

LA BOMBA DE NEUTRONES

Cristian Schmidt Montes
Capitán de Fragata

Hran polémica mundial han provocado nuevamente las recientes y reiteradas noticias de prensa, que informan que el Presidente de los Estados Unidos de Norteamérica ha autorizado la construcción y despliegue en Europa de la *bomba de neutrones*. Esta arma nuclear de tipo táctico es una variante de la bomba de hidrógeno probada por primera vez cerca de 28 años atrás.

Simpatizantes y detractores discuten desde 1958, época de su primera concepción, las características técnicas e implicancias militares y políticas de esta nueva arma nuclear táctica, sin llegar, por supuesto, a ningún acercamiento en sus divergentes punto de vista.

Hasta el momento, sus detractores han conseguido la postergación de su uso, pero ante la decisión del presidente Reagan de autorizar su construcción, el Departamento de Energía (DOE) de los Estados Unidos ha comenzado a adjudicar los contratos para el suministro de los compo-

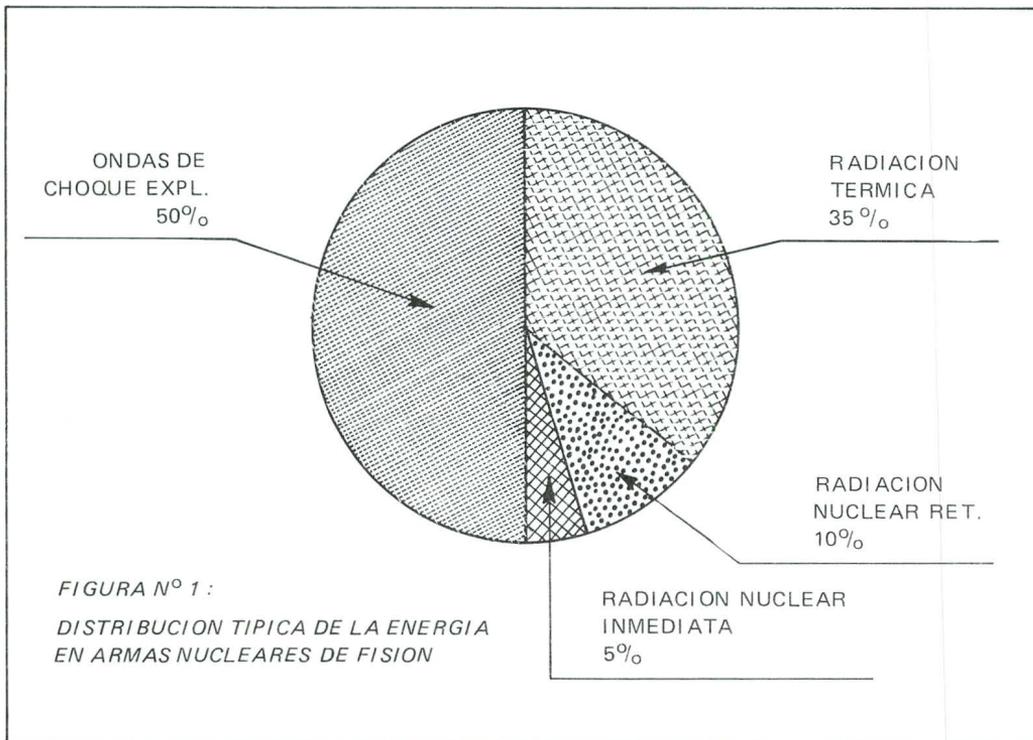
ponentes y del combustible: uranio, deuterio (tritio) y litio para la bomba.

FINALIDAD DE LA BOMBA

Los explosivos nucleares tácticos de radiación aumentada, o bombas de neutrones, han sido desarrollados debido al cambio de opinión de algunos estrategas y tácticos de la guerra nuclear, que estiman que es mejor pelear una guerra nuclear que disuadir al adversario de realizarla, como era el consenso generalizado hasta la fecha.

Este cambio de estrategia ha incentivado el mejoramiento de las armas nucleares tácticas, emergiendo la bomba de neutrones.

Esta arma nuclear ha sido desarrollada como un arma nuclear *limpia*, antitanque, con la finalidad principal de ser usada en Europa por las fuerzas de la OTAN, en contra de posibles ataques relámpago de tanques y carros de combate de las fuerzas del Pacto de Varsovia (superiores a las de la OTAN en una proporción de 3 a 1, en tanques y carros blindados), dejando el campo



de batalla poco destruido y no contaminado con residuos radioactivos, y, por lo tanto, listo para ser ocupado.

FISICA DE LA BOMBA

La característica más relevante de las armas atómicas de uranio o plutonio, es que éstas producen, durante la fisión, alrededor de 20 millones de veces más energía por unidad de masa que la que se produce al usar explosivos convencionales como el TNT o similares.

Mientras que la energía liberada por los explosivos convencionales se manifiesta casi fundamentalmente como trenes de ondas explosivas o de choque (estampido destructor), la energía liberada por una explosión de fisión se manifiesta (fig. 1) en un

50% como ondas explosivas o de choque, 35% como calor y un 5% como radiación ionizante inmediata (principalmente rayos gama y neutrones). El 10% restante aparece un tiempo más tarde como radiación ionizante secundaria y calor en los productos de fisión de la *nube radiactiva*, o *Fallout*. En las explosiones de fisión medianas y grandes (mayores de 10 kilotones) el principal daño es provocado por las ondas de choque y la generación de calor. Las distancias a las que alcanzan los efectos producidos por el calor y las ondas explosivas nucleares, varían aproximadamente con la raíz cúbica de las potencias de cada bomba:

$$D = D_1 \left(\frac{W}{W_1} \right)^{1/3}$$

A medida que se reduce la potencia de las bombas disminuye la energía liberada durante la fisión; al llegar a los rangos del kilotón (equivalente en energía a mil toneladas de TNT) o inferiores, los efectos destructores de la radiación ionizante (neutrones y rayos gama) pasan a ser los predominantes.

La distancia a la cual un explosivo nuclear de baja potencia produce daño por irradiación no cambia tan rápidamente como la raíz cúbica de la energía liberada. Esto es debido a que los neutrones que se producen durante la explosión son de alta energía (2 - 15 Mev, o millones de electron-volt) y pueden viajar bastantes lejos a través de la materia antes de ser absorbidos. En el aire es posible que alcancen distancias de cientos de metros, antes que pierdan una fracción importante de su energía y sean capturados por los átomos del medio donde se desplazan.

Por medio de una explosión de fisión practicada en una configuración geométrica adecuada, es posible calentar y comprimir una masa de átomos pesados de hidrógeno [deuterio (H^2) y mezclas de deuterio y tritio (H^3)] a temperaturas del orden de los cientos de millones de grados centígrados, similares a las existentes en el interior de las estrellas. Bajo estas condiciones se verifican explosivas y rápidas reacciones de fusión, donde un par de átomos de deuterio, al fusionarse, fuera de liberar energía forman un átomo de tritio más un neutrón; y un átomo de tritio más uno de deuterio, al combinarse, forman un átomo de helio más un neutrón, con la correspondiente liberación de energía. Este es el mecanismo físico que rige las

explosiones termonucleares o de las bombas de hidrógeno.

Cerca del 80% de la energía liberada durante una explosión de fusión es extraída por los neutrones, aumentándoles gradualmente su energía cinética. Se necesitan más de diez reacciones de fusión para igualar la energía liberada por la reacción de fisión de un átomo de uranio, lo que hace que, para una misma potencia, las reacciones de fusión produzcan diez veces más neutrones y de más alta energía que la de fisión.

Combinando reacciones de fisión de baja energía con reacciones de fusión, con el fin de disminuir los efectos de las ondas explosivas y liberación de calor y aumentar los efectos de la radiación, multiplicando principalmente el número de neutrones producidos, por el año 1958 nació el concepto de la bomba de neutrones.

En 1976, el presidente norteamericano Gerald Ford firmó la autorización requerida por la ley norteamericana para manufacturar y montar, en el misil balístico superficie-superficie Lance y en cañones de artillería de ocho pulgadas, *cabezas nucleares de radiación aumentada o bombas de neutrones W-70 Mod. 3*.

EFFECTOS DE LA BOMBA

Como se ha dicho anteriormente, en las bombas de neutrones el efecto destructor de las ondas explosivas y del calor se ha disminuido notablemente al bajar la potencia al rango del kilotón, predominando los efectos de la radiación debido a la gran cantidad de neutrones producidos en la explosión ($6,05 \times 10^{23}$ neutrones).

El neutrón es la partícula más pesada constituyente del núcleo de los átomos. Su peso es de $1,675 \times 10^{-24}$ gramos y no tiene carga eléctrica. Estas dos propiedades le dan a esta partícula nuclear características especiales para interactuar con la materia que la circunda. Como norma general, los elementos pesados como el uranio, samario o protactinio capturan los neutrones, mientras que los elementos químicos más livianos, como el carbono y el hidrógeno, les reducen su energía cinética. Es así cómo una placa de cera parafínica (contiene 14% de hidrógeno) reduce la energía de los neutrones mucho más efectivamente que una plancha de fierro de igual espesor, aunque esta última es ocho veces más pesada. Debido a esto, el cuerpo humano, compuesto en un 80% de agua, es una barrera para los neutrones, mucho más efectiva que una pared de ladrillos de igual espesor.

Los neutrones producidos en la explosión fisión-fusión de la bomba de neutrones, salen con altísimas energías (mayores de 15 Mev) del centro de la reacción y comienzan a transmitirla al medio que los rodea, a medida que chocan con los átomos de la materia que atraviesan. Esto causa la formación de partículas cargadas (iones) y el rompimiento de los enlaces químicos de los átomos del medio, proceso altamente destructor para las células vivas de la materia orgánica. Al perder su energía cinética, los neutrones son rápidamente absorbidos por el medio que los rodea, desapareciendo sin dejar rastros después de haber destruido a nivel nuclear la materia por donde pasaron.

Para las estructuras de la materia inorgánica, los efectos de la ionización producida por los neutrones no son muy severos, ya que las propiedades físicas del material (plasticidad, resistencia a la tensión, resistencia al *creep*, maleabilidad...) son poco modificadas, permitiendo así que las instalaciones que no estaban en el lugar mismo de la explosión de una bomba de neutrones, no sufran deterioros detectables y no queden contaminadas radiactivamente después de ella.

Igual cosa no sucede con las células que componen los tejidos vivos, donde los efectos de la radiación son desastrosos al alterarse o destruirse algunos constituyentes esenciales para su funcionamiento.

Algunas consecuencias de la ionización para las células son: rompimiento de los cromosomas; hinchazón, tanto del núcleo celular como de toda la célula; aumento de la viscosidad del líquido celular; aumento de la permeabilidad de la membrana celular; detención del proceso de mitosis y destrucción de la célula.

Los daños orgánicos sobre las personas, provocados por la irradiación y la posibilidad de su recuperación, dependerán de la dosis de radiación recibida por cada individuo. Esta dosis, a su vez, dependerá de la distancia a que se encuentre la persona del lugar de la explosión de la bomba y del medio que tengan que atravesar los neutrones para alcanzarla.

El cuadro N° 1 muestra los efectos clínicos provocados por recepción de diferentes dosis agudas de irradiación.

CUADRO N° 1: EFECTOS CLINICOS SOBRE EL ORGANISMO AL RECIBIR DIFERENTES RANGOS DE DOSIS AGUDA DE RADIACION IONIZANTE

Rango de dosis	0-100 rems Rango Sub-clínico	100 - 1.000 rems - Rango Terapéutico			Sobre 1.000 rems - Rango Letal
		100 - 200 rems	200 - 600 rems	600 - 1.000 rems	
Ocurrencia de vómitos	No	Vigilancia clínica	Terapia efectiva	Terapia prometedora	1.000-5.000 rems Sobre 5.000 rems
Tiempo de retardo	—	5 — 50%	100%	100%	Terapia sólo como paliativo 100%
Organo crítico	No	3 horas	2 horas	1 hora	30 minutos
Sintomatología	Ninguna	Tejidos hematopéyicos			Sistema gastro intestinal
Períodos críticos después de irradiación	—	Leucemia moderada	Leucemia severa Hemorragia Infecciones	Leucemia severa Hemorragia Infecciones	Sistema nervioso central Convulsión, letargo, temblores
Terapia	Control	—	4 - 6 semanas	4 - 6 semanas	5 - 14 días 1 - 48 horas
Probabilidad de recuperación	Excelente	Controles hematológicos	Transfusión de sangre, antibióticos	Transplante de médula ósea	Sedantes
Período de convalescencia	No	Excelente	Buena	Probable	Sedantes Ninguna
Ocurrencia de muerte	No	Semanas	1 - 12 meses	Largo	—
Muerte ocurre dentro de	—	No	0-80% (Variab).	80-100% Variab.	90-100% 90-100%
Causa de la muerte	—	—	2 meses	2 meses	2 semanas 2 días
			Hemorragias Infecciones	Hemorragias Infecciones	Falla sistema respiratorio, Edemas cutáneos

ACCION DE LA BOMBA EN EL CAMPO DE BATALLA

Según la literatura disponible sobre armamento nuclear-táctico, las cabezas nucleares actualmente armadas en el misil Lance tienen potencias que varían entre 1 y 100 kilotones, y las fabricadas para los cañones de artillería de ocho pulgadas llegan a los 10 kilotones. Las bombas de neutrones para el Lance y para los cañones de ocho pulgadas se estima serán del rango de 1 kilotón, aunque se ha dicho que para el Lance la potencia de la bomba podrá ser ajustada antes de su uso.

Como se expuso anteriormente, las bombas de neutrones son artefactos de fisión-fusión, y en el caso de las cabezas nucleares para el Lance la energía de la explosión es aportada en alrededor de un 60% por la reacción de fisión y un 40% por la de fusión.

El principal efecto de esta bomba, en contra de los carros blindados de combate y tanques, es el provocado por la radiación asociada a la energía de fusión, debido a que estos vehículos militares son altamente resistentes a las ondas explosivas y a los efectos térmicos de las explosiones nucleares.

A distancias de 900 metros del lugar de la explosión de una bomba de neutrones de 1 kilotón, en terreno abierto, se producen exposiciones de

8 mil rems. Tanques con blindajes hidrogenados antirradiación, es posible que atenuen la radiación a la mitad. Esto significa que la tripulación de un tanque a 900 metros de la explosión recibirá una dosis letal de alrededor de 4 mil rems, que producirá a sus tripulantes una inmediata "incapacitación temporal"; esto es, les producirá durante cinco minutos una total inhabilidad para realizar cualquier tarea física. Aunque posteriormente se recuperarán parcialmente, después de transcurrida alrededor de media hora su condición física se deteriorará gradualmente hasta producirse la muerte entre dos y seis días después. A 700 metros de distancia la intensidad de la radiación es casi el doble que a 900 metros (16 mil rems), y de acuerdo a experiencias con monos estas exposiciones provocan una "incapacidad permanente inmediata", durando la agonía hasta la muerte, uno o dos días.

Con dosis inferiores a 1.000 rems, por ejemplo, exposiciones de 650 rems (alrededor de 1.400 metros de distancia de la explosión de un artefacto de neutrones de 1 kilotón, en terreno abierto), las funciones biológicas humanas no se deterioran hasta después de una hora, pudiendo el personal continuar el combate, especulándose sobre la reacción psicológica y moral para el combate que tendrán estos soldados que se saben muertos en vida.

Las diferentes dosis de radiación producidas por bombas de neutrones de 1 kilotón se muestran en la fig. 2.

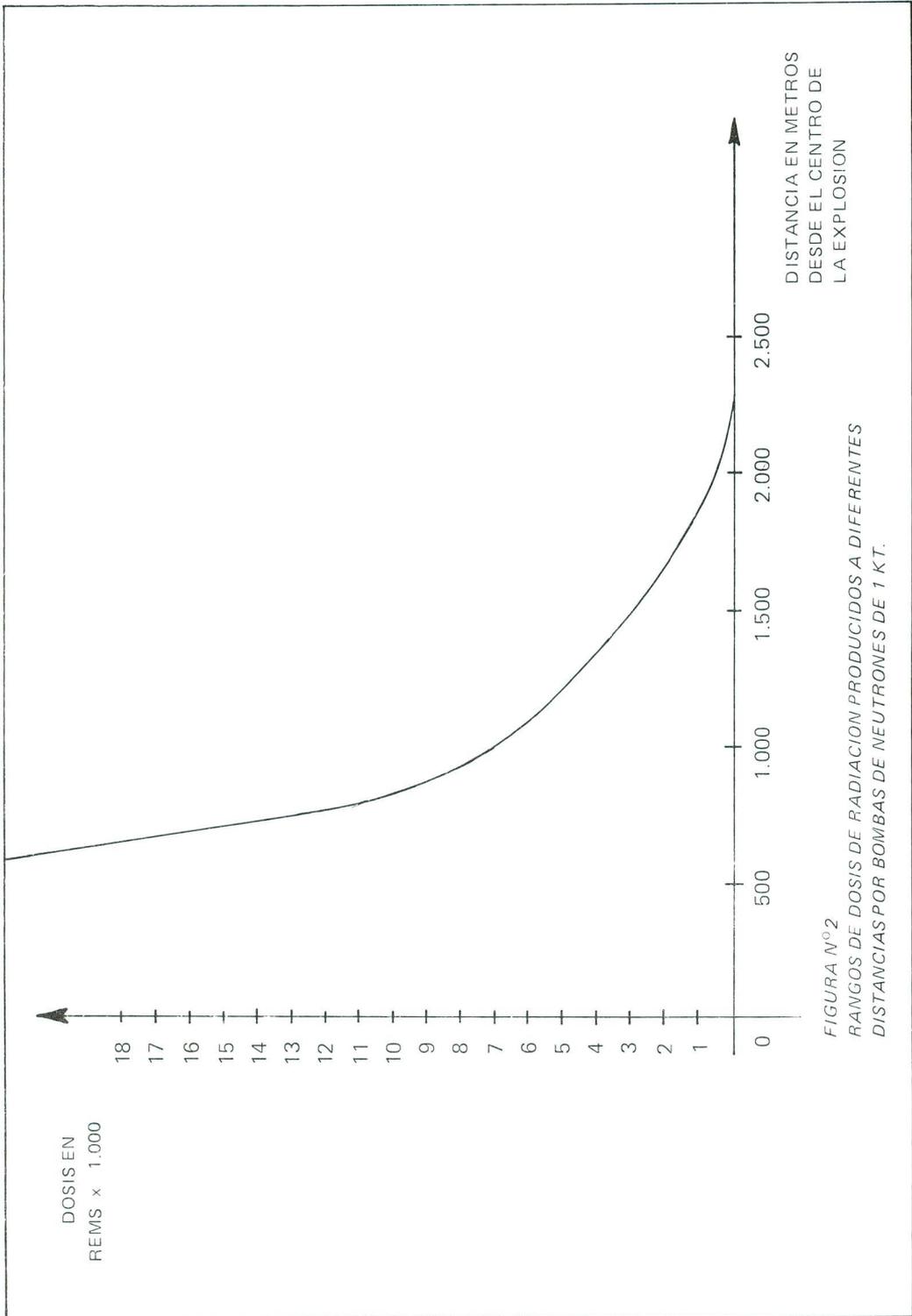


FIGURA N°2
RANGOS DE DOSIS DE RADIACION PRODUCIDOS A DIFERENTES
DISTANCIAS POR BOMBAS DE NEUTRONES DE 1 KT.

Estas dosis nocivas alcanzan una distancia aproximada de dos kilómetros del punto de la explosión, cubriendo un área de 12,5 kilómetros cuadrados. Dentro de esta área, la mayoría de los individuos expuestos sufrirán enfermedades por irradiación, y los que se encuentren dentro del quinto del área más cercana al centro de la explosión sufrirán "incapacitación inmediata" y posterior muerte.

Debido a que al disminuir la potencia de las bombas nucleares al rango de 1 kilotón, los efectos de la onda explosiva, del calor y de los residuos de fisión se concentran prácticamente en el lugar mismo de la explosión, el uso de bombas de neutrones modifica muy poco el campo de batalla al no deteriorar las instalaciones civiles y quedar prácticamente limpio de residuos radiactivos. De todas formas, el uso masivo de estos artefactos durante una batalla podría producir también efectos devastadores para las instalaciones y la población civil. La razón es que una bomba de neutrones de 1 kilotón, además de producir intensa radiación, en un radio de 600 metros provoca ondas de choque con sobrepresiones de 4,1 lb/pulg² y radiación térmica del orden de 3,8 cal/cm².

ANALISIS FINAL

¿Conseguirá el despliegue de la bomba de neutrones disuadir a las fuerzas del Pacto de Varsovia de intentar un ataque *blitzkrieg* con tanques y carros blindados sobre Europa? Nada

más difícil de responder en estos momentos, aun para los estrategas y tácticos de la guerra nuclear, que, pese a los múltiples argumentos en favor o en contra de la utilización de la bomba de neutrones, no llegan a ningún consenso generalizado.

Los adeptos de la bomba de neutrones refuerzan su convicción de usarse, enfatizando que al restringirse el uso de las armas nucleares tácticas solamente a artefactos de baja potencia, como el caso de esta bomba, es posible crear una barrera que impida un escalamiento de la guerra nuclear táctica a la guerra nuclear estratégica. Otros destacan como una de sus buenas características la de provocar poco daño colateral a la población civil y a las instalaciones del campo de acción, y que al *ser limpia* éste es fácilmente ocupable. Además, se ha argumentado que esta bomba provoca mayor efecto disuasivo sobre el enemigo que las armas nucleares convencionales.

Ante los argumentos esgrimidos por sus proponentes, es posible esgrimir también argumentos contrarios que hacen muy difícil vislumbrar si este nuevo artefacto nuclear táctico conseguirá su objetivo o se convertirá en un nuevo impulso a la ya monstruosa escalada nuclear militar.

El uso de las armas nucleares tácticas puede provocar la pérdida del control de la guerra nuclear táctica,

propias a la guerra nuclear estratégica y total, debida a la imposibilidad del enemigo de distinguir: el tipo de arma nuclear (táctica o estratégica) y el lugar e intención del ataque nuclear del que está siendo objeto, provocando una inmediata y masiva reacción nuclear total, como está establecido por doctrina militar ante un ataque de esta naturaleza. Cabe además la posibilidad que las bombas de neutrones provoquen un ataque nuclear preventivo para evitar su uso en el campo táctico.

Es probable que durante las operaciones, para mantener una buena efectividad, sea necesario usar grandes cantidades de bombas de neutrones para traspasar los blindajes biológicos antirradiación, capaces de reducir la radiación neutrónica por un factor de 5. Esto acarrearía daños considerables para la población civil e instalaciones.

¿Hasta qué punto se justifica agregar este nuevo tipo de arma al ya inmenso arsenal nuclear, cuando norteamericanos, franceses y alemanes, por citar a algunos, han desarrollado y probado en Vietnam y Medio Oriente excelentes sistemas de armamentos convencionales teleguiados antitanque del tipo Dragon y Cobra/tow? Difícil pregunta de contestar, cuando la seguridad de la cuna de la civiliza-

ción occidental está tan amenazada por el imperialismo soviético.

La responsabilidad recae sobre las grandes potencias militares ultradesarrolladas, las cuales deberían hacer un meditado y serio esfuerzo para sacar al mundo de las fronteras de una conflagración nuclear mundial, poniéndose de acuerdo para reducir drásticamente sus arsenales nucleares militares y evitar la introducción en éstos de nuevas tecnologías que se traducen en nuevos, mortíferos y sofisticados armamentos.

América del Sur, en conformidad al Tratado de Tlatelolco, es un continente desnuclearizado; pese a esto, y en forma velada, los jinetes nucleares del Apocalipsis se han acercado a los responsables y conductores de los desarrollos nucleares de los países de la región latinoamericana con mayor desarrollo nuclear relativo, para influir militarmente en las orientaciones de estos desarrollos. Latinoamérica es de hecho una zona desnuclearizada y así debe continuar. Este *status* de privilegio debe mantenerse, aunando los esfuerzos de la comunidad panamericana y mundial en contra de los países, personas o entidades que propugnan el uso militar de la energía nuclear en Latinoamérica.

Bibliografía

- FELD T., BERNARD, *The Consequences of Nuclear War*, The Bulletin of the Atomic Scientists, June 1976, vol. 32, number 6.
- GLASSTONE, SAMUEL, *The Effects of Nuclear Weapons*, United States Atomic Energy Commission, April 1962.
- KAPLAN, IRWING, *Nuclear Physics*, Addison - Wesley Pub. Co, Reading Mass, 1961.
- KISTIAKOWSKY, GEORGE, *Enhanced Radiation Warheads Alias the Neutron Bomb*, Technology Review, May 1978, vol 80, number 6.
- LAMARSH, JOHN, *Introduction to Nuclear Reactor Theory*, Addison - Wesley Pub. Co., Reading Mass, 1972.

