso interesadas en quitar importancia a los efectos adversos de sus actividades nucleares a nivel doméstico e internacional, los países en desarrollo necesitaban asumir su responsabilidad para comprender cabalmente la naturaleza, magnitud y posibles consecuencias de las explosiones. Lo que es importante subrayar otra vez es que los países en desarrollo no estaban dispuestos a confiar en la información proporcionada por los estados nucleares. Sólo es posible realizar negociaciones efectivas y mutuamente beneficiosas en la medida en que cada socio tenga una información completa de lo que está haciendo el otro y de cómo se verá afectado por las acciones de los otros. (Es interesante notar que hay ahora suficiente evidencia para demostrar que la Comisión de Energía Atómica de los EE.UU. mintió acerca de los accidentes producidos durante las pruebas de 1953 en Nevada a la gente de su propio país). Más aún, existía la necesidad de desarrollar e implementar normas para enfrentar los riesgos para la salud pública derivados del uso de la radiación y de los isótopos radiactivos en la medicina, la agricultura y la industria.

5) *La producción de energía:*

Los países en desarrollo —como todos los otros países del mundo— estaban muy interesados en poseer el todopoderoso poder del átomo para la producción de energía. Era, y todavía es, simplemente increíble comprender que un solo gramo de uranio (menos que una pizca de sal) puede producir tanta energía como muchos millones de gramos de petróleo o carbón. ¿Quién puede resistir tal maravilla? ¿Quién no trataría de explotar ese nuevo recurso energético? ¿Quién aceptaría la negación de este tesoro?

Aún más importante, un elemento clave en la estrategia de desarrollo de los años cincuenta fue la electricidad barata, abundante y confiable, que constituyó un elemento tan vital para Nehru en los años cincuenta como para Lenin en los veinte. La energía nuclear fue a menudo considerada como una de las principales respuestas

a esa demanda por electricidad, especialmente cuando fueron descubiertas importantes reservas de uranio y torio en algunos países en desarrollo. Vale también la pena recordar que, en ese tiempo, las Siete Hermanas controlaban fuertemente el negocio del petróleo, y por esa causa la energía nuclear era considerada como una fuente clave para la independencia energética.

6) *Los efectos de difusión:*

El paradigma del desarrollo a principios de los años cincuenta puso énfasis en la creación de una base industrial fuerte y en la adquisición de capacidades para reducir la brecha económica entre las naciones occidentales y aquellas que recién estaban emergiendo. Las naciones en desarrollo creían que las brechas se ensancharían si no invertían en programas tecnológicamente sofisticados, que demandaban excelencia tanto científica como de ingeniería.

Uno de los propósitos de los programas de investigación en energía nuclear era demostrar al país en particular y al mundo en general que una investigación de gran calidad podía ser llevada a efecto localmente, para crear una atmósfera que ayudara a retener el talento local, que de otro modo emigraría, y para permitir una rápida ampliación del esfuerzo de investigación por medio de la concentración en áreas que tenían un máximo factor de multiplicación eventual (Djerassi, 1969). Como los recursos eran limitados, había que dirigirlos hacia áreas que podían iniciar una reacción en cadena en el avance de la ciencia y el desarrollo de la tecnología.

Un considerable aumento de la confianza en la capacidad local para alcanzar un dominio total de tecnologías complejas fue un factor fundamental para guiar a los planificadores de los países en desarrollo a la deliberada creación y al cuidadoso fomento de los programas de energía nuclear. La confianza operaba en esta forma: "Si nuestra industria y nuestros laboratorios eran capaces de manejar proyectos complejos, por supuesto que serían capaces de hacer lo mismo con cada proyecto que requiera menos sofisticación que un programa nuclear". La principal razón por la cual a menudo un programa nuclear era el punto de partida, fue que el apoyo político se conseguía más rápidamente en esos casos, y tal apoyo era crítico para crear y utilizar las habilidades y los recursos locales. Particularmente en los países en desarrollo, donde los gobiernos han asumido la responsabilidad principal para un esfuerzo de desarrollo deliberado y consciente, el éxito de cualquier programa es críticamente dependiente del apoyo político y burocrático que pueda obtener. Existía una

confluencia única de necesidades científicas y deseos políticos en lo que se refería a los programas de energía atómica.

Por supuesto, estos complejos juegos de factores no operaban simultáneamente en todos los países activos y tal vez ni siquiera en ninguno de ellos. En un país determinado y en un tiempo determinado, había uno o dos factores prominentes, en tanto que los demás no se tomaban en cuenta o incluso se ignoraban. Sin embargo, en forma implícita, todos ellos se presentaban tarde o temprano, e influían en los programas y políticas nucleares. En un lapso de treinta años, ellos llegaron a ser los principales elementos para la creación de escenarios similares.

EL IMPACTO DEL DESARROLLO NUCLEAR EN LOS PAISES DE MENOR DESARROLLO

En base al marco histórico recién descrito, se puede hacer ahora un balance del impacto del desarrollo nuclear en los países en desarrollo activos.

a) Las materias primas nucleares —uranio, torio, zirconio, grafito y litio— están bajo un control nacional total y se ha desarrollado un suficiente conocimiento científico, técnico y económico para garantizar su mejor explotación en relación con los intereses nacionales. Se ha creado una capacidad local para manejar esos materiales, desde los estudios geológicos, a través de la explotación del mineral, hasta la producción de elementos combustibles y otros productos finales;

b) De igual manera, los países en desarrollo activos han superado con éxito el “síndrome de las nuevas tecnologías”: ahora son capaces no sólo de llevar a efecto una investigación científica y tecnológica en el campo de la energía nuclear sino que también son capaces de realizar un gran número de tareas de ingeniería, e incluso de manufacturar componentes, equipo e instrumentos nucleares. Algunos de los países han diseñado e instalado reactores de investigación y de generación de energía mayormente por cuenta propia, y ya ha emergido una industria nuclear nacional. Se han resuelto casi todos los “misterios” de la nueva tecnología, incluso en lo referente a un problema tan complejo como es el reprocesamiento;

c) En el campo de la política exterior nuclear, esos países ya no son meros “títeres mudos” sino que han sido capaces de desafiar abiertamente algunas de las políticas más delicadas de los países más avanzados. Esto lo hicieron en relación con el Tratado de No Proliferación Nuclear y lo están haciendo ahora con la nueva política

de negación. En tanto que muchos académicos occidentales pueden insistir en que no hay correlación directa entre el *status* nuclear de un país en desarrollo y su cociente "prestigio-poder", la mera existencia de un programa de evaluación internacional del ciclo de combustible nuclear (INFCE), propuesto por los EE. UU. como una forma de hacer más aceptable su nueva política y en el cual Egipto, India, Irán, Filipinas, Argentina, Corea del Sur y España participan en forma activa, constituye una clara indicación de que los impactos políticos internacionales generados por los programas nucleares de esos países constituyen una genuina alternativa al dominio tradicional del Gran Poder, como lo prueban los acuerdos Argentina-Perú y España-Chile.

Finalmente, con respecto al impacto del desarrollo de las armas nucleares, la explosión de China fue directamente responsable por la ruptura de la alianza chino-soviética, y la explosión de la India ha puesto absolutamente en claro que llegar a ser un estado poseedor de armas nucleares no es un problema técnico sino político. También ha probado que cualquier política de no proliferación basada en el control de la proliferación "horizontal" entre las naciones, sin abarcar la proliferación "vertical" en el interior de los estados nucleares, está destinada a fallar;

d) En materias tales como el control de los accidentes nucleares y de la salud física, los resultados también han sido bastante satisfactorios. Los países en desarrollo activos han construido una buena capacidad técnica para detectar los accidentes producidos por las explosiones nucleares en territorios nacionales de diferentes partes del mundo. El conflicto Perú-Francia, causado por las explosiones nucleares francesas en el Pacífico, es un buen ejemplo de la significación de tal capacidad.

Con respecto al control de la radiación y los radioisótopos, que es una precondition para cualquier utilización en gran escala de la energía nuclear, estos países han obtenido un grado de competencia suficientemente alto como para hacer posible una protección razonable de la población frente a sus efectos adversos;

e) La difusión de experiencias provenientes de los programas nucleares ha sido la responsable por la introducción de nuevas técnicas, procesos y materiales en diferentes industrias; por la creación de nuevas actividades en el sector económico; por la definición e implementación de normas más rigurosas en el control de calidad; por la creación de nuevas instituciones científicas y por el fortalecimiento de las ya existentes; por el entrenamiento de un amplio

número de personal técnico, gran parte del cual es utilizado ahora en otras áreas; por la apertura de las instituciones académicas a nuevas disciplinas científicas y especialidades de la ingeniería, y por el establecimiento de fuertes lazos entre la comunidad científica técnica local e internacional, y

f) Hasta ahora, la más importante aplicación pacífica de la energía nuclear en todas partes ha sido la producción de electricidad, y por eso es muy natural que ésta haya tenido un papel fundamental en los programas nucleares de los países en desarrollo activos. Pero en sus políticas nucleares de múltiples objetivos, no se veía a los reactores nucleares solamente como otra forma, si bien importante, de producir electricidad, sino como un mecanismo a través del cual se podían obtener otros objetivos, tales como la superación de los varios síndromes y el logro de los efectos de difusión descritos anteriormente. También se los consideraba como un campo de experimentación para obtener el desarrollo de las capacidades locales. (Bhabha 1966, Sábado 1973)

Esto explica la reluctancia de estos países para importar reactores nucleoelectrónicos llave en mano, así como el énfasis concedido a lograr una máxima participación de la industria local y de los esfuerzos locales en todas las etapas del ciclo energético. Sin embargo, los reactores nucleoelectrónicos no fueron introducidos sin prestar la debida atención a los aspectos específicos del problema energético que intentaban resolver; por el contrario, fueron precedidos de profundos estudios de factibilidad, que abarcan temas tales como el presente y el futuro de la provisión y demanda de energía para el país y para una región específica, la disponibilidad y el uso potencial de los recursos energéticos convencionales, tales como la hidroelectricidad y el carbón, la disponibilidad de materiales nucleares, el análisis económico y financiero de los costos de dichas operaciones y la colaboración extranjera. La calidad técnica de estos estudios fue excelente y resultaron tan buenos (o tan malos) como cualquier otro producido al mismo tiempo en el mundo desarrollado.

Por consiguiente, en los términos del modelo de desarrollo prevaliente y del conocimiento científico y tecnológico entonces disponible, la instalación de los reactores nucleoelectrónicos era bastante racional, o al menos tan racional como el establecimiento en los mismos países, y más o menos al mismo tiempo, de industrias tales como la de la industria del hierro y del acero, la petroquímica, la maquinaria pesada u automotriz y otras.

En resumen en el lado positivo de este balance, los países en

desarrollo activos han tenido éxito en el cumplimiento de sus objetivos originales de desarrollar la autodependencia y establecer su dominio y control sobre los problemas de la energía nuclear. Esto ha tenido importantes consecuencias en muchos otros sectores, tanto que ahora "autodependencia", "control" y "dominio" se han convertido en conceptos claves en la lucha de los países de menor desarrollo para obtener una autonomía tecnológica. Como indicó Weinberg, "la actividad científica es infecciosa, y el comienzo en un campo seguramente va a producir frutos en otro" (Weinberg, 1956)

Ciertamente, la situación que hemos descrito no es la misma para todos los países en desarrollo activos y algunos han logrado más que otros. Pero se está propagando, y muy rápidamente en verdad, en todos ellos.

Para una comprensión del lado "negativo" del balance volvamos ahora a los reclamos planteados por los oponentes a los programas de energía nuclear, como ya se esbozó en la introducción. Se dice que algunos de esos aspectos negativos son "genéricos" a la energía nuclear como un todo, tal como sus riesgos y peligros potenciales, mientras que otros son "específicos" a la energía nuclear en los países en desarrollo. Con respecto a lo anterior se ha escrito y dicho mucho, particularmente acerca de la energía nuclear: es una tecnología muy compleja, intensiva de capital y peligrosa. Todavía no se han podido resolver algunos problemas claves, tales como el reprocesamiento comercial, la recolección de residuos y el daño producido por la radiación de bajo nivel. Por supuesto, se puede "vivir con ello", pero el grado de vigilancia continua que se necesita para salvaguardar los reactores y combustibles nucleares requeriría de medidas de control que conllevan el riesgo de una creciente centralización de la "seguridad"

Algunos de los principales aspectos negativos que se han destacado son:

a) La energía nuclear requiere una extensiva base industrial y un cuadro de expertos altamente entrenados para su operación adecuada. Estos están siendo desarrollados principalmente por unos pocos países industrializados y por esa causa esa fuente de energía será sólo una herramienta de los ricos, que dará por resultado un mayor consumo, más desperdicios, y un ensanchamiento de la brecha entre los ricos y los pobres. Los que tienen tendrán más y los que no tienen tendrán menos, no sólo en términos nacionales sino también internacionales;

b) La energía nuclear es otro ejemplo, tal vez el más deslumbrante, de cómo la introducción de una nueva tecnología hace que un país llegue automáticamente a un mercado para casi todo el espectro tecnológico de los países desarrollados. Una vez que se cae en la trampa y se deja entrar ciertas tecnologías, se obtiene todo el repertorio y el resultado es una mayor dependencia tecnológica. Incluso a través de la energía nuclear se está importando un estilo de vida, un patrón definido, cuyo resultado será una mayor alineación cultural;

c) Está también el problema crítico de los costos de oportunidad: el desarrollo de la energía nuclear excluía la posibilidad de otras opciones, tales como las vinculadas con la energía y las fuentes geotérmicas, de manera que se descuiden, e incluso se descarten, las tecnologías más apropiadas para los países en desarrollo;

d) Los peligros inherentes a la energía nuclear serán más difíciles de contener en un país en desarrollo que en uno avanzado. Un accidente como el de Three Mile Island en un país en desarrollo habría terminado en una catástrofe horrible, en un "agujero a China", y

e) Los requerimientos altamente tecnológicos de la energía nuclear exigen un cuadro de expertos muy sofisticado, una élite que contribuirá espontáneamente a fortalecer el carácter elitista preexistente en muchos países en desarrollo.

Recapitulando el lado negativo del balance, los "antinucleares" afirman que la energía nuclear es una mala elección para los países en desarrollo desde todo punto de vista, y que es una tecnología que ayuda a perpetuar los peores aspectos de la dependencia y el retraso.

Llegamos ahora a la pregunta fundamental: el balance final, ¿es positivo o negativo? El debate está lejos de estar cerrado y de hecho nunca lo estará, simplemente porque las condiciones y las circunstancias siguen cambiando aceleradamente.

Sin embargo, creemos que en los años cincuenta esa fue una decisión acertada, especialmente porque en ese tiempo el lado positivo estaba más a tono con el marco político y simplemente se desconocían algunos de los aspectos negativos. Pero lo que fue bueno para los cincuenta puede ser malo para los setenta y los ochenta. Podría ser que para algunos países, los años setenta equivalgan a los cincuenta; los diversos síndromes estén todavía presente y el lado positivo siga siendo válido. Por otra parte, puede haber países para los cuales la situación haya cambiado tan radicalmente como para abandonar o detener los programas nucleares existentes.

Ahora, como entonces, no puede ignorarse el marco político internacional. Con respecto a ello, sólo diremos una última palabra de advertencia: creemos que sería políticamente ingenuo pensar que los países avanzados van a abandonar la energía nuclear, con todas las consecuencias que ello implicaría para los países en desarrollo. Por supuesto, ésta no es más que una creencia.

REFERENCIAS

- H. J. BHABHA, "Science and the Problems of Development", *Science* vol. 151, febrero 4, 1966.
- CARL DJERASSI, "A High Priority: Research Centers in Developing Nations". *Bulletin of the Atomic Scientists*, enero de 1968.
- B. GOLDSCHMIDT y M. KRATZER, "Peaceful Nuclear Relations: A Study of the Creation and Erosion of Confidence". *International Consultative Group on Nuclear Energy Working Paper*, noviembre de 1978.
- J. A. SÁBATO, "Atomic Energy in Argentina: A Case History", *World Development*, vol. 1:8, agosto, 1973.
- GLEN SEABORG, citado en John A. Hall, "Atoms for Peace, or War", *Foreign Affairs*, julio, 1965.
- STOCKHOLM INTERNATIONAL PEACE RESEARCH INSTITUTE, "Preventing Nuclear Weapon Proliferation: An Approach to the Non-Proliferation Treaty Review Conference", enero, 1975.
- ALVIN WEINBERG, citado en S. Dedijer, "The Birth and Death of a Myth", *Bulletin of the Atomic Scientists*, 13, (1957).