

# LA EROSIÓN DEL RÉGIMEN DE NO PROLIFERACIÓN DE ARMAS NUCLEARES\*

ALEJANDRO NADAL EGEA

## INTRODUCCIÓN

EN LA PRIMERA SECCIÓN de este artículo se estudian las perspectivas para la conferencia de revisión del tratado sobre no proliferación de armas nucleares (siglas en inglés: NPT) prevista para 1995, en la que se decidirá si procede o no la extensión del mismo. Se examina detalladamente la posición de México en la última conferencia de evaluación del NPT en Ginebra en 1990.

La segunda sección se concentra en la iniciativa reciente de un grupo de países no nucleares, encabezado por México, para transformar el tratado de prohibición parcial de pruebas nucleares en un instrumento para prohibir *todos* los ensayos nucleares. Esta enmienda fue discutida en una conferencia especial en la ciudad de Nueva York en enero de 1991; del destino final de esta enmienda puede depender la extensión o terminación del NPT en 1995.

## NO PROLIFERACIÓN NUCLEAR

Sesenta y dos países firmaron el tratado de no proliferación de armas nucleares en 1968; entre ellos, tres potencias poseedoras del arma nuclear (Estados Unidos, Unión Soviética y Reino Unido). Las principales cláusulas del tratado son las siguientes:

- a) las potencias poseedoras del arma nuclear se comprometen a no

\* Este artículo forma parte de un proyecto más ambicioso sobre tecnología militar y armamentos estratégicos que recibió el apoyo financiero del International Development Research Center (IDRC) de Canadá. El autor también desea agradecer a Zadalinda González y Reynero por el valioso intercambio de información.

transferir dispositivos explosivos nucleares o los medios para producirlos a los países que no poseen estas armas;

b) los países no nucleares se comprometen a no recibir explosivos nucleares o los medios para producirlos y someterse al sistema de salvaguardas (dispositivos de control, inspección y contabilidad de combustible nuclear) que establezca el Organismo Internacional de Energía Atómica (OIEA);

c) los materiales para la generación de energía eléctrica están excluidos de las prohibiciones anteriores;

d) las partes contratantes se comprometen a llevar a cabo negociaciones para frenar, en el corto plazo, la carrera armamentista nuclear y buscar el desarme completo bajo supervisión internacional;

e) cualquier parte contratante puede proponer enmiendas al tratado. Si una tercera parte de los signatarios lo solicita, se debe convocar una conferencia para considerar la propuesta de enmienda. La enmienda será aprobada por la mayoría de las partes contratantes, siempre y cuando incluya a las potencias nucleares;

f) cada cinco años se llevará a cabo una conferencia de evaluación o revisión del tratado; 25 años después de entrar en vigor, en otra conferencia, se considerará la extensión del NPT.

El NPT es un tratado claramente discriminatorio; a cambio de una promesa de las potencias nucleares para entablar negociaciones sobre el control de armamentos, los países no nucleares renuncian a la posibilidad de tener este tipo de armamento (entre los países poseedores de armas nucleares, Francia y China no firmaron el NPT). Las potencias nucleares también se comprometieron a no utilizar o amenazar con el uso de armas nucleares a los países signatarios del tratado. La guerra del golfo Pérsico es el primer caso de un conflicto armado entre países dotados de armas nucleares y un país no nuclear signatario del NPT. El tiempo dirá cuál será el efecto de esta guerra sobre el futuro del NPT, pero se puede asegurar que las consecuencias no serán positivas.

Una evaluación de los resultados alcanzados con este régimen debe centrarse en el cumplimiento de los compromisos estipulados y en la eficacia de los mecanismos establecidos por el NPT. La conferencia de extensión del tratado se llevará a cabo en 1995 y se vislumbra una dura negociación para conseguir que la vida del NPT sea alargada. Las dos caras de la proliferación de armas nucleares estarán en el centro de la evaluación del tratado: la proliferación horizontal y la proliferación vertical.<sup>1</sup>

<sup>1</sup> El término proliferación horizontal se refiere al aumento en el número de paí-

## PROLIFERACIÓN HORIZONTAL

La asistencia proporcionada a algunos estados en el marco de programas bilaterales de seguridad puede haber conducido a la adquisición de una capacidad tecnológica militar en el ámbito nuclear. El ejemplo más citado es el de Israel, considerado desde hace muchos años como un Estado poseedor de armas nucleares aunque no ha efectuado ningún ensayo nuclear,<sup>2</sup> y ejemplo también de que no se necesita una prueba nuclear efectiva para disponer de armas nucleares.<sup>3</sup>

En otros casos la transferencia de tecnología nuclear ha estado asociada con las operaciones normales de la industria civil. La industria nuclear internacional ha entrado en una profunda crisis desde finales de los años setenta y el mercado internacional se ha encogido notablemente. Por esta razón, los proveedores de tecnología nuclear (para plantas nucleoelectricas) han entrado en una intensa guerra comercial. Las formas de competencia en esta industria pasan por los canales tradicionales, como fuentes de financiamiento, colaboración técnica en la ingeniería de proyectos, facilidades para una mayor integración nacional en los proyectos y, sobre todo, acceso a la tecnología (incorporada

---

ses con armas nucleares; la proliferación vertical, a la expansión cuantitativa de los arsenales nucleares ya existentes. Existe cierta ambigüedad en el uso de estos términos. El emplazamiento de armas nucleares norteamericanas en Europa, por ejemplo, no es interpretado en el marco del NPT como "proliferación horizontal" porque, en última instancia, el control final sobre el uso de dichas armas permanece con las fuerzas armadas de Estados Unidos. A esta interpretación tradicional del NPT se puede oponer el siguiente razonamiento jurídico: los países que aceptaron el emplazamiento de ese tipo de armamento en su territorio han delegado el control sobre esas armas y eso implica que han tenido un poder originario sobre el armamento nuclear desplegado en su territorio.

<sup>2</sup> Se considera que Israel posee más de veinte cargas nucleares que pueden ser transportadas y lanzadas por aviones especialmente adaptados y algunos misiles "Jericho" que pueden alcanzar blancos en la Unión Soviética. Véase Aaron Karp, "Ballistic Missile Proliferation in the Third World", en Stockholm International Peace Research Institute (SIPRI), *World Armaments and Disarmament Yearbook 1989*, Oxford, Oxford University Press, 1989. Las declaraciones del técnico Mordechai Vanunu, empleado de la planta reprocesadora de Dimona, en 1986, son mucho más alarmantes y colocan el número de cargas nucleares entre 100 y 200. Véase John Simpson, "Non-proliferation Agenda: Beyond 1990", *The Bulletin of the Atomic Scientists*, vol. 46, núm. 6, 1990, pp. 38 y 39.

<sup>3</sup> Véase Donald R. Westervelt, "The Role of Laboratory Tests", en Joseph Goldblat y David Cox (eds.), *Nuclear Weapon Tests: Prohibition or Limitation?*, Oxford, SIPRI, Canadian Institute for International Peace and Security (CIIPS) y Oxford University Press, 1988.

y desincorporada) que permite cerrar el ciclo del combustible nuclear (*e.g.*, las fases de producción del combustible nuclear).

Las actividades normales de la industria nuclear civil pueden justificar la necesidad de adquirir la tecnología de reprocesamiento de combustible irradiado.<sup>4</sup> En particular, si un programa civil es muy importante en términos cuantitativos (número de plantas nucleoelectricas o posibilidades de exportación) se puede justificar desde el punto de vista económico la transferencia de tecnología que permite el enriquecimiento de uranio-235.<sup>5</sup> Todas estas fases del ciclo tecnológico nuclear están, en principio, sometidas a los controles del OIEA y, bajo estas condiciones, las operaciones de transferencia de tecnología son perfectamente legales. Sin embargo, con demasiada frecuencia, tanto los gobiernos de los países proveedores de la tecnología como el OIEA han adoptado una actitud demasiado flexible frente a países cuya conducta indica una clara intención de dotarse de armamentos nucleares.

Peor aún, independientemente de la complacencia con la que han actuado los proveedores de tecnología, la transferencia de la *capacidad* tecnológica no puede controlarse y no estará nunca sometida a las salvaguardas del OIEA. En el caso de países como India, Argentina o Brasil, el objetivo último de cada fase de sus programas nucleares es claro: obtener una capacidad tecnológica que permita, en el mediano plazo, dominar cada una de las fases del ciclo nuclear y profundizar

<sup>4</sup> En su operación normal, un reactor que utiliza uranio (enriquecido o natural con agua pesada) como combustible, genera plutonio. El uranio es colocado en tubos de una aleación de zirconio (tubos de zircalloy) y cargado en el reactor; la reacción hace que parte del uranio se transforme en plutonio. Este isótopo se encuentra fundido con las barras del combustible y otros desechos altamente radiactivos. Para separar el plutonio, las barras de combustible gastado son trasladadas a una planta de reprocesamiento, donde se disuelven en ácido nítrico y siguen varios procesos químicos. Las plantas de reprocesamiento producen plutonio que puede ser utilizado como combustible de reactores para usos civiles; en los años setenta se pensaba que la demanda de uranio sería demasiado grande y que el reprocesamiento proporcionaría una fuente adicional de combustible nuclear. En la actualidad se reconoce que poseer esta tecnología acerca a cualquier país a la posesión de armas nucleares. Aparte del uranio-235 (enriquecido al 90%), el plutonio-239 es el único material que ha servido para producir cargas nucleares.

<sup>5</sup> El uranio-235 enriquecido es el combustible que se utiliza en los reactores de agua ligera (de agua hirviendo o presurizada). El grado de enriquecimiento es bajo (uranio natural enriquecido al 3% de uranio-235) y dista mucho de proporcionar el material para una carga nuclear (que requiere uranio *altamente* enriquecido a niveles de 90 o 93%). Para un programa nuclear civil importante se puede considerar que la tecnología de enriquecimiento es justificable, aunque la misma tecnología (con algunas adaptaciones importantes) puede servir para producir uranio de "calidad militar". La tecnología de enriquecimiento puede utilizar procesos distintos (véase la nota 13).

la integración con la industria nacional. El dominio de las tecnologías de purificación de óxido de uranio, el reprocesamiento para extraer plutonio y el enriquecimiento de uranio-235 han sido una prioridad desde hace treinta años en los programas de estos países.<sup>6</sup> Y esa capacidad es, esencialmente, la misma que permite construir armas nucleares. Los ejemplos de la República de Sudáfrica, India, Argentina y Brasil revelan la fragilidad del régimen de no proliferación nuclear.

### *Sudáfrica: una capacidad nuclear incuestionable*

En 1977 la Unión Soviética informó a Estados Unidos que uno de sus satélites había identificado un posible sitio de pruebas nucleares en el desierto de Kalahari. Los satélites norteamericanos pronto confirmaron este hallazgo y se desencadenó una intensa actividad diplomática para evitar que se llevaran a cabo pruebas en ese lugar. Poco después, el propio presidente Carter anunció que había recibido garantías de que el régimen de Pretoria no llevaría a cabo ninguna prueba nuclear en Sudáfrica. Pero en septiembre de 1979 un satélite estadounidense en órbita sobre el Atlántico sur, registró una señal igual a la producida por una detonación nuclear. Si la señal efectivamente correspondió a la de una explosión, la magnitud no pudo haber superado las cuatro kilotoneladas, lo cual sugiere que pudo haber sido una prueba de un detonador para una carga de fusión.<sup>7</sup>

El incidente nunca se aclaró; el comité científico designado por el

<sup>6</sup> El proceso de enriquecimiento de uranio busca aumentar la concentración del isótopo uranio-235. Este isótopo se encuentra en el uranio natural en niveles muy bajos (0.7%) y para ser usado en reactores de agua ligera, debe aumentarse la concentración hasta 3%. Para ser utilizado en cargas nucleares, la concentración debe aumentar hasta 93%. El proceso de enriquecimiento exige instalaciones muy complejas y costosas. El proceso requiere hexafluoruro de uranio ( $UF_6$ ) como insumo básico. Existen en la actualidad tres procesos distintos de enriquecimiento: 1) proceso de difusión gaseosa (en cada etapa el  $UF_6$  es bombeado al interior de los convertidores que tienen barreras porosas que separan el uranio-235, menos pesado, del uranio-239; el proceso es repetido en cascada hasta lograr el resultado deseado); 2) proceso de ultracentrifugación (el  $UF_6$  es introducido en el recipiente de la centrifugadora y el material más pesado se concentra en las paredes, después se retira y se recupera el uranio-235 que permanece en el centro); 3) proceso de inyección a presión del  $UF_6$  en recipientes que actúan de manera similar a las centrifugadoras (*jet-nozzle process*).

<sup>7</sup> Una presentación cronológica de los acontecimientos relativos a la señal luminosa del Atlántico sur se encuentra en el anexo G, "The September 22, 1979 'Flash' in the South Atlantic Observed by a U.S. Satellite", del libro de Leonard S. Spector, *Nuclear Nonproliferation Today*, Nueva York, Vintage Books, 1984.

presidente Carter para dilucidar este asunto emitió un dictamen negativo, pero la Defense Intelligence Agency difundió, casi simultáneamente, su opinión en contra de ese dictamen. Una hipótesis que no puede descartarse es que el régimen sudafricano pudo haber recurrido a técnicas para disfrazar la prueba y evadir la detección de satélites del tipo VELA, que todavía se utilizaban en esos años.<sup>8</sup>

Aunque la señal registrada no haya correspondido a la de una prueba nuclear, es ampliamente reconocido que la República de Sudáfrica ha cerrado el ciclo tecnológico que le permite desarrollar armamentos nucleares. El gobierno de ese país se ha negado sistemáticamente a someter sus instalaciones nucleares a las salvaguardas del OIEA. A pesar de esta negativa y de los embargos decretados por Naciones Unidas y las leyes estadounidenses que prohíben la exportación de una gran variedad de materiales para la industria nuclear, Sudáfrica ha sido el polo receptor de un vasto proceso de transferencia de tecnología nuclear. En 1975 terminó una planta piloto de enriquecimiento de uranio con el apoyo de empresas alemanas (y sin las restricciones o controles del OIEA). Como resultado, Sudáfrica tiene desde 1977 la capacidad de producir 50 kilogramos anuales de uranio altamente enriquecido; en total, puede haber acumulado hasta 375 kilogramos de ese tipo de uranio desde entonces, suficiente para crear entre quince y veinticinco dispositivos nucleares.<sup>9</sup>

La planta piloto de Valindaba tenía una capacidad de producción muy limitada, pero estuvo operando sin controles del OIEA durante muchos años. Esa planta fue cerrada en septiembre de 1990 porque ya estaba en operación otra con capacidad industrial en la misma ciudad.<sup>10</sup> Ambas instalaciones tienen capacidad para alcanzar niveles de enriquecimiento de U-235 de hasta 45%, y, si se llevan a cabo algunas modificaciones en la operación de la planta, pueden llegar a los niveles requeridos para armas nucleares. Además, Sudáfrica tiene un programa conjunto con Israel para el desarrollo de misiles balísticos.

### *India: el Candu y la detonación de 1974*

India es, quizá, el ejemplo más importante de que el régimen de no proliferación puede evadirse si se destinan recursos suficientes a la ta-

<sup>8</sup> Sobre este punto véase Jerome K. Leggett, "Techniques to Evade Detection of Nuclear Tests", en Goldblat y Cox, *op. cit.*

<sup>9</sup> Spector, *op. cit.*

<sup>10</sup> Véase David Albright y Tom Zamora, "South Africa Flirts with the NPT", *The Bulletin of the Atomic Scientists*, vol. 47, núm. 1, 1991, pp. 27-31.

rea de producir armas nucleares. En 1956, India obtuvo de Canadá un reactor de uranio natural (Candu) y agua pesada (como moderador y refrigerante), y aclaró que el reactor, el agua pesada y el plutonio que podrían obtenerse por la operación de este reactor serían destinados exclusivamente a usos pacíficos. En forma sistemática, el gobierno indio se opuso a los controles que Canadá y Estados Unidos (en aquel entonces proveedor del agua pesada) quisieron imponerle y, más tarde, mantuvo su posición negándose a suscribir el NPT.

La selección de un reactor Candu para iniciar sus proyectos nucleares resultó muy apropiada para garantizar la adquisición de una capacidad tecnológica sólida. En 1966, India inició las operaciones de una planta piloto reprocesadora que permitía tratar 30 toneladas métricas de combustible irradiado anualmente para obtener nueve kilogramos de plutonio al año.<sup>11</sup> El combustible irradiado provenía del reactor Candu y de otros reactores experimentales; el plutonio así obtenido sirvió para la detonación de un artefacto nuclear en 1974 en el desierto de Rajastán. Desde 1970-71 los gobiernos de Canadá y Estados Unidos manifestaron su oposición a los planes de India de llevar a cabo detonaciones de artefactos nucleares, pero era demasiado tarde, pues los científicos indios ya habían adquirido la tecnología necesaria por medio de un plan cuidadosamente diseñado y ejecutado.

### *Argentina: el enigma de Pilcaniyeu*

Desde 1967 este país adquirió la capacidad de construir reactores de investigación de manera casi independiente, pero el combustible debía ser importado y, por lo tanto, sometido a las salvaguardas del OIEA. En 1969 se construyó una planta piloto reprocesadora para recuperar plutonio. Tanto la planta de Atucha como la unidad reprocesadora han permanecido sujetas a los controles del OIEA, porque el proveedor de agua pesada continúa siendo Estados Unidos. En la década de los setenta Argentina inició la construcción de otra planta nucleoelectrica en Embalse y de una planta reprocesadora en el Centro Atómico de Ezeiza (con capacidad de quince kilogramos de plutonio al año).

Además, Argentina construyó una planta de enriquecimiento de uranio en Pilcaniyeu (cerca de San Carlos de Bariloche) utilizando el proceso de difusión gaseosa basado en tecnología desarrollada localmente. Tanto en la planta de Ezeiza como en la de Pilcaniyeu, una

<sup>11</sup> En esta planta reprocesadora el combustible utilizado en un reactor es tratado químicamente para separar plutonio y uranio de los desechos radiactivos.

parte muy importante de los equipos instalados (alrededor del 75 %) ha sido producida por la industria argentina de bienes de capital.<sup>12</sup> La planta de Pilcaniyeu es, sin lugar a dudas, el logro tecnológico nuclear más importante de Argentina. En teoría, la planta tiene capacidad para producir hasta 500 kilogramos de uranio enriquecido al 20 %. El uranio-235 enriquecido puede tener los siguientes usos: 1) enriquecido al 3 %: en grandes cantidades (hasta 140 toneladas por reactor/año) para reactores de agua ligera en plantas nucleoelectricas; 2) enriquecido al 20 %: en pequeñas cantidades, en reactores de investigación y para la producción de isótopos; 3) enriquecido al 93 %: para cargas nucleares y 4) enriquecido al 97.3 %: para reactores de propulsión de submarinos.<sup>13</sup>

Pero Argentina no tiene plantas nucleares con reactores de agua ligera y sus necesidades de U-235 enriquecido al 20 % no rebasan los 30 kilogramos.<sup>14</sup> ¿Cómo se justifica el enorme esfuerzo tecnológico y financiero de Pilcaniyeu? Es evidente que el propósito de este proyecto es, sobre todo, producir cargas nucleares y submarinos de propulsión nuclear. En particular, la capacidad de la planta de Pilcaniyeu permite, en el corto plazo, producir una cantidad de uranio enriquecido de

<sup>12</sup> Las salvaguardas del OIEA pueden evitarse si se argumenta que la tecnología utilizada no fue comprada a un proveedor nuclear autorizado. Para que este argumento valga, se necesita que la tecnología de proceso (o desincorporada) sea diferente; pero el proceso mismo de enriquecimiento o de reprocesamiento no puede ser *radicalmente* distinto. Una manera de argumentar que la tecnología es distinta es aducir que el grado de integración en equipo y maquinaria es lo suficientemente alto para considerar que la tecnología medular es de origen local y fue desarrollada de manera independiente. Desde el primer proyecto para Atucha, uno de los objetivos de la Comisión Nacional de Energía Atómica fue precisamente el de integrar una industria argentina de equipo, maquinaria, componentes y servicios de ingeniería nuclear. Para esta empresa se ha necesitado adquirir tecnología —libremente disponible en los mercados de países como Estados Unidos y Alemania— para la producción de compresores, separadores, bombas y piezas metálicas (entre otras cosas para la producción de los empaques de *zircalloy*).

<sup>13</sup> Stefanick señala que éste es el grado de enriquecimiento del U-235 utilizado como combustible en los reactores para submarinos norteamericanos. Es posible que el grado de enriquecimiento varíe según el diseño del reactor, pero de cualquier modo, los requerimientos de un sistema de *propulsión pequeño* imponen un grado de enriquecimiento muy alto. Véase Tom Stefanick, *Strategic Antisubmarine Warfare and Naval Strategy*, Lexington, Mass., Lexington Books, 1987, p. 140.

<sup>14</sup> La estimación es de Spector; incluye las cargas de los reactores argentinos para la investigación y producción de isótopos así como las posibles exportaciones de combustible para reactores similares en otros países, sobre todo latinoamericanos. Véase Spector, *op. cit.*, p. 219.

calidad militar suficiente para unas cinco cargas nucleares.<sup>15</sup> Para concluir, hay que señalar que Argentina cuenta con un importante programa de misiles balísticos.<sup>16</sup>

*Brasil: el programa nuclear paralelo*

En los años setenta Brasil construyó la primera planta nucleoelectrónica en Angra dos Reis, con un reactor Westinghouse PWR cuyo funcionamiento ha enfrentado enormes dificultades. Bajo el pretexto de que el embargo petrolero de 1973 puso en peligro la seguridad del país, el programa nuclear recibió un impulso mayor.

En 1975, Brasil firmó un convenio con Alemania para la transferencia de tecnología nuclear que incluyó la colaboración alemana para construir una planta piloto de enriquecimiento de uranio y otra de reprocesamiento. Toda la operación fue sometida a los controles del OIEA, aunque éstos no se aplican a instalaciones futuras. El programa ha marchado lentamente pero tal parece que Brasil ha logrado dominar una parte importante de la tecnología de enriquecimiento. La tecnología alemana (a base de un chorro de gas ligero y hexafluoruro de uranio) es ineficiente, por lo que Brasil también busca desarrollar la tecnología de enriquecimiento por ultracentrifugación.

El aspecto más alarmante del desarrollo tecnológico brasileño es el llamado "programa nuclear paralelo", en el marco del cual se desarrollan actividades directamente encaminadas a adquirir la capacidad de producir cargas nucleares. El programa paralelo se lleva a cabo en reactores no sometidos a controles internacionales, en el Centro Técnico Aeroespacial (São José dos Campos) y en el Instituto de Pesquisas Energéticas y Nucleares (IPEN) de São Paulo. En las instalaciones del IPEN se ha logrado ya un proceso satisfactorio de reprocesamiento y de extracción de plutonio.<sup>17</sup>

Brasil quiere construir también un submarino con propulsión nuclear. El centro de investigaciones nucleares de Iperó se dedica al diseño y construcción de reactores de propulsión naval con tecnología alemana.<sup>18</sup> En 1987, el entonces presidente Sarney anunció que para

<sup>15</sup> Véase Luiz Pinguelli Rosa, "Da gênese da bomba à política nuclear brasileira", en Ricardo Arnt (comp.), *O Armamentismo e o Brasil*, São Paulo, Editora Brasiliense, 1985.

<sup>16</sup> Véase Karp, *op. cit.*, p. 291.

<sup>17</sup> Véase Pinguelli, *op. cit.*, y Spector, *op. cit.*

<sup>18</sup> Véase Pinguelli, *A política nuclear e o caminho das armas atômicas*, Río de Janeiro,

el año 2000 la armada brasileña estaría dotada de un submarino nuclear; el diseño de ese navío sería parecido al de los submarinos convencionales que Alemania ha proporcionado a Brasil.<sup>19</sup> Por último, Brasil cuenta en la actualidad con una capacidad tecnológica importante en el sector aeroespacial y tiene un programa particularmente dinámico para desarrollar misiles balísticos,<sup>20</sup> así como una industria de armamentos convencionales muy avanzada.

Las experiencias de otros países, como Pakistán e Iraq<sup>21</sup> (este último firmó el NPT en 1969), son reveladoras de un hecho fundamental. Aunque el camino hacia la obtención de armas nucleares es complicado y requiere inversiones cuantiosas durante muchos años, la tecnología nuclear, al igual que cualquier tecnología industrial, patentada o no patentada, no puede mantenerse en secreto indefinidamente. Los países industrializados saben ahora que buena parte de la tecnología para producir material fisionable para reactores nucleares civiles puede ser adaptada fácilmente para usos militares.

Por otra parte, también se sabe que la puesta en práctica de un régimen confiable de salvaguardas en instalaciones en las que se maneja material fisionable o plutonio es más complicada de lo que parecía hace unos años. El tema de las salvaguardas es quizá el más delicado y el aspecto más débil del NPT. Las salvaguardas constituyen un mecanismo muy extraño para la aplicación del tratado. Pueden funcionar cuando alguna disposición sobre transferencia de tecnología o derechos de propiedad permite ejercer cierto control sobre las instalaciones y los materiales pertinentes. Sólo así se puede garantizar que los materiales estén bajo custodia del OIEA, o que los dispositivos de control y supervisión no sean alterados (la contabilidad del material nuclear también puede ser exacta). Pero una vez que un país adquiere una capacidad tecnológica independiente, nada lo obliga a someter las nuevas instalaciones o materiales al control del OIEA. El régimen del NPT es, por lo tanto, realmente incompleto.

---

Jorge Zahar Editor, 1985 y "Da gênese da bomba à política nuclear brasileira", *op. cit.*

<sup>19</sup> Véanse R. Godoy, "Presidente aprova a construção do submarino atômico brasileiro", *O Estado de São Paulo*, 12 de abril de 1987, p. 9, y R. Guerrante, "Projeto alargou submarino para usar reator de Iperó", *Jornal do Brasil*, 23 de enero de 1988, p. 6.

<sup>20</sup> Véase Karp, *op. cit.*, p. 293.

<sup>21</sup> Para un análisis detallado de la capacidad nuclear de Iraq antes de la invasión de Kuwait en 1990, véase Peter Clausen, "Iraq and the Bomb", *Nucleus*, A Quarterly Report from the Union of Concerned Scientists, vol. 12, núm. 4, invierno, de 1991.

## PROLIFERACIÓN VERTICAL

El compromiso de entablar negociaciones serias y de buena fe para frenar la carrera armamentista y alcanzar el desarme nuclear (preámbulo y artículo VI del NPT) claramente no se ha respetado. No es difícil demostrar que los tratados sobre control de armamentos no sólo no han frenado la carrera armamentista, sino que han proporcionado un estímulo para la expansión de los arsenales nucleares; en este terreno, las superpotencias tienen una pésima hoja de calificaciones. Ni siquiera han querido firmar un tratado de prohibición *total* de pruebas nucleares, a pesar de que esto —que está explícitamente señalado en el preámbulo— parecía inminente cuando se negoció el NPT. No es sorprendente que cada cinco años, en las conferencias de revisión del tratado, las potencias nucleares hayan recibido una andanada de críticas de los demás países signatarios.

Es posible que para 1995 se pueda evaluar el alcance real del tratado sobre reducción de armamentos estratégicos (siglas en inglés: Start). No obstante, lo más probable es que la reducción del número de cabezas nucleares no rebasa el 15%<sup>22</sup> y que la conferencia de extensión sea la última despedida del régimen del NPT.<sup>23</sup>

Cuando se firmó el NPT se estaban llevando a cabo negociaciones sobre el tratado SALT I y sobre un posible tratado de prohibición total de pruebas nucleares. El preámbulo del NPT incluye una referencia (párrafo undécimo) al preámbulo del tratado sobre prohibición parcial de pruebas nucleares que fue interpretada como una promesa de que pronto sería firmado un tratado de prohibición total de ensayos nucleares. Pero, en los hechos, el tratado SALT I constituyó el detonante clave de la expansión de los arsenales nucleares, y el tratado sobre ensayos nucleares nunca se firmó. Desde entonces, el proceso de “control de armamentos” ha estado marcado por una extraordinaria expansión de los arsenales nucleares.

Entre el primer acuerdo para controlar la carrera armamentista y el tratado Start próximo a firmarse, el número de cargas nucleares creció a una tasa promedio anual de 6.5%. Es decir, durante estos 28 años

<sup>22</sup> La contabilidad y un análisis detallado se encuentran en Alejandro Nadal Egea, *Arsenales nucleares. Tecnología decadente y control de armamentos*, México, El Colegio de México, 1991.

<sup>23</sup> El tratado Start ha estado en la mesa de negociaciones desde 1987. En repetidas ocasiones se le ha presentado como un acuerdo definitivo de reducir en un 50% los arsenales nucleares de Estados Unidos y la URSS. Pero aun esta reducción dejaría a las superpotencias con un número de cargas nucleares y de vehículos de lanzamiento cuatro veces superior al que tenían cuando se firmó el NPT.

se han aumentado 2.4 cargas nucleares *por día* a los arsenales *estratégicos* de las superpotencias.

CUADRO I  
Tratados sobre control de armamentos  
y expansión de arsenales estratégicos

Tratado*	Fecha	Número de cargas nucleares <sup>a</sup>		
		EUA	URSS	Total
PTBT	1963	4 100	300	4 400
NPT	1968	4 250	1 100	5 350
SALT I	1972	5 800	2 500	8 300
Vladivostok	1974	7 600	2 500	10 100
TBT	1974	7 600	2 500	10 100
SALT II	1979	9 200	6 100	15 300
INF	1987	13 683	9 950 <sup>b</sup>	23 633
Start	1991	13 000 <sup>c</sup>	11 562 <sup>c</sup>	24 562 <sup>c</sup>

\* Las siglas corresponden a los nombres en inglés:

PTBT = Tratado sobre prohibición parcial de pruebas nucleares;

SALT = Tratado sobre limitación de armas estratégicas;

NPT = Tratado de no proliferación de armas nucleares;

TBT = Tratado sobre prohibición de pruebas nucleares (con capacidad superior a las 150 kilotoneladas);

INF = Tratado sobre reducción de armas de alcance intermedio;

Start = Tratado sobre reducción de armas estratégicas.

<sup>a</sup> El número de cargas nucleares es el existente en el año de la firma y no el límite impuesto por el tratado.

<sup>b</sup> Promedio de las cotas inferior y superior estimadas por el Stockholm International Peace Research Institute (SIPRI) para ese año.

<sup>c</sup> Estas cifras corresponden a un cálculo elaborado por el autor (Nadal, *op. cit.*) considerando los términos divulgados sobre el tratado Start y los programas conocidos de inversiones (y adquisiciones) para los sistemas de armamentos no incluidos en las negociaciones.

Nota importante: Los datos solamente cubren el número de cargas nucleares estratégicas. En el periodo cubierto por el cuadro también crecieron de manera exponencial las cargas nucleares llamadas tácticas o de teatro. Las estimaciones sobre el número de cargas nucleares tácticas (en bombas, proyectiles para artillería y cabezas de misiles) rebasan la cifra de 20 000 cargas nucleares adicionales desplegadas por las dos superpotencias. A estas cifras es necesario añadir las cargas nucleares desplegadas por Inglaterra, Francia y China, además de un número no especificado de cargas almacenadas y guardadas en "reserva" por Estados Unidos y la URSS.

Fuente: SIPRI, *World Armaments and Disarmament Yearbook*, varios años.

## MÉXICO Y LA EVALUACIÓN DEL NPT

La cuarta reunión de evaluación del NPT se llevó a cabo en Ginebra, a partir del 20 de agosto de 1990. Los países asistentes demostraron desde el principio que la reunión era particularmente importante porque en la próxima conferencia (1995) se deberá tomar una decisión trascendental sobre la extensión del periodo de vigencia del NPT. Esta decisión será tomada por una *mayoría simple* de los signatarios del NPT (artículo X) y, por primera vez, los países poseedores de armas nucleares no tendrán derecho de veto sobre una decisión fundamental. Una mayoría de los países participantes en la conferencia de 1995 está decidida a utilizar el poder de negociación que esto le confiere para fortalecer el NPT. Una de las iniciativas más importantes a discutir en esa conferencia se relaciona con la necesidad de prohibir todas las pruebas nucleares para detener la carrera armamentista.

Entre los compromisos contraídos por las potencias poseedoras de armas nucleares en el marco del NPT se encuentra la obligación de llevar a cabo “negociaciones de buena fe sobre medidas efectivas relacionadas con el cese de la carrera armamentista en una fecha temprana, y con el desarme nuclear” (artículo VI). En el preámbulo del NPT se recordó

la determinación expresada por las partes contratantes del tratado sobre prohibición parcial de pruebas nucleares de 1963, que prohíbe los ensayos en la atmósfera, en el espacio exterior y bajo el agua, [...] de buscar el cese de todas las detonaciones de ensayos para armas nucleares para siempre y de continuar las negociaciones para este fin.

En el fondo, durante la cuarta conferencia de revisión del NPT las potencias poseedoras de armas nucleares fueron llamadas a rendir cuentas sobre este compromiso.

Dicha conferencia concluyó sin que los participantes hubieran llegado a un acuerdo sobre el texto de la declaración final. Este hecho se interpreta como un fracaso de la reunión y un ominoso presagio para el régimen del NPT. Por tanto, es muy importante registrar lo que sucedió al finalizar la reunión no sólo porque es necesario deslindar responsabilidades, sino porque es indispensable para interpretar los acontecimientos que en materia de armamentos nucleares podemos esperar en las próximas décadas.

Durante la conferencia, Estados Unidos, Inglaterra, y la mayor parte de sus aliados propusieron que en 1995 se recomendará la extensión por tiempo indefinido del NPT. Desde luego, entre los argumentos

esgrimidos a favor de esta propuesta destaca el de los adelantos en materia de acuerdos sobre control de armamentos. Pero el principal punto de controversia fue la propuesta de una gran parte de los países signatarios del NPT sobre la necesidad de llegar a un acuerdo para la prohibición *total* de ensayos nucleares con el fin de frenar el desarrollo de nuevos armamentos. Entre los países que desempeñaron un papel importante en favor de esta propuesta se encuentran México, Indonesia, Irán, Nigeria, Perú, Sri Lanka, Venezuela y Yugoslavia. El argumento central no sólo fue que se trata de un compromiso contraído por las potencias poseedoras de armas nucleares desde que se firmó el NPT sino que, además, en las condiciones actuales de distensión entre Estados Unidos y la URSS, no se justifica la continuación de programas de ensayos nucleares. Por otra parte, los progresos en materia de control de armamentos (en particular, el tratado INF) no son suficientes para asegurar que en 1995 la mayoría de los signatarios acepte la extensión de la vigencia del NPT. Un acuerdo que prohibiera totalmente los ensayos nucleares sería una forma de cumplir con los compromisos derivados del NPT y sería una garantía de que se trabaja seriamente y de buena fe para frenar la carrera armamentista. Los países no alineados y otros, presentaron a la conferencia una propuesta sobre este punto en la que se incluía el párrafo siguiente:

La Cuarta Conferencia de revisión del NPT [...] exhorta a los gobiernos de Estados Unidos, Reino Unido y Unión Soviética a que redoblen sus esfuerzos en materia de desarme nuclear y procedan a tomar las siguientes medidas concretas para acrecentar la posibilidad de una prórroga significativa de la vigencia del NPT más allá de 1995: [...] b) apoyar cabalmente la Conferencia de enmienda del Tratado sobre Prohibición Parcial de Ensayos Nucleares y comprometerse en esa conferencia a proseguir negociaciones de buena fe con miras a lograr un tratado de prohibición completa de los ensayos nucleares antes de 1995, como paso indispensable en el cumplimiento de sus obligaciones conforme al artículo VI del Tratado de no proliferación.<sup>24</sup>

Al finalizar la cuarta conferencia de revisión se preparó un borrador de texto para la declaración final. Del total de 135 párrafos de este documento, para el último día, cerca de 115 ya habían sido aprobados por los participantes. Pero casi todos los párrafos restantes estaban re-

<sup>24</sup> Véanse William Epstein, "Conference a Qualified Success", *The Bulletin of the Atomic Scientists*, vol. 46, núm. 10, 1990, p. 46, y Secretaría de Relaciones Exteriores (SRE), "La cuarta conferencia de las partes encargadas del examen del Tratado sobre no proliferación de armas nucleares", p. 8, 1990, *mimeo*.

lacionados con los puntos más espinosos del NPT: prohibición total de ensayos nucleares y desarme. El comité de redacción del proyecto de declaración final estuvo encabezado por el embajador de Suecia, Carl-Magnus Hyltenius. Tres días antes de concluir la conferencia no se habían hecho concesiones sobre el punto fundamental de la prohibición total de ensayos nucleares. El último día, tras horas de negociaciones difíciles, el embajador Hyltenius inició un intenso proceso de consultas con los países más activos en la conferencia, presentó una propuesta para alcanzar el consenso y solicitó que ya no se presentaran más enmiendas al texto. El texto de la propuesta es el siguiente:

La Conferencia reconoció que el cese de ensayos nucleares desempeñaría un papel central en el futuro del NPT. La Conferencia también hizo hincapié sobre la importancia de las negociaciones multilaterales y bilaterales, durante los próximos cinco años, para concertar un tratado sobre prohibición total de ensayos nucleares. La Conferencia hace un llamado para que se actúe rápidamente en la Conferencia sobre Desarme para alcanzar este objetivo al principio de su primera sesión en 1991. La Conferencia también recomienda encarecidamente que el comité *ad hoc* sobre prohibición de ensayos nucleares reciba un mandato adecuado para alcanzar el objetivo de iniciar negociaciones para concluir un tratado sobre prohibición total de ensayos nucleares.<sup>25</sup>

Después de un periodo de consultas, los países no alineados presentes en la concertación de último momento estuvieron de acuerdo con el texto.<sup>26</sup> La delegación de Estados Unidos, apoyada por las otras delegaciones consultadas,<sup>27</sup> se declaró dispuesta a aceptar el texto siempre y cuando se le agregara el último párrafo de una propuesta presentada anteriormente por el gobierno norteamericano:

La Conferencia toma nota del compromiso conjunto de Estados Unidos y la URSS para proceder con negociaciones sobre limitaciones intermedias adicionales sobre los ensayos nucleares que conduzcan al objetivo último de la prohibición completa de ensayos nucleares como parte de un proceso efectivo de desarme.<sup>28</sup>

En realidad, la insistencia de la delegación norteamericana de introducir una enmienda constituyó un rechazo del texto presentado por

<sup>25</sup> SRE, *op. cit.*

<sup>26</sup> Indonesia, Irán, México, Nigeria, Perú, Sri Lanka, Venezuela y Yugoslavia.

<sup>27</sup> Australia, Canadá, Nueva Zelanda, Polonia, Suecia, y los otros dos países depositarios del NPT, Gran Bretaña y la URSS.

<sup>28</sup> SRE, *op. cit.*

el secretario del comité de redacción. Ya en la madrugada del 15 de septiembre, el embajador sueco reconoció que no se había podido alcanzar el consenso y que no habría declaración final. Todavía a las cuatro de la mañana de ese día, el presidente de la conferencia (el embajador de Perú) hizo un último intento por recuperar el consenso proponiendo que la declaración final simplemente se limitara a sintetizar las diferencias que habían surgido alrededor del texto del artículo VI y los párrafos del preámbulo. Pero esta propuesta no hacía mención de lo que había sido el punto central del debate (las negociaciones sobre la prohibición total de ensayos nucleares); los países aliados de Estados Unidos y de la URSS manifestaron que estarían de acuerdo con esta propuesta, pero el grupo de países no alineados la rechazó. En la última sesión plenaria, el embajador de México tomó la palabra para explicar por qué su delegación rechazaba el intento de alcanzar un compromiso por parte del presidente de la conferencia. El hecho de que la propuesta no incluyera referencia alguna a las negociaciones sobre prohibición total de ensayos nucleares fue considerado un cambio muy importante.

Al igual que en 1980, la conferencia concluyó sin que hubiera una declaración final; pero en 1990 esto constituye un indicio serio de que el NPT tendrá dificultades para continuar vigente después de 1995. El desacuerdo sobre la prohibición total de pruebas nucleares es muy importante porque está relacionado con el compromiso contraído por los países poseedores de armas nucleares. Este punto no ha sido bien entendido por numerosos observadores ni por el gobierno de Estados Unidos. El preámbulo del tratado hace referencia explícita a la completa prohibición de los ensayos nucleares y el artículo VIII (3) del NPT señala que las conferencias quinquenales de revisión tienen por objeto asegurar que los propósitos del preámbulo y las reglas del tratado se estén cumpliendo. Así, el texto del preámbulo que hemos citado no es una simple consideración de forma; constituye un compromiso fundamental adquirido por las potencias nucleares.

En diversos foros se ha señalado que la intransigencia de la delegación mexicana fue responsable del fracaso de la reunión.<sup>29</sup> En primer lugar, es demasiado temprano para juzgar si la conferencia fue un fracaso o no.<sup>30</sup> Por otra parte, la falta de una declaración final no nece-

<sup>29</sup> Véanse Leonard S. Spector y Jacqueline R. Smith, "Deadlock Damages Non-proliferation", *The Bulletin of the Atomic Scientists*, vol. 46, núm. 10, 1990, pp. 39-44, y *Nature*, "NPT in Serious Trouble", *Nature*, vol. 347, núm. 6290, 1990, páginas 213 y 214.

<sup>30</sup> El editorial del 20 de septiembre de 1990 de la revista científica *Nature* es parti-

sariamente es el parámetro adecuado para concluir que hubo un fracaso. Finalmente, la intransigencia estuvo más bien del lado de la delegación norteamericana. Al rechazar el texto del secretario del comité de redacción, Estados Unidos automáticamente destruyó las posibilidades de llegar a un consenso. También demostró cuál es su orden de prioridades: mantener abierta la posibilidad de realizar ensayos nucleares, aun a costa de que se destruya el régimen del NPT en 1995.

Los debates en la cuarta conferencia del NPT constituyen una lección importante y un llamado de atención. Según Spector y Smith,<sup>31</sup> hacia el final de la conferencia la delegación mexicana se fue quedando sola y sus amigos fueron anunciando que estarían dispuestos a aceptar el párrafo adicional que proponía Estados Unidos. Aunque así hubiera sido, en esas circunstancias y a la luz de los acontecimientos de principios de 1991 (en el golfo Pérsico y en el Báltico), México mostró gran lucidez, que rara vez se encuentra en las reuniones internacionales de este tipo. La carrera armamentista no se detiene; el *statu quo*, con 60 000 cargas nucleares desplegadas, se mantiene; el tratado INF es insignificante si se le compara con los arsenales existentes; el tratado Start (si es que se llega a firmar) no va a introducir reducciones significativas en los arsenales y no va a prohibir la modernización de los armamentos. Desde 1945, se ha detonado una carga nuclear *cada ocho días* en promedio hasta alcanzar casi 1 800 en total. Una actitud de firmeza en la cuarta conferencia del NPT es lo menos que se podía esperar.

## PROHIBICIÓN TOTAL DE ENSAYOS NUCLEARES

En la actualidad casi todos los países signatarios del NPT (excepto Estados Unidos y el Reino Unido) consideran que sin la prohibición total de pruebas nucleares no se puede detener el desarrollo de nuevos ar-

---

cularmente superficial. Después de responsabilizar a la delegación de México por "su insistencia en que las potencias nucleares debían comprometerse a firmar un tratado de prohibición total de ensayos nucleares", continúa preguntando (refiriéndose al texto del NPT): "¿Pero no es éste el año en que las potencias nucleares signatarias harán buena su promesa de lograr lo más rápido posible el fin de la carrera armamentista, el desarme nuclear y el desarme general y completo bajo control internacional?" El editorial hace hincapié en que a partir de 1985 se firmó el tratado INF y que el tratado Start está a punto de firmarse, para concluir que la delegación de México manifestó una intransigencia injustificada. El lector puede juzgar por sí mismo: los textos de los proyectos para la declaración final; la secuencia misma de las negociaciones durante la conferencia; el alcance y limitaciones del tratado INF, y, sobre todo, el alcance del tratado Start que no se suscribe todavía. Véase *Nature*, *op. cit.*

<sup>31</sup> Spector y Smith, *op. cit.*, p. 44.

mamentos. En las conferencias de revisión del NPT ha sido expresado con frecuencia este punto de vista. Existen tres tratados que regulan la realización de detonaciones nucleares: el tratado de prohibición parcial de pruebas nucleares, el que limita las pruebas subterráneas a un tope de 150 kilotoneladas y el de 1976 sobre explosiones con fines pacíficos. Los tres tratados constituyen una invitación a la realización de explosiones nucleares de un poder diez veces superior al de la bomba utilizada en Hiroshima. Es muy importante tomar conciencia de que los tratados *permiten* la realización de ensayos para mejorar el *diseño* de las cargas termonucleares.<sup>32</sup> Las pruebas así autorizadas constituyen uno de los canales más importantes para “incorporar progreso técnico” en las cargas nucleares y alimentar la carrera armamentista.

En 1988 un grupo de países, encabezado por México, inició una de las acciones más constructivas de los últimos años en este terreno. Basándose en el artículo II del tratado sobre prohibición parcial de pruebas nucleares, Indonesia, México, Perú, Sri Lanka, Venezuela y Yugoslavia propusieron en agosto de ese año añadir una enmienda al tratado con el fin de prohibir *toda* clase de ensayos nucleares. El proyecto de enmienda fue presentado a los tres gobiernos depositarios del tratado y para 1989 ya se habían reunido los votos requeridos (un tercio de los países signatarios) para convocar a una conferencia especial en la que se considerara la enmienda. Los tres depositarios (Estados Unidos, URSS y Gran Bretaña) se vieron forzados a anunciar que cumplirían con sus compromisos. La URSS ya anunció que apoya el texto de la enmienda,<sup>33</sup> pero Estados Unidos y Gran Bretaña se oponen. Para que una enmienda sea aprobada se necesita que la mayoría de los signatarios la aprueben, *incluyendo* a los tres depositarios (con lo cual tienen un derecho de veto). La conferencia se inició en Nueva York en enero de 1991 y aún no ha sido formalmente clausurada. Si se llega a rechazar la enmienda, con toda seguridad el costo político será transfé-

<sup>32</sup> El tratado que limita las pruebas a un tope de 150 kilotoneladas se firmó en 1974, pero estableció el 31 de marzo de 1976 como fecha en que esta limitación entraría en vigor. Este largo periodo entre firma y puesta en vigor fue justificado por la necesidad de emplazar sistemas adecuados de verificación. Lo cierto es que varias cabezas nucleares estaban todavía en la fase de diseño y requerían, en 1974, pruebas que rebasarían el tope de 150 kilotoneladas. Por su parte, el tratado sobre explosiones con fines pacíficos es considerado como una reliquia de los tiempos en que la energía nuclear ofrecía (además de energía eléctrica demasiado barata como para cobrarla) la posibilidad de realizar excavaciones colosales. El tratado abre una puerta para llevar a cabo explosiones nucleares en grupo, de tal manera que la potencia agregada puede rebasar las 150 kilotoneladas (hasta un millón y medio de toneladas) siempre y cuando las explosiones individuales puedan ser identificadas por separado.

<sup>33</sup> Epstein, “Conference a Qualified Success”, *op. cit.*, pp. 45-47.

rido a la conferencia de extensión del NPT. Si Estados Unidos prefiere mantener su propio programa de pruebas nucleares y vetar la enmienda, el precio puede ser el desmantelamiento del régimen de no proliferación establecido en el NPT.<sup>34</sup>

El gobierno estadounidense no ha disimulado la irritación que le provoca esta enmienda. Una delegación de funcionarios de la Agencia para el Control de Armamentos y Desarme (ACDA) de Estados Unidos visitó nuestro país a fines de 1989 con el fin de hacer saber al gobierno mexicano que su país no considera este tipo de iniciativas como constructivas. En particular, Estados Unidos (y Gran Bretaña) sostienen que el NPT *no* dice que la prohibición de ensayos sea prioritaria en materia de control de armamentos, y consideran que el tratado INF, las reducciones de armas convencionales en Europa y las perspectivas de los “recortes profundos” del tratado Start son más importantes que la prohibición total de ensayos nucleares. Para Estados Unidos los avances en el terreno de la reducción de armamentos constituyen la evidencia más clara de que las superpotencias han cumplido con los compromisos adquiridos en el NPT.<sup>35</sup> Pero, como veremos más adelante, este punto de vista no se justifica.

Si para 1995 la evolución de los arsenales es parecida al pronóstico del cuadro 1, es muy probable que la conferencia de extensión se transforme en la conferencia de terminación del NPT. Las consecuencias serían muy graves para todos los países, incluyendo las superpotencias. Aun la anunciada “reducción de 50% en los arsenales” dejaría a estas últimas con un número de cargas nucleares y de vehículos de lanza-

<sup>34</sup> De ser aprobada, esta enmienda permitirá supervisar a los países que se encuentran en el umbral del desarrollo de armas nucleares y que no han suscrito el NPT pero sí el tratado de prohibición parcial de ensayos nucleares. En este caso se encuentran: Argentina, Brasil, India, Israel, Paquistán y Sudáfrica. Al aprobarse la enmienda, tendrán que renunciar a la posibilidad de llevar a cabo detonaciones nucleares y, además, tendrán que someterse a un severo régimen de verificación internacional. Sin lugar a dudas, éste es el incentivo más fuerte que encontrarán Estados Unidos y las otras potencias nucleares para entablar negociaciones serias sobre esta enmienda. Francia y la República Popular China quedarían libres de esta restricción porque no han suscrito ninguno de los dos tratados; su aislamiento internacional en este terreno será, sin duda, una presión adicional importante que deberán tomar en cuenta. Evidentemente, si Estados Unidos, la URSS y Gran Bretaña consiguen debilitar la enmienda (por ejemplo, es posible que se proponga transformar la enmienda en una simple reducción del tope ya establecido de 150 kilotoneladas a un tope de 10 kilotoneladas) la presión sobre Francia y China quedaría anulada.

<sup>35</sup> Una visión que simpatiza con las posiciones norteamericana e inglesa se presenta en Lewis A. Dunn, “It Ain’t Broke- Don’t Fix It”, *The Bulletin of the Atomic Scientists*, vol. 46, núm. 6, 1990, pp. 19 y 20. En cuanto a la postura soviética, será necesario esperar a la conferencia para ver cómo se define finalmente.

miento cuatro veces superior al que tenían cuando se firmó el NPT.

Más interesante es la batería de argumentos técnicos presentados por altos funcionarios de la ACDA para justificar el rechazo de la enmienda.<sup>36</sup> Esta argumentación sostiene que la prohibición total de ensayos nucleares *no es verificable*, y que los ensayos son a la vez *necesarios* y *convenientes* porque constituyen un elemento de estabilidad y una aportación al proceso de control de armamentos. A continuación se examinan los principales argumentos esgrimidos por dicha agencia.

El primero es que verificar el cumplimiento de una prohibición total es muy difícil, por no decir imposible. Después de todo, el tratado que limita los ensayos a 150 kilotoneladas no fue ratificado por Estados Unidos porque, se dijo, no existía tecnología para verificar su cumplimiento.

Frente a este tipo de argumento es necesario señalar que ya existe un inventario de tecnologías muy refinadas para detectar las pruebas nucleares, por pequeñas y clandestinas que puedan ser.<sup>37</sup> Entre las tecnologías más confiables está la detección sísmica, campo en el que se han logrado adelantos extraordinarios en la última década; pero muchos avances de la óptica y electrónica también constituyen instrumentos confiables y disponibles.<sup>38</sup> Además, si existe la voluntad de cesar todas las pruebas nucleares, la polémica sobre el tipo de tecnología útil para la verificación puede ocupar un lugar secundario, pues se pueden establecer sistemas internacionales de verificación<sup>39</sup> y otro tipo de sistemas de inspección *in situ*.<sup>40</sup> Las dificultades para verificar una prohibición total han dejado de ser un obstáculo real para un acuerdo desde hace mucho tiempo.<sup>41</sup>

<sup>36</sup> Véase Kathleen C. Bailey, "Statement of Dr. Kathleen C. Bailey, Assistant Director, Bureau of Nuclear Weapons Control, U.S. Arms Control and Disarmament Agency (ACDA) on Nuclear Test Ban Issues before the Senate Foreign Relations Committee", Washington, D.C., 9 de noviembre de 1989.

<sup>37</sup> Véanse Dennis C. Fakley, "Present Capabilities for the Detection and Identification of Seismic Events", en Joseph Goldblat y David Cox (comps.), *Nuclear Weapon Tests: Prohibition or Limitation?*, Oxford, SIPRI, CIIPS, y Oxford University Press, 1988, y Tsipis *et al.*, *Arms Control Verification: The Technologies That Make it Possible*, Nueva York, Pergamon Brassey's, 1986.

<sup>38</sup> Véase Allan Din, "Means of Nuclear Test-ban Verification Other Than Seismological", en Goldblat y Cox, *op. cit.*

<sup>39</sup> Véase Peter W. Basham y Ola Dahlman, "International Seismological Verification", en Goldblat y Cox, *op. cit.*

<sup>40</sup> Véanse Warren Heckrotte, "On-site Inspection to Check Compliance", y A.A. Vasiliev e I.F. Bocharov, "On-site Inspection to Check Compliance", en Goldblat y Cox, *op. cit.*

<sup>41</sup> Las dificultades para realizar *clandestinamente* una prueba nuclear, aun en el

El segundo argumento es que los ensayos nucleares son *necesarios* para mejorar los sistemas de seguridad en el manejo de este tipo de armas. La seguridad que preocupa a los diseñadores de cargas nucleares es doble: por una parte, se considera necesario garantizar que la probabilidad de que se produzca una detonación accidental de una carga nuclear, si se deja caer al piso o si recibe el impacto de un proyectil, no sea mayor de 1/1 000 000.<sup>42</sup> De este modo se busca proteger a las tripulaciones de aviones y navíos con capacidad nuclear frente al riesgo que significa manipular armas nucleares constantemente. Por otra parte, se afirma que se necesitan pruebas nucleares para mejorar el diseño de las cargas que utilizarán explosivos “poco sensibles” y de alto poder como parte del sistema detonador. Estos explosivos resisten caídas desde gran altura en superficies duras y son una garantía de que el riesgo de detonación accidental sea muy bajo (la diseminación de material radiactivo sería así reducida).

Este argumento dice, en esencia, que es necesario evitar que en caso de accidente se presente una detonación o la diseminación de material radiactivo. Entre 1950 y 1980 ocurrieron aproximadamente 30 accidentes relacionados con cargas nucleares. En una cuarta parte de estos casos los explosivos de alto poder han detonado; en dos casos (en Palomares, España y Thule, Groenlandia) se diseminó el plutonio de las cargas nucleares. La gran mayoría de estos accidentes ocurrió hace muchos años y es de esperar que los diseños sean mejores hoy. Además, el argumento es circular. Es realmente poco creíble que las pruebas nucleares *sólo* sean llevadas a cabo para mejorar los dispositivos de seguridad de las cargas nucleares y no se utilicen para estudiar las modificaciones de diseño que las hagan más destructivas.<sup>43</sup> Entonces es

---

rango muy limitado de una kilotonelada, son muy grandes y casi insuperables. En principio, las técnicas para esconder una detonación son múltiples, pero muy difíciles de poner en práctica. La más viable es la de “desconectar” la detonación de sus efectos sísmológicos, de tal manera que no pueda ser detectada por sensores telesísmicos (a 10 000 kilómetros) o localizados a distancias menores de 400 kilómetros. Estas detonaciones pueden llevarse a cabo en cavidades naturales o de roca no consolidada que amortigüen las ondas de la detonación. En la actualidad hay mucho escepticismo entre los expertos sobre esta técnica de evasión. Las otras estrategias para evadir la detección son aún menos confiables: detonar en el momento de un sismo o en el espacio exterior. Véase Jerome K. Leggett, “Techniques to Evade Detection of Nuclear Tests”, en Goldblat y Cox, *op. cit.*

<sup>42</sup> Véase J. Carson Mark, “The Purpose of Nuclear Test Explosions”, en Goldblat y Cox, *op. cit.*

<sup>43</sup> Sobre este punto específico véanse los artículos de tres altos funcionarios del laboratorio nacional de Los Alamos, Nuevo México, uno de los centros más importantes para el diseño de armamentos nucleares: Donald M. Kerr, “The Purpose of Nuclear

absurdo justificar las pruebas nucleares con el fin de profundizar en el desarrollo de sistemas de seguridad para armamentos que se siguen desarrollando y son objeto de cambios, porque los *nuevos* diseños van a requerir más ensayos para mejorar sus sistemas de seguridad. De todos modos, como los dispositivos de seguridad nunca serán absolutamente confiables, la humanidad debe despedirse de un mundo en el que no sea detonada una carga nuclear cada seis días. La única forma de acceder a sistemas de seguridad absolutos es eliminando los arsenales nucleares.

El tercer argumento es que los ensayos son *convenientes* porque mantienen la confiabilidad en las fuerzas de disuasión. La confiabilidad significa, en este contexto, que las cargas ya emplazadas pueden realizar una detonación nuclear y que ésta tendrá el poder destructivo correspondiente al diseño en cuestión. El argumento continúa diciendo que en la medida en que las superpotencias abriguen dudas sobre las armas que ya se encuentran desplegadas, se sentirán presionadas para poner en pie un mayor número de misiles y cargas nucleares. La cesación total de las pruebas nucleares no conduciría a frenar, sino a acelerar la carrera armamentista.

Sin embargo, la mayor parte de los expertos sostiene que la confiabilidad en el acervo de cargas nucleares ya desplegadas en algún sistema de lanzamiento puede estar garantizada por medio de métodos distintos de ensayos nucleares. Los programas de supervisión de cargas nucleares pueden utilizar sistemas radiográficos, todo tipo de pruebas mecánicas y químicas, ultrasonido, así como una inspección meticulosa de los componentes individuales y del ensamblado completo. Los componentes identificados como defectuosos o no adaptados a nuevas normas de diseño pueden ser sustituidos sin demasiadas dificultades. De cualquier manera, en ningún caso las potencias poseedoras de armas nucleares llevan a cabo pruebas con el único y exclusivo propósito de verificar si su acervo de cargas nucleares es confiable.

A pesar de lo anterior, un experto en armas nucleares sostiene lo siguiente:

De todos los diseños modernos para cargas nucleares en el acervo de Estados Unidos (es decir, diseños de cargas emplazadas desde 1958), *una tercera parte ha requerido ensayos [detonaciones] nucleares, después de haber sido desplegada, para la solución de problemas de confiabilidad*; de estos problemas, tres cuartas partes no habrían sido descubiertas si las pruebas nucleares hubieran sido descontinuadas. [...]

---

Test Explosions'', en Goldblat y Cox, *op. cit.*; Mark, *op. cit.*, y Westervelt, *op. cit.*

Dada la extraordinaria tecnología [*sic*] que representa el diseño de armas modernas [...] esta fracción es asombrosamente pequeña.<sup>44</sup>

La tecnología militar decadente se permite el lujo de niveles de ineficiencia que llevarían a cualquier empresa comercial a la quiebra, y en aras de esta ineficiencia se pide que la comunidad internacional acepte su peligroso sistema de control de calidad.

Para concluir con los argumentos que justifican las pruebas, Bailey dice que los ensayos permitieron a Estados Unidos mejorar el diseño de sus bombas y que, por esa razón, contribuyeron a la reducción del megatonelaje agregado de sus arsenales.<sup>45</sup> Este argumento es falso.

Es cierto que el megatonelaje agregado del arsenal estadounidense se hizo más pequeño, mientras aumentaba el número de vehículos de lanzamiento y de cargas nucleares. Para el periodo 1962-1975, por ejemplo, la evolución del arsenal norteamericano fue la que se presenta en el cuadro 2.

CUADRO 2  
Evolución del arsenal nuclear de Estados Unidos, 1962-1975

	1962	1975
Megatonelaje equivalente total	8 750	3 600
Total de cabezas nucleares estratégicas	4 200	8 300
Total de vehículos de lanzamiento*	1 750	2 300

\* Misiles balísticos intercontinentales, misiles lanzados desde submarinos estratégicos y bombarderos pesados.

Fuente: SIPRI, *World Armaments and Disarmament Yearbook*, varios años.

Las cargas nucleares se hicieron más pequeñas en tamaño, peso y volumen. También se hicieron más pequeñas en capacidad destructiva, reduciéndose el megatonelaje equivalente, pero la causa final de esta reducción *no* se encuentra en las pruebas nucleares, sino en la proliferación vertical y en el aumento de la precisión de los vehículos de lanzamiento. Por lo tanto, el parámetro pertinente para el análisis de la evolución de los arsenales nucleares es el de *lethality* (capacidad letal o de destrucción).

La capacidad letal (*L*) se determina por la relación entre poder destructivo (*Y*) y precisión (*CEP*, círculo de error probable):

$$L = \frac{Y^{2/3}}{CEP^2}$$

<sup>44</sup> Westervelt, *op. cit.*, p. 55. El énfasis es nuestro.

<sup>45</sup> Véase Bailey, *op. cit.*

donde  $Y$  está medido en toneladas de explosivo de alto poder (TNT) y CEP está expresado en kilómetros.<sup>46</sup> Por medio de esta relación se puede observar que la capacidad letal es mucho más sensible a una variación en la precisión que a un aumento en el poder destructivo.

Durante el periodo 1945-1975, los sistemas de navegación de los misiles balísticos alcanzaron el tope ingenieril que permite la tecnología de navegación inercial. Esa precisión permitió dotar a los misiles con cabezas cada vez más pequeñas, de tal modo que el megatonelaje total disminuyó, *al mismo tiempo que aumentó la capacidad letal*. Con ésta aumentó la capacidad llamada de “contrafuerza” que condujo a una mayor inestabilidad en el equilibrio militar; todo lo contrario de lo que afirma Bailey.<sup>47</sup>

Lo anterior se puede aclarar con dos ejemplos. En el arsenal norteamericano, el misil balístico intercontinental (siglas en inglés: ICBM) *Titan II* estuvo en servicio hasta 1987, equipado con una cabeza nuclear de nueve megatoneladas porque su CEP era de 1 203 metros.<sup>48</sup> Según la ecuación de Tsipis, el coeficiente de capacidad letal del *Titan II* era de 3.0. A fines de la década de los setenta los norteamericanos comenzaron a desplegar misiles MX con diez cabezas nucleares de 300 kilotoneladas cada una y con un CEP de apenas 100 metros. El coeficiente de capacidad letal del MX es de 44.81. Este coeficiente es aplicable a cada una de las diez cabezas independientes del MX. En el ámbito de los misiles lanzados desde submarinos estratégicos, el incremento de dicho coeficiente es también notable. El primer misil *Polaris A1* desplegado en 1960 tenía un CEP de 3.7 kilómetros y una carga nuclear de una megatonelada; el coeficiente de capacidad letal era de 0.073 para su única cabeza nuclear. A finales de la década de los ochenta, un misil balístico lanzado desde un submarino (siglas en inglés: SLBM) *Trident II D5* se despliega con un CEP de 0.13 kilómetros, ocho cabezas nucleares de 475 kilotoneladas cada una y un coeficiente de capacidad letal de 36.02 para cada una de sus ocho cabezas independientes. El mismo ejercicio puede hacerse con los misiles de los arsenales soviéticos, y concluir que este aumento tan espectacular del coeficiente de *capacidad letal* en ambos arsenales es lo que proporciona la capacidad para destruir blancos *militares* (reforzados) con un primer ataque. De hecho, este nuevo parámetro también es susceptible de una cuantificación precisa por medio de una relación entre  $Y$ , CEP y  $H$  que mide el grado de

<sup>46</sup> Véase Kosta Tsipis, “The Operational Characteristics of Ballistic Missiles”, en SIPRI, *World Armaments and Disarmament Yearbook*, Oxford, Oxford University Press, 1984.

<sup>47</sup> Bailey, *op. cit.*

<sup>48</sup> Véase Donald Mackenzie, *Inventing Accuracy: A Historical Sociology of Nuclear Missile Guidance*, Cambridge, The MIT Press, 1990.

resistencia de un blanco que ha sido reforzado<sup>49</sup> y es posible observar cómo la evolución de este nuevo parámetro también revela que los arsenales se han tornado más mortíferos con el paso del tiempo.

### *La conferencia de Nueva York*

El gobierno de Estados Unidos anunció inicialmente que recurriría al derecho de veto que le confiere el tratado sobre prohibición parcial de ensayos nucleares para asegurar que la enmienda sobre prohibición total no fuera aprobada. El Reino Unido manifestó que se solidarizaría con esta posición. Además, estos dos países declararon que la conferencia debería tener una duración no mayor de dos semanas y que no debería prolongarse más allá de un solo periodo de sesiones. El tercer país depositario del tratado, la URSS, informó primero sobre su apoyo a la enmienda y después titubeó.

Durante la conferencia, el debate técnico giró alrededor de algunos de los puntos arriba mencionados. Los resultados pueden sintetizarse como sigue. En primer lugar, se logró que, debido a la complejidad del problema, las discusiones no se limitaran a un periodo de sesiones. Por lo tanto, el presidente de la conferencia puede volver a convocar a la misma para un nuevo periodo de sesiones cuando lo estime conveniente y podrá realizar las consultas que considere necesarias, en particular en lo que se refiere a los sistemas de verificación y a las sanciones en caso de que una parte no cumpla con el tratado (en la actualidad, el NPT no prevé sanciones). También se aprobó reconsiderar el mandato específico para los trabajos del comité *ad hoc* de la Conferencia sobre Desarme, con sede en Ginebra.

La votación sobre la duración de la conferencia fue como sigue: 74 a favor de continuar la conferencia, dos en contra y 19 abstenciones. Entre los votos a favor se encontraban los de los países no alineados y los de otros grupos de países, así como los de la URSS, Bielorrusia, Ucrania, Australia y Nueva Zelanda. Los votos en contra fueron los de Estados Unidos y el Reino Unido; las abstenciones correspondieron al resto de los países miembros de la OTAN, Japón y tres países de Europa oriental (Checoslovaquia, Hungría y Polonia).

El voto de Australia y Nueva Zelanda es muy interesante porque inicialmente se había anunciado que se abstendrían de votar. El factor decisivo para estos dos países es el tratado sobre la zona desnuclearizada del Pacífico sur o tratado de Rarotonga (capital de las islas Cook,

<sup>49</sup> Véase Tsipis, "The Operational Characteristics of Ballistic Missiles", *op. cit.*

donde se abrió el tratado para su firma en 1985). Este tratado crea una zona libre de armas y desechos nucleares en el Pacífico sur y es el segundo gran instrumento de este tipo que cubre una región densamente poblada.<sup>50</sup> Al igual que el tratado de Tlatelolco, el de Rarotonga (TR) prohíbe la fabricación y emplazamiento de armas nucleares en el territorio cubierto; también prohíbe a los países miembros albergar en su territorio armas nucleares por cuenta de un tercer Estado; por último, proscribire el depósito y almacenamiento de desechos nucleares en la zona marítima cubierta por el tratado.<sup>51</sup>

El tratado de Rarotonga cubre una vasta región del Pacífico sur que no forma parte de las aguas territoriales ni de la zona económica exclusiva de ningún Estado. *Grosso modo*, el TR cubre un área que va de la línea del Ecuador hasta la Antártida y desde la costa occidental de Australia hasta las costas de Ecuador, Perú y Chile; establece así la colindancia de las tres regiones del planeta sujetas a un régimen que proscribire el emplazamiento de armas nucleares. En dos de ellas se prohíbe también el depósito de desechos nucleares (Antártida y Pacífico sur). Los protocolos de los tratados de Tlatelolco y de Rarotonga son un mecanismo importante para comprometer a las potencias nucleares y hacerlas partícipes del proceso de desnuclearización. Los protocolos I y II de ambos tratados obligarían a las potencias nucleares a respetar las disposiciones del TR en los territorios que controlan y a no utilizar o amenazar con utilizar armas nucleares en contra de un Estado signatario.

El protocolo III del TR obligaría a Estados Unidos, la URSS, el Reino Unido, Francia y China a no probar ningún dispositivo nuclear en esa zona. En el caso de Francia, merece especial atención la actitud desafiante con la que mantiene un programa de pruebas nucleares en los atolones de Mururoa y Fangataula (Polinesia francesa). Las condiciones geológicas del atolón de Mururoa han sido severamente afectadas; su corona ha sido devastada casi por completo por las detonaciones.<sup>52</sup> Una fractura grande podría liberar gran cantidad de material radiactivo (de pruebas anteriores) que contaminaría una amplia región del Pa-

<sup>50</sup> Los trece países firmantes son los miembros del Foro del Pacífico del Sur: Australia, Islas Cook, Fiji, Kiribati, Nauru, Nueva Zelanda, Niue, Papúa Nueva Guinea, Islas Salomón, Tonga, Tuvalu, Vanuatu y Samoa.

<sup>51</sup> El texto del tratado puede encontrarse en Greg Fry, "The South Pacific Nuclear Free Zone", en SIPRI, *World Armaments and Disarmament Yearbook 1986*, Oxford, Oxford University Press, 1986.

<sup>52</sup> Véase Ragnhild Fern, "Nuclear Explosions", en SIPRI, *World Armaments and Disarmament Yearbook 1989*, *op. cit.*

del Pacífico.<sup>53</sup> De cualquier manera, existe evidencia de que las pruebas francesas contaminan las aguas y se ha encontrado material radiactivo en elementos de la cadena ecológica.<sup>54</sup> Recientemente Francia anunció que proseguirá su programa de pruebas (que en la actualidad se compone de un promedio de ocho detonaciones anuales) “en total seguridad”, durante los próximos cincuenta años.<sup>55</sup>

El tratado de Rarotonga constituye ya una presión importante en contra de la continuación de ensayos nucleares franceses. Si además de este tratado se aprueba la enmienda al tratado sobre prohibición parcial de ensayos nucleares, Francia tendrá que tomar esto en cuenta en sus cálculos políticos futuros. También es importante considerar que si Chile ratifica el tratado de Tlatelolco, el TR se verá fortalecido porque su marco de aplicación territorial será colindante con países en los que el tratado de Tlatelolco está vigente de pleno derecho.

Para concluir, es necesario indicar que no se pueden dejar de lado los efectos que tienen los ensayos nucleares sobre el ambiente y sobre la salud. En realidad, todavía se sabe poco acerca de los riesgos que entraña la realización de ensayos nucleares subterráneos. Pero en el caso de las detonaciones nucleares en el polígono de pruebas soviético de Semipalatinsk (en Kazajstan), la movilización popular que finalmente logró cerrar ese terreno para pruebas se originó en los problemas de salud pública que habían surgido.<sup>56</sup> En el caso de las pruebas que realiza Francia en el atolón de Mururoa, las consecuencias ambientales son bastante claras: existen fisuras en la pared exterior del atolón, lo cual puede ocasionar una fuga importante del material radiactivo que se encuentra atrapado en los pozos utilizados para cada detonación.<sup>57</sup> Además, el crecimiento de casos de ciguatera en la Polinesia francesa parece estar íntimamente relacionado con los trabajos de infraestructura para los ensayos nucleares y las instalaciones en Mururoa y Fangataufa. (Ciguatera es el envenenamiento por ingestión de pescado fresco

<sup>53</sup> Véase A.C. McEwan, “Environmental Effects of Underground Nuclear Explosions”, en Goldblat y Cox, *op. cit.*

<sup>54</sup> Véase Ferm, *op. cit.*

<sup>55</sup> Francia no firmó el tratado sobre prohibición parcial de pruebas nucleares. Hasta 1974 no cedió a la fuerte presión internacional ni cesó sus pruebas nucleares en la atmósfera. Según declaraciones oficiales, Francia requiere unas 20 detonaciones para el diseño de una nueva cabeza nuclear. Véase el texto de Frank Blackaby y Ragnhild Ferm, “A Comprehensive Test Ban and Nuclear Explosions in 1985”, en SIPRI, *World Armaments and Disarmament Yearbook 1986*, *op. cit.*

<sup>56</sup> Véase James Lerager, “Kazakhs Stop Soviet Testing”, *Nuclear Times*, vol. 8, núm. 3, pp. 11-15.

<sup>57</sup> Véanse Abraham Behar, “Les essais nucléaires en Polynésie et la radioactivité”, *Médecine et Guerre Nucléaire*, vol. V, núm. 3, julio-septiembre, 1990, y McEwan, *op. cit.*

contaminado por una ciguatoxina producida por un microorganismo dinoflagelado. Este microorganismo prolifera de manera extraordinaria sobre las algas que invaden los corales muertos. Cuando un ecosistema coralino es perturbado, se crean las condiciones para la reproducción masiva de este microorganismo).<sup>58</sup>

#### COMENTARIOS FINALES

Las potencias poseedoras de armas nucleares enfrentan o han enfrentado serios problemas de seguridad. En su búsqueda de una solución han desarrollado arsenales militares que comprometen la seguridad de todo el mundo. Por esta razón, el tema de la no proliferación de armas nucleares y el de los ensayos nucleares rebasaron hace mucho tiempo el ámbito de su limitada competencia y se han convertido en asuntos que atañen a la comunidad internacional. Pero los buenos deseos sobre seguridad colectiva, zonas desnuclearizadas y zonas de paz se enfrentan a la fría realidad del poder nuclear y de la tecnología militar. Las superpotencias no estarán dispuestas a renunciar a la posición privilegiada que les ha conferido la posesión de sus arsenales nucleares. Durante cuarenta años han descuidado la dimensión económica de su seguridad y ahora deben enfrentar la dura competencia de países como Alemania y Japón, así como la de varios países de reciente industrialización, gran dinamismo y competitividad.<sup>59</sup> Por eso las potencias nucleares resistirán más que nunca cualquier sugerencia de transición hacia un mundo en el que la seguridad no esté basada en la existencia de (sus) armas nucleares. Algunos indicios de que esta resistencia será una constante en las relaciones internacionales de las próximas décadas, se encuentran en las negociaciones sobre la no proliferación nuclear y la prohibición de ensayos nucleares.

<sup>58</sup> Véase el informe de la misión (abril, 1990) de la Asociación de Médicos Franceses para la Prevención de la Guerra Nuclear, "Les essais nucléaires français en Polynésie", *Médecine et Guerre Nucléaire*, vol. V, núm. 3, julio-septiembre, 1990.

<sup>59</sup> Para un análisis detallado del proceso por el cual el esfuerzo militar ha socavado las bases de la competitividad tecnológica de Estados Unidos en industrias estratégicas (máquinas herramienta, semiconductores, aviones y reactores nucleares), véase Nadal, *op. cit.*