

La nueva amenaza: artefactos radiológicos. Desde las pestes y los gases a las bombas sucias.

The new threat: radiological devices. From pests and gases to dirty bombs.

por Jorge Pozzo*

Recibido: 05/06/15 - Aprobado: 03/12/15



Resumen

Los equipos militares para operar en un medio ambiente peligroso suelen tener capacidad QBN, es decir, son herméticos al ingreso de agentes químicos (gases), microorganismos (bacterias, esporas) y polvo nuclear (radiación). Ahora bien, en términos de conflictos convencionales el uso de pestes o de gases venenosos no constituye una novedad pero el uso de armas de emisión radiológica es inédito. Las únicas terribles experiencias atómicas han sido Hiroshima y Nagasaki; sin embargo, estos artefactos fueron bombas nucleares, una de Uranio enriquecido y otra de Plutonio, respectivamente: sus efectos letales inmediatos fueron por la radiación, el calor y los vientos huracanados. Ahora nos referiremos a la contaminación con radioisótopos, bajo la forma de una bomba radiológica. En ellas la letalidad no gravita en su aplicación al enfrentamiento con fuerzas militares, sino al uso contra ciudades. Esta es la que llamamos una nueva amenaza.

* Magister EDENA, Escuela de Defensa Nacional.

Palabras Clave: Protección QBN - emisión radiológica - contaminación - bomba radiológica - bomba sucia.

Abstract

Military equipment to operate in a dangerous environment often has capacity QBN. In fact, they have hermetically closed in order to avoid chemicals (gas), bacteria (microorganisms, spores) and nuclear radiation or powder. In terms of conventional conflicts using pests or poisonous gases is not new but the use of weapons of radiological release is unpublished. The unique and terrible atomic attacks were Hiroshima and Nagasaki. However, these devices have been nuclear bombs, one of enriched Uranium and Plutonium other respectively: its immediate effects were lethal radiation, heat and strong winds. Now we will refer to contamination with radioisotopes, in the form of a dirty bomb. In this case lethality is not its application to clash on military forces but to use against cities.

Key words: NBC protection - radiologic release - contamination - radiologic bomb - dirty bomb.

Introducción

Aunque nuestro interés se centra en la eventual construcción de un artefacto radiológico, creemos que es conveniente hacer un relevamiento histórico del uso de las armas de destrucción masiva, comenzando por las de tipo biológico y continuando con las químicas.

Como se verá, desde tiempos remotos la facilidad para transmitir enfermedades no dejó de seducir por la aparente economía en el empleo de fuerzas propias y la rapidez para ganar un conflicto.



Antecedentes de ataques biológicos

Breve – afortunadamente, pero sin lugar a dudas incompleto – listado:

184 AC. Las fuerzas de Aníbal lanzan sobre el enemigo potes de barro llenos de serpientes.¹

1346. Los tártaros sitian la ciudad de Kaffa (Crimea). Los sitiadores son asolados por la peste. Deciden entonces catapultar² sus muertos a la ciudad por sobre las murallas, expandiendo la peste negra (otros autores: peste bubónica)^{3,4}

1422. En el sitio de la ciudad de Carolstein, Lituania, el príncipe Caribut dispone que sean lanzadas sobre el enemigo⁵ cuerpos de monturas muertas por la peste – más otras 2000 cargas adicionales de excremento⁶.

1600's. Siglo XV, el ejército de Pizarro ofreció a los nativos sudamericanos ropas infectadas con viruela^{7,8}

¹ Chotani R. (2003). "Identificación de agentes de bioterrorismo". En: www.pitt.edu/~super/7/30011-31001/30361.ppt. Consultado 22 de enero de 2015. University of Pittsburgh, Pittsburgh, Pennsylvania. (Nota: entendemos que se refiere a la batalla naval contra Eumenes II de Pérgamo), pág. 2.

² Jacobs S. (2013). "Chemical Warfare, From Rome to Syria. A Time Line". *National Geographic News*, Article. 'A look at the historical precedents for Syria's most recent alleged chemical attack. It turns out that chemical warfare is thousands of years old? Author Jacobs S., National Geographic News. Published August 22, 2013. En <http://news.national-geographic.com/news/2013/08/130822-syria-chemical-biological-weapons-sarin-war-history-science/>. Consultado: 22 de enero de 2015

³ Nievas, F; Bonavena, P. (2008). "Bioterrorismo: ¿Miedo infundado o peligro real?". Fac. Humanidades y Cs Educación; Universidad Nacional de La Plata. La Plata (Arg.); pág. 5.

⁴ Chotani R. (2003). "Identificación de agentes de bioterrorismo". op. cit. Dice: 'lanza sus cabalgaduras muertas por peste sobre las paredes de la ciudad', pág. 2.

⁵ Chotani R. (2003). "Identificación de agentes de bioterrorismo"; op. cit., pág. 2.

⁶ Alonso J. F. (2003). Artículo sin título. En *ABC.es*, 9 de marzo de 2003, versión on line del *Periódico ABC*, España. Reproducido por © BELT.ES, Copyright BeltIbérica, S.A. Madrid - 2004. belt@belt.es. Consultado en <http://www.belt.es/articulos/articulo.asp?id=705>, 25 de enero de 2015

⁷ Chotani R. (2003). "Identificación de agentes de bioterrorismo"; op. cit., pág. 4.

⁸ Alonso J. F. (2003). Artículo sin título. Publicado en *ABC.es*, 9 de marzo de 2003; op. cit.



1710. Tropas rusas lanzan los cuerpos de las víctimas de la peste sobre los muros de una ciudad (Guerra Ruso-Sueca)⁹. El autor consultado no declara el nombre de la ciudad, pero estimamos que pudo ser Riga: "... tras la batalla de Poltava, regresaron las hostilidades a la región con especial crudeza. Los rusos estaban dispuestos a expulsar por completo a los suecos. Ese año fue rodeada Riga, ciudad fortificada que se rindió el 1 de julio de 1710".¹⁰

1763. Un general británico (Jeffrey Amherst¹¹) propone propagar la viruela entre las tribus indígenas rebeldes en América del Norte. Se cree que el vector podría haber sido distribuir mantas usadas por enfermos de viruela: "los jefes de una tribu recibieron un regalo envenenado: dos mantas y un pañuelo salidos del hospital de los enfermos de viruela"¹².

1937 a 1945. Guerra Japón-China y luego Segunda Guerra Mundial (SGM): la temible Unidad 731 (Japón) experimentó en Corea y Manchuria usando sobre población civil, bombas que contenían pulgas con peste bubónica¹³, botulismo, cólera, viruela, etc. (también el ántrax, la tularemia,



⁹ Chotani R. (2003). "Identificación de agentes de bioterrorismo"; op. cit., pág. 4.

¹⁰ Kordaset al. (2013, 2015). "Gran Guerra del Norte". En http://es.wikipedia.org/wiki/Gran_Guerra_del_Norte. Consultado el 16 de abril de 2015. Artículo de Wikipedia, versión pdf, pág. 12.

¹¹ Jacobs S. (2013). "Chemical Warfare, From Rome to Syria. A Time Line"; op. cit.

¹² Alonso J. F. (2003). Artículo sin título. Publicado en ABC.es el 9 de marzo de 2003; op. cit.

¹³ Franz D., Parrott C., Takafuji E. (1997). "Chapter 19. The U.S. Biological Warfare and Biological Defense Programs". En *Medical Aspects of Chemical and Biological Warfare*. Published by the Office of The Surgeon General Department of the Army, USA., pág. 427. "...the Japanese had stockpiled 400 kg of anthrax spores, which were to be used in a specially designed fragmentation bomb". Traducción nuestra: los japoneses habían acumulado 400 kg de esporas de ántrax, los cuales serían usados en bombas especiales de fragmentación. Posibles sitios blancos: "...Since 1937, Japan had conducted a large biological warfare program, including human testing, at its Unit 731 in Manchuria". Traducción nuestra: desde 1937, Japón condujo un extenso programa de guerra biológica, incluyendo pruebas en humanos, en su Unidad 731 situada en Manchuria.

el muermo, y la fiebre tifoidea¹⁴). Además experimentaron con un precursor del luego conocido como defoliante agente naranja¹⁵.

1960's. Científicos de EEUU establecieron la factibilidad de usar armas biológicas en el campo de batalla¹⁶.

1992. Un desertor de la entonces recientemente disuelta Unión Soviética (URSS) manifestó que en Rusia siguen conservando virus activos de viruela¹⁷, presuntamente para hacer estudios científicos. Misma postura tiene EEUU, pese a que la Organización Mundial de la Salud declaró al planeta libre de viruela en el año 1979. Los sucesivos intentos de acuerdos entre Rusia y EEUU para destruir conjuntamente las cepas han fracasado, extendiéndose moratorias mutuamente. Es claro que las consideran un último recurso para usarlas como armas biológicas.

2001. Primeros ataques con esporas de ántrax (*B. anthracis*¹⁸.) en EEUU. Se las distribuyó por cartas enviadas por correo a personalidades públicamente relevantes. Fallecieron 5 personas afectadas.

Antecedentes de ataques químicos

Comparadas con las armas biológicas, las de tipo químico hicieron tardía aparición. La razón es de carácter técnico-científico: sobre finales del siglo XIX la química se desarrolló completamente y de la mano de la capacidad industrial llegó este armamento (junto con los llamados altos explo-

¹⁴ Franz D., Parrott C., Takafuji E. (1997). "Chapter 19. The U.S. Biological Warfare and Biological Defense Programs"; op. cit., p. 426.

¹⁵ RT Rusia Today. (2014). "Armas secretas de Japón durante la Segunda Guerra Mundial. La Unidad 731 de desarrollo de armas biológicas". *Russia Today*. En <http://actualidad.rt.com/actualidad/160144-armas-secretas-japon-segunda-guerra-mundial>. Publicado: 12 de diciembre de 2014 15:54 GMT. Consulta 23 de enero de 2014

¹⁶ Franz D., Parrott C., Takafuji E. (1997). "Chapter 19. The U.S. Biological Warfare and Biological Defense Programs"; op. cit., p. 426.

¹⁷ Jacobs S. (2013). "Chemical Warfare, From Rome to Syria. A Time Line"; op. cit.

¹⁸ Jacobs S. (2013). "Chemical Warfare, From Rome to Syria. A Time Line"; op. cit. Nota Del autor: *Bacillus anthracis* es el nombre no abreviado.



sivos: el TNT, por ejemplo). Obsérvese que siempre se limitan a gases, el primero de naturaleza comercial (cloro), luego rápidamente sustituido por otros desarrollados específicamente con fines bélicos.

Entonces, otro breve –pero quizás también incompleto– listado:

1915. Ypres (Bélgica), 22 abril 1915, 5 de la mañana, primer ataque alemán con gas cloro. Liberaron el gas manualmente a favor del viento¹⁹.

1915. Ypres (Bélgica), 19 diciembre 1915. Uso de fosgeno por los alemanes. Usaron proyectiles de artillería como vector²⁰.

1916. Batalla del Somme. Francia, Inglaterra y sus aliados usan cloro y fosgeno. En los siguientes 19 meses, los ingleses usan 1900 toneladas de fosgeno²¹.

1917. Ypres (Bélgica), 12 julio 1917; ataque alemán con gas mediante artillería²².

1918. En julio los franceses usaron gas lacrimógeno (bromobenzyl cyanide)²³.

1930's. Potente lacrimógeno, usado por Japón en Taiwán²⁴.

1940's. Aparece el Zyklon B en la Alemania nazi²⁵.

1980's. Se cree que Siria, atacó en Hama con ácido prúsico (sin confirmar)²⁶.

1988's. Se sospecha que Irán atacó a los kurdos durante la guerra Irán-Irak (sin confirmar)²⁷.

¹⁹ Morgan S. (2002, 2011). "Chemical Warfare, From Rome to Syria. A Time Line". Department of Chemistry and Biochemistry, University of South Carolina, Columbia, p.4

²⁰ Morgan S. (2002, 2011). "Chemical Warfare, From Rome to Syria. A Time Line"; op. cit., p. 6

²¹ Morgan S. (2002, 2011). "Chemical Warfare, From Rome to Syria. A Time Line". op. cit., p. 6.

²² Morgan S. (2002, 2011). "Chemical Warfare: History and Chemistry"; op. cit., p. 8.

²³ Morgan S. (2002, 2011). "Chemical Warfare: History and Chemistry"; op. cit., p. 17.

²⁴ Morgan S. (2002, 2011). "Chemical Warfare: History and Chemistry"; op. cit., p. 17.

²⁵ Morgan S. (2002, 2011). "Chemical Warfare: History and Chemistry"; op. cit., p. 11.

²⁶ Morgan S. (2002, 2011). "Chemical Warfare: History and Chemistry"; op. cit., p. 11.

²⁷ Morgan S. (2002, 2011). "Chemical Warfare: History and Chemistry"; op. cit., p. 11.



1988. Gas nervioso: se dice que se usó en Bosnia contra refugiados bosnios²⁸.

1995. Ataque terrorista en un tren subterráneo en Japón, utilizando gas sarín²⁹.

Ataques radiológicos

Afortunadamente aún no se han llevado a cabo. Podemos citar una lista de accidentes nucleares industriales y explosiones atómicas como antecedentes. Aunque no se trata de los mismos efectos ni radioisótopos esperables, dan una idea de la problemática con la cual lidiar.

Accidentes nucleares industriales civiles

Las lesiones ocasionadas por radiación obedecen a dos contactos básicos: por la emisión de un pulso radiológico o por radioisótopos esparcidos como polvo. En los accidentes han tenido lugar ambos sucesos, pero sólo el segundo caso (polvo contaminado) nos conducirá a las armas radiológicas.

Una lista³⁰ referida solamente a accidentes acaecidos en plantas nucleares de generación de energía eléctrica o instalaciones de procesamiento de materiales nucleares, es la siguiente:

1952. Canadá. En el reactor nuclear NRX de Chalk River el 12 de diciembre se produce el primer accidente nuclear industrial.

1957. Rusia. Accidente nuclear en Mayak, un complejo de instalaciones nucleares entre Kaslo y Kyshtym, Oblast de Chelíabinsk.

1957 - Reino Unido. Accidente nuclear en octubre de 1957, en Windscale Pile. Es el peor accidente del Reino Unido, mereciendo la clasificac-

²⁸ Morgan S. (2002, 2011). "Chemical Warfare: History and Chemistry"; op. cit., p. 15

²⁹ Morgan S. (2002, 2011). "Chemical Warfare: History and Chemistry"; op. cit., p. 22

³⁰ Energia-nuclear.net. (2015). "Accidentes nucleares". En <http://energia-nuclear.net/>; también ver en <http://energia-nuclear.net/accidentes-nucleares>; contacto info@energia-nuclear.net. Consultado: 25 de enero de 2015



ción 5 de la escala INES (escala de la IAEA, que califica de 1 a 7 de gravedad de accidentes nucleares). Se sospecha que 240 casos de cánceres fueron debido a este evento.

1958. Canadá. En la central nuclear de Chalk River el 24 de mayo de 1958 (antes mencionada por tener un grave accidente en 1952), una varilla de uranio se incendió y se partió al querer extraerla del núcleo del reactor.

1969: Suiza. Es un accidente muy grave y escasamente conocido³¹. En Lucerna un reactor de diseño suizo (de investigación³² según algunas fuentes, con fines de producción eléctrica según otros) salió totalmente de control a sólo 7 horas de iniciar su funcionamiento³³. La falla fue tan grave que debieron cerrar totalmente la instalación soterrada y recién en 2003 se terminó de limpiar el área³⁴.

1979. EEUU. Accidente nuclear en Three Mile Island. La central nucleoelectrónica tuvo un escape de productos radiactivos al ambiente. El evento fue considerado de nivel 5 en la escala INES.

³¹ ABC. (1969). "Filtración radiactiva en una central eléctrica nuclear". Edición de la mañana, jueves 23 de enero de 1969. Hemeroteca ABC.es., pág. 31. 1ra columna. Consulta: 01 de febrero de 2015. Hora 06:22 p.m.; Revisada el 11 de noviembre de 2015. Hora 11:16 p.m.

³² Angus et al. (2015). "Anexo: Accidentes nucleares civiles". Versión PDF; 15 de agosto de 2015. En https://es.wikipedia.org/wiki/Anexo:Accidentes_nucleares_civiles. Pág. 2. Consulta: 12 de noviembre de 2015; hora 07:53 p.m.

³³ Web Física/mente. "Incidenti Nucleari (Alcuni poco noti)". En http://www.fisicamente.net/SCI_SOC/index-1065.htm. Texto: "1969, gennaio. Lucens (Svizzera). Dopo sole 7 ore di funzionamento si ha surriscaldamento con rottura di guaine ed infiltrazione di acqua contaminata nel sotterraneo. La grotta contenente la centrale è stata murata definitivamente"; Traducción nuestra: 1969 enero. Lucerna (Suiza). Después de sólo siete horas de funcionamiento, por sobrecalentamiento se produjo la rotura de las cápsulas [del material radiactivo], con infiltración de agua contaminada en el sótano. El bunker que contiene la planta fue sellado definitivamente. Consultado: 01 de febrero de 2015.

³⁴ Ufficio Federale Dell'energia UFE, Confederazione Svizzera.(2003). "Il Consiglio federale ha approvato oggi la richiesta della Società nazionale per la promozione della tecnica atomica industriale (NGA) di revocare la vigilanza sulla parcella 925 a Lucens". Traducción nuestra: El Consejo Federal ha aprobado la solicitud de la Sociedad Nacional para la Promoción de la Industria de la Ingeniería Atómica (NGA) de revocar la supervisión en la parcela 925 en Lucerna. En <http://www.swissinfo.ch/spa/una-p%C3%A1gina-de-la-historia-nuclear-se-cierra/3> 519538. Consulta verificada el 11 de noviembre de 2015, hora 11:31 p.m.



1980. Francia. En marzo de 1980, ocurrió un fallo en el sistema de enfriamiento de esta central aledaña al río Loire. Debido a que no hubo escape de elementos radiactivos al exterior, mereció un nivel 4 en la escala INES.

1983. Argentina. Accidente en el reactor de investigación RA-2 ubicado en el Centro Atómico Constituyentes. El técnico que lo operaba falleció por un pulso de radiación. Fue calificado como de nivel 4 en la escala INES³⁵.

1986. Ucrania (ex URSS). En abril de 1986 ocurrió el accidente en la central nuclear de Chernóbil. Como consecuencia de una seguidilla de errores de diseño, humanos al operar y de presiones políticas por comenzar a funcionar, acaeció el peor accidente de la historia, Tuvo una clasificación nivel 7 en la Escala INES (el máximo). Aun hoy hay fugas de radiación en el sarcófago de cemento, bario, etc., con el cual se ha querido confinar a los elementos radiactivos. Las víctimas inmediatas fueron 31, aunque la lista final nunca se sabrá pues el área contaminada fue enorme (evacuaron casi 120.000 personas y la radiación – en diferentes niveles – alcanzó a 13 países). La cercana ciudad de Pripjat debió ser abandonada y aún permanece así, sin fecha estimada de recuperación.

1987. Brasil. En septiembre de 1987 al menos 4 personas murieron al manipular una fuente radiactiva de Cesio 137, abandonada en Goiânia y proveniente de un equipamiento médico. Otras 28 fueron irradiadas, en un accidente clasificado de nivel 5 (INES).

1999. Japón. Accidente en una planta de tratamiento manual de combustible de uranio en Tokaimura³⁶. Ocurrió en septiembre de 1999 debido

³⁵ IAEA International Atomic Energy Agency. (1992). "General Conference". GC (XXXVI)/INF/309 24 August 1992, pág. 16.

³⁶ Pozzo J. (2004). "Accidentes con materiales radiactivos: Casos más importantes a nivel mundial en los últimos años". Tesina no publicada; cursante matrícula: 3505-0175, materia Radiofísica Sanitaria). Fac. Cs. Exactas. Universidad de Morón - Posgrado Higiene y Seguridad en el Trabajo, pp. 31-38.



a lo que algunos autores califican de un error humano de los 2 trabajadores irradiados, pero que a nuestro juicio fue una falla de la empresa al no limitar los volúmenes para evitar alcanzar masas críticas. El accidente se clasificó como nivel 4 según la Escala INES.

2011. Japón. En Fukushima el 11 de marzo sale de control y explota una central nuclear, luego de un terremoto de grado 8,9 en la escala logarítmica de Richter y de su consiguiente maremoto. Aun hoy se están tratando de mitigar las fugas de radiación. Es un incidente de nivel 7 INES. No se conocen víctimas directas, pero tampoco las indirectas a largo plazo.

Consecuencias sobre grandes grupos poblacionales

Como corolario diremos lo siguiente: los accidentes fueron justamente eso, eventos acaecidos en las plantas industriales o centros de investigación, cuando por razones humanas o por cuestiones de diseño, inclusive por combinación de ambas cosas, los procesos se salieron de control. Pese a todo, algunas consecuencias fueron catastróficas, tales como Chernóbil y Fukushima. Las víctimas fatales directamente ligadas a los sucesos pueden parecer pocas, pero las que suceden a lo largo de los años son muchísimas más y de difícil cuantificación, por cuanto están asociadas a cánceres o malformaciones en las descendencias. Ahora bien, las preguntas son, ¿cuál es la causa que motiva la aparición de estas enfermedades y por qué el lapso de latencia del peligro es de tanto tiempo? Ambas tiene que ver con la naturaleza de la radiación nuclear: los radioisótopos emiten radiaciones varias –las gamma son las más penetrantes– en un proceso sostenido hasta que al agotarse, se convierten en elementos químicos inertes. Así por ejemplo, el Uranio 238 es una sustancia casi estable y emite poca radiación. Sus emisiones de partículas alfa son de baja peligrosidad, desde que no logran atravesar una hoja de papel. Por otro lado, una variedad de él –un isótopo–, denominada Uranio 235 (U

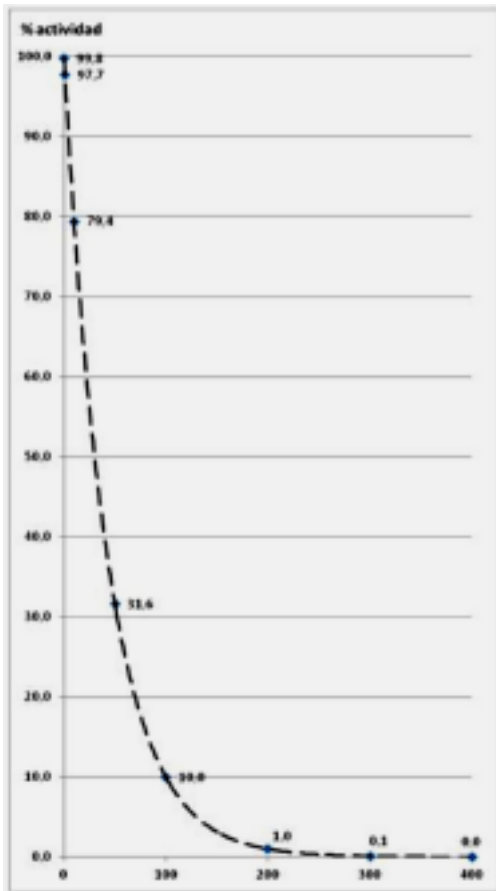


235) es inestable lo que lo hace particularmente atractivo como fuente energética en centrales nucleares. La segunda parte de la pregunta es durante cuánto tiempo emitirá radiaciones letales y eso es un lapso perfectamente cuantificable por métodos científicos, pero frecuentemente muy largo para el ser humano.

En resumen, hay elementos químicos estables y variedades isotópicas inestables (radioisótopos) que decaen emitiendo radiación. Veamos ahora un caso concreto; en la industria son de aplicación las fuentes emisoras de rayos gamma: una de ellas son las llamadas pastillas de Cesio 137. Este es un radioisótopo que no existe en la naturaleza. Se produce artificialmente para estos fines industriales; los rayos gamma controlados son de gran utilidad práctica, pero fuera de control pueden tomar contacto con humanos y provocar cáncer.

La pérdida accidental de esta sustancia y su eventual puesta en contacto con personas, daría lugar a un serio problema, sobre todo si ellas no saben de su existencia: la radiación no tiene color, no tiene sabor, no tiene olor, no quema (de inmediato), es decir, no tenemos modo de precavernos mediante nuestros sentidos. Es la clase de dificultades a enfrentarnos si este material y otros similares pudieran ser constituyentes de algún tipo de arma radiológica.





Pastilla de Cesio 137: Este riesgo estará latente durante varias generaciones de humanos; su vida media es de unos 30 años. Por lo tanto, luego de unos 300 años podríamos estar razonablemente seguros que ya no será letal. En el gráfico de la izquierda se presenta la curva de decaimiento que hemos calculado conforme a leyes físicas conocidas.

Decaimiento de Cesio 137. Fig. 1
(Cálculos: J Pozzo)



Figura I: Decaimiento del Cesio 137

Primera idea de una bomba radiológica

Luego de 1945 la posibilidad de esparcir radioisótopos como contaminantes no tardó en ser percibida y curiosamente, el primer antecedente aparece de la mano de un científico pacifista desilusionado: Leo Szilard.

Este brillante científico judeo-húngaro refugiado en EEUU, convence a Albert Einstein en 1939 que era posible hacer una reacción atómica en cadena y que se debía prevenir a Roosevelt. Más tarde, afectado emocionalmente por el uso de la bomba atómica y la carrera armamentística consiguiente, alerta nuevamente sobre los riesgos nucleares y el manejo desaprensivo de esta energía. Ejemplifica cómo podría eliminarse a la humani-

dad (incluyendo otras formas de vida) mediante un hipotético artificio radiológico. Imagina que una poderosa bomba atómica expulsaría a la atmósfera toneladas de Cobalto. Al par que volatiliza el metal en forma de polvo que subiría a las capas superiores de la atmósfera, el proceso también producirá la variedad radio isotópica Cobalto 60. Esta nube dispersada por los vientos cubriría al planeta como una alfombra letal.

La guerra irrestricta

Quince años atrás la publicación de un trabajo de los hasta entonces dos desconocidos coroneles chinos, abrió una nueva puerta al concepto de guerra sin restricciones. Sobre este particular nos parece oportuno hacer una reflexión previa: en la Segunda Guerra Mundial, por ejemplo, sin duda se aplicaron prácticamente la totalidad de los conceptos de Qiao Liang y Wang Xiangsui. Ya antes de declararse la guerra formalmente, algunas naciones ahogaron las economías de otras estrangulando el acceso a bienes vitales (petróleo, acero, caucho). La guerra terminó cuando se arrojaron 2 bombas atómicas sobre ciudades que albergaban unas pocas industrias que sumaban apenas al esfuerzo bélico, pero antes todos los actores quemaron o demolieron mutuamente entre sí a urbes muy populosas en Japón, en China o en Europa (Londres, Dresde, Hamburgo, Varsovia, etc.) mediante uso metódico de bombas de demolición, de fósforo blanco o incendiarias; gasearon o mataron de hambre e incineraron unos 6 millones de personas en forma sistemática, experimentaron con la guerra bacteriológica o con civiles en campos de concentración. En suma, usaron un amplio abanico de atrocidades demostrando que restaba poco a las ideas contenidas en el libro publicado en febrero de 1999 en China³⁷. Desde

³⁷ Qiao L., Wang X. (1999). *Unrestricted Warfare*. PLA Literature and Arts Publishing House, Beijing; February 1999. En FBIS Translated Text.



nuestro punto de vista lo llamativo de este trabajo es la sistematización de posibilidades. En efecto, nos resultan tan interesantes la claridad y metodología según se expresan los autores, que vamos a exponer algunos párrafos que consideramos relevantes. Extraemos del capítulo 2 este título que resume el espíritu que anima la obra: Los rostros del dios de la guerra se han hecho indistinguibles (“The War God’s Face Has Become Indistinct”).

- “La razón para el inicio de una guerra puede ser cualquier cosa, tal como una disputa sobre el territorio y los recursos, una reyerta sobre las creencias religiosas, el odio derivado de diferencias tribales, una pelea ideológica, una diferencia sobre cuotas de mercado, sobre la distribución del poder, acerca de sanciones comerciales, o derivada de malestar financiero“. En “¿Por qué luchar y para quién? (Why Fight and for Whom?)”³⁸.

- “Los estadounidenses han resumido las cuatro formas principales que tomará la guerra en el futuro: 1) Guerra de información; 2) Guerra de precisión; 3) Operaciones conjuntas; y 4) Operaciones militares distintas de la guerra (MOOTW)”³⁹.

Sobre el ítem 4 daremos más tarde algunos pareceres.

- “Guerra comercial....algunos de los medios utilizados son: el uso de una ley de comercio interior en el escenario internacional; la construcción arbitraria y/o el desmantelamiento de las barreras arancelarias; el uso de sanciones comerciales escritas a toda prisa; la imposición de embargos a

³⁸ Qiao L., Wang X. (1999). *Unrestricted Warfare*. Op. cit. En Part One: On New Warfare; capítulo 2, “Chapter 2: The War God’s Face Has Become Indistinct”, párrafo Why Fight and for Whom?: The reason for starting a war can be anything from a dispute over territory and resources, a dispute over religious beliefs, hatred stemming from tribal differences, or a dispute over ideology, to a dispute over market share, a dispute over the distribution of power and authority, a dispute over trade sanctions, or a dispute stemming from financial unrest”.

³⁹ Qiao L., Wang X. (1999). *Unrestricted Warfare*. Op. cit. En el párrafo “What Means and Methods Are Used to Fight? The Americans have summed up the four main forms that war fighting will take in the future as: 1) Information warfare; 2) Precision warfare; 3) Joint operations; and 4) Military operations other than war (MOOTW)”.



la exportación de tecnologías críticas;.....la aplicación del tratamiento de nación más favorecida (NMF), etc., etc. Cualquiera de estos medios puede tener un efecto destructivo igual a la de una operación militar“⁴⁰.

- “Guerra financiera:...un ataque de guerra financiera sorpresa que fuera deliberadamente planeado, iniciado por los dueños del capital móvil internacional, en última instancia sirve para voltear a un país tras otro—naciones que poco antes hubieran podido ser aclamadas como pequeños tigres y pequeños dragones – ...Lo que es más, tal derrota en el frente económico precipita un colapso del orden social y político. Las bajas resultantes de ese caos no son menores que las que resultan de una guerra regional, y el daño hecho al cuerpo social incluso supera el daño causado por una guerra convencional...”⁴¹

- “Nueva Guerra de Terror, en contraste con una tradicional Guerra de Terror...., si todos los terroristas limitaran sus operaciones al enfoque tradicional de colocar bombas, efectuar raptos, asesinatos y secuestrar aviones, esto representaría mucho menos que el grado máximo de terror. Lo que realmente despierta espanto en los corazones de la gente es la conjunción del terrorismo con varios tipos de nuevas tecnologías de punta, que posiblemente vayan a evolucionar hacia nuevas super-armas.....la bioquímica moderna ya ha forjado un arma letal para terroristas que traten de lle-

⁴⁰ Qiao L., Wang X. (1999). *Unrestricted Warfare*. Op. cit. En el párrafo Trade War:.....Some of the means used include: the use of domestic trade law on the international stage; the arbitrary erection and dismantling of tariff barriers; the use of hastily written trade sanctions; the imposition of embargoes on exports of critical technologies;.....; and the application of most-favored-nation (MFN) treatment, etc., etc. Any one of these means can have a destructive effect that is equal to that of a military operation.

⁴¹ Qiao L., Wang X. (1999). *Unrestricted Warfare*.Op. cit. En el párrafo “Financial War:... A surprise financial war attack that was deliberately planned and initiated by the owners of international mobile capital ultimately served to pin one nation after another to the ground—nations that not long ago were hailed as ‘little tigers’ and ‘little dragons’.”.... What is more, such a defeat on the economic front precipitates a near collapse of the social and political order. The casualties resulting from the constant chaos are no less than those resulting from a regional war and the injury done to the living social organism even exceeds the injury inflicted by a regional war...”



var a cabo una destrucción masiva en la humanidad".⁴²

- Los autores dan seguidamente una guía de las formas (nuevas y antiguas, estas últimas adecuadamente adaptadas) de llevar adelante las guerras, y desarrollan mediante ejemplos cada uno de los títulos. A nuestros fines es suficiente con dar un breve listado:

- guerra psicológica
 - contrabando como arma de guerra
 - guerra a través de los medios de comunicación
 - la guerra mediante la introducción de las drogas
 - guerra por medio de la web
- etc.

De todo lo expresado por estos dos coroneles de la Fuerza Aérea de la República Popular de China, tomaremos solamente el concepto de una nueva forma de ataque, centrándonos en el tema de nuestro artículo, esto es, una posible bomba radiológica (bomba sucia), que ellos lo tratan muy someramente. En el Cuadro N° 2 de su trabajo y bajo el título "En relación a las amenazas que observa EEUU"⁴³, se menciona explícitamente "Terroristas usando armas nucleares". Vale la pena analizar brevemente este renglón. Desde nuestro punto de vista, alude a armas nucleares convencionales, que por alguna razón pudieran ser obtenidas:

⁴² Qiao L., Wang X. (1999). *Unrestricted Warfare*. Op. cit. En el párrafo "New Terror War in Contrast to Traditional Terror War". "... Be that as it may, if all terrorists confined their operations simply to the traditional approach of bombings, kidnappings, assassinations, and plane hijackings, this would represent less than the maximum degree of terror. What really strikes terror into people's hearts is the rendezvous of terrorists with various types of new, high technologies that possibly will evolve into new super weapons... modern biochemical technology had already forged a lethal weapon for those terrorists who would try to carry out the mass destruction of humanity..."

⁴³ Qiao L., Wang X. (1999). *Unrestricted Warfare*. Op. cit. En el cuadro "A Comparison of The New and the Old Security Environments.2 In Regard to Threats Faced by the U.S.; Terrorists using nuclear weapons".



- en forma clandestina desde alguna potencia (recordemos que el libro fue publicado en 1999, al calor de una Unión Soviética en disolución y con fuertes sospechas de no tener control de su stock de armas nucleares)

- mediante la construcción de un arma, con uranio enriquecido grado bomba (U 235 casi al 100% de pureza) o con plutonio (Pu 239, mismo requisitos de calidad) obtenido como subproducto de reactores nucleares.

Francamente, no nos parece viable ninguno de los dos caminos, más aún cuando para que sean posibles, además de comprar o de hacer una bomba atómica, deben tener un medio de proyección. La única alternativa expeditiva y de muy bajo costo es que esté dentro de un container marino y pase los rigurosos controles de ingreso a un país del primer mundo; en caso contrario que se resignen a hacerla estallar en la rada de un puerto. No aparentan ser opciones verosímiles.

Por otro lado, puede interpretarse que la expresión “Terroristas usando armas nucleares” aludiría a lo que estamos tratando en este trabajo, es decir una bomba radiológica, artefacto de muy baja tecnología y mínimo costo.

En tal caso nuestro parecer es que el tema amerita haber sido tratado más profundamente, toda vez que según lo que hemos expuesto precedentemente, finalmente un actor en el escenario internacional se atribuye disponer actualmente de un arma de esas temibles características.

Riesgo de ataques radiológicos hoy

Siempre ha existido gran preocupación por la aparición de una bomba radiológica. Los gobiernos con manejo de tecnología nuclear ponen especial énfasis en cuidar de sus inventarios de radioisótopos. De allí que a la fecha, aunque podemos citar un listado de ataque biológicos o químicos, afortunadamente tenemos un listado vacío sobre ataques radiológicos. No



obstante, esto podría estar cambiando rápidamente. En efecto, en abril de 2014, el Director General Adjunto de la IAEA, Denis Flor expresó en Viena su preocupación por la eventual construcción de una bomba sucia (radiológica)⁴⁴. Esta inquietud está fundada en la mala gestión de elementos radiológicos por parte de naciones que tienen stock. Solo en el año anterior (2013) esta agencia de control contabilizó cerca de 140 casos en que ciertos materiales nucleares fueron usados de un modo no autorizado o con dificultades para explicar deficiencias en los stocks contabilizados.

Construir un artefacto de esta naturaleza es posible, desde que algunas naciones no han podido controlar debidamente la existencia de radioisótopos en su poder. La primera señal de alarma es de julio de 2014. Irak (o lo que queda de Irak como nación organizada) presentó una denuncia ante la ONU, expresando que había perdido el control de material radiológico. Mohamed Ali Alhakim, representante ante la ONU expresó que 40 kilogramos de materiales nucleares pertenecientes a la Universidad de Mosul⁴⁵ y usados específicamente para investigación, habían caído en manos de insurgentes. Construir una bomba sucia es sumamente sencillo: el material apropiadamente pulverizado puede ser expulsado cubriendo un área muy grande mediante el simple recurso de usar un explosivo químico convencional para dispersarlo. Para la proyección puede usarse una carga de TNT, por caso.

En diciembre de 2014 – solo 6 meses más tarde –, el sombrío panorama habría cobrado aún más relevancia. Personas que manifestaron ser miembros del Estado Islámico expresaron públicamente que ya disponían

⁴⁴ Dahl F. (2014). “Missing radioactive material may pose ‘dirty bomb’ threat: IAEA”. En *Reuters News Agency* <http://www.reuters.com/article/2014/03/21/us-nuclear-security-iaea-id.USBREA2K10W20140321>. Vienna. Consultado: 19 de enero de 2015.

⁴⁵ RT Russia Today. (2014). “Irak: grupos terroristas se han apoderado de materiales nucleares”. *Russia Today*. En: <http://actualidad.rt.com/actualidad/view/133548-irak-robo-materiales-nucleares-terroristas-ei>. Publicado 10 julio 2014 03:45 GMT, cita a Reuters como fuente. Consulta: 19 de enero de 2015.



de una bomba radiológica; según la agencia periodística Russia Today, los expertos en explosivos de la organización yihadista ya habrían realizado análisis de cuantificación de daños si explotara en un área urbana. El artículo en que nos basamos expresa⁴⁶: “Tariq, experto en explosivos, indica en otro mensaje [twitter] que él y sus compañeros están debatiendo acerca de qué podría suceder si una bomba sucia estallara en un área pública” [cita el diario *Mirror*] “agregó que esta clase de bomba sería horriblemente destructiva si explotara en Londres porque perturbaría más que un arma explosiva.”⁴⁷

Listado de intentos detectados

Un listado de intentos de obtención de un artefacto radiológico y/o sus componentes radiactivos se indica en el siguiente resumen cronológico (con las debidas precauciones acerca de la credibilidad, debido a la desconfianza que tenemos de algunas de las fuentes; nos referimos por ejemplo a las denuncias de armas nucleares en el Irak de Saddam Hussein, que justificaron un *casus belli* y la consecuente destrucción de una nación, para finalmente no encontrar nada).

1987. En esta fecha tan temprana⁴⁸ se atribuye a Irak el intento de haber construido una bomba radiológica. “Según un informe de las Naciones Unidas, Irak probó una bomba sucia en 1987 pero encontró que los niveles de radiación eran demasiado bajos para provocar un daño impor-

⁴⁶ RT Rusia Today. (2014). “La suma de todos los miedos: Estado Islámico dice tener bomba sucia fabricada con uranio”. *Rusia Today*. En: <http://actualidad.rt.com/actualidad/view/149009-estado-islamico-bomba-sucia-uranio>. Publicado: 1 de diciembre de 2014; 03:10 GMT. Consulta: 19 de enero de 2015.

⁴⁷ Mirror. (2014) “British ISIS fanatics have built a dirty bomb and boast of the damage it could inflict on London”. En: <http://www.mirror.co.uk/news/uk-news/british-isis-fanatics-built-dirty-4721561>. Consultado el diciembre de 2015.

⁴⁸ Ministerio de Salud de Dakota del Norte. (2015). “Bombas Sucias. Preguntas frecuentes”. En <https://www.ndhan.gov/data/translation/Dirty%20Bombs-Spanish.pdf>, pág. 2. Consultado el 19 de enero de 2015, 02:23 p.m.



tante. Por lo tanto, Irak abandonó todo otro uso de tal artefacto”. No opinamos sobre la veracidad de esta información. Merece sin embargo un breve análisis; la construcción de esta hipotética arma habría estado en manos de un actor estadual (entonces Irak era un país no devastado, poseía un Estado formal y con ansias de formar parte del club de naciones con tecnología nuclear). Es decir, en ese caso queda claramente expuesto que tal artefacto no estaba en las posibilidades de ser parte del arsenal de organizaciones terroristas.

1995. Extremistas chechenos intentaron hacer explotar un artefacto dispersor de material radiactivo (Cesio 137)⁴⁹ en un parque público de Moscú. Ideaban atacar a Rusia y así forzarla a retirar a sus tropas en Chechenia.

2001. Con las obligadas reservas, citamos “...a partir de septiembre de 2001, terroristas arrestados revelaron que individuos relacionados con Al Qaeda planeaban adquirir materiales para un artefacto dispersor de radiaciones”.⁵⁰

2004. “Autoridades británicas arrestaron al ciudadano británico Dhiren Barot por varios cargos, incluyendo conspiración para contaminación pública mediante uso de materiales radiactivos”⁵¹. Barot pensaba construir bombas sucias con las cuales atacar blancos en Estados Unidos: complejos de oficinas en Washington DC, Nueva York y Nueva Jersey.

⁴⁹ U.S.RNC, United States Regulatory Nuclear Commission. (2012). “Dirty bomb. Fact sheet, Office of Public Affairs”. For example, in 1995, Chechen extremists threatened to bundle radioactive material with explosives to use against Russia in order to force the Russian military to withdraw from Chechnya. While no explosives were used, officials later retrieved a package of cesium-137 the rebels had buried in a Moscow park”, pág. 4.

⁵⁰ U.S.RNC, United States Regulatory Nuclear Commission. (2012). “Dirty bomb. Fact sheet, Office of Public Affairs”; op. cit. “Since September 11, 2001, terrorist arrests and prosecutions overseas have revealed that individuals associated with al-Qaeda planned to acquire materials for a RDD”, pág. 4.

⁵¹ U.S.RNC, United States Regulatory Nuclear Commission. (2012). “Dirty bomb. Fact sheet, Office of Public Affairs”; op. cit. “In 2004, British authorities arrested a British national, Dhiren Barot, and several associates on various charges, including conspiring to commit public nuisance by the use of radioactive materials”, pág. 4.



2004: “En una operación independiente (de la arriba citada), las autoridades británicas arrestaron a Salahuddin Amin y otras seis personas, acusándolos de intentar comprar una bomba radiológica a la mafia rusa que operaba en Bélgica”⁵²

La posición del sistema internacional

Los Estados Unidos

Estados Unidos ha identificado esta amenaza desde inicios de este siglo. Para el 2005 el Center for Disease Control and Prevention⁵³ ya había emitido una explicación masiva del significado de una bomba sucia, que incluía dos modelos de comunicados a la población, uno denominado mensaje corto y otro mensaje largo⁵⁴, conteniendo instrucciones básicas e inmediatas para minimizar los daños sobre la salud.

Para el 2011 algún timbre de alarma debe haber sido escuchado: Barak Obama convocó una urgente reunión a los presidentes de las naciones con capacidad de manejo de tecnología nuclear. El motivo fue afianzar los controles sobre materiales nucleares. La presidenta C. Fernández estuvo presente. Argentina es importante exportador de radioisótopos con fines medicinales y de reactores nucleares de investigación. La respuesta formal a estas nuevas amenazas se puede ver en los siguientes documentos públi-

⁵² U.S.RNC, United States Regulatory Nuclear Commission. (2012). “Dirty bomb. Fact sheet, Office of Public Affairs”; op. cit. “In a separate British police operation in 2004, authorities arrested British national, Salahuddin Amin, and six others on terrorism-related charges. Amin is accused of making inquiries about buying a ‘radioisotope bomb’ from the Russian mafia in Belgium”, pág. 4.

⁵³ Center for Disease Control and Prevention–USA. (2005). “Frequently Asked Questions (FAQs) About Dirty Bombs”. Center for Disease Control and Prevention, 1600 Clifton Rd, Atlanta, GA 30333. En <http://www.bt.cdc.gov/radiation/dirtybombs.asp>. Consultado: 19 de enero de 2015.

⁵⁴ Center for Disease Control and Prevention – USA. (2005). “Dirty Bomb Extended and Short Messages - Health and Safety Information for the First Hours”; op. cit., pp. 1-5

cos: el 9 de agosto de 2012 el Departamento de Seguridad Interior (Department of Homeland Security⁵⁵) emitió un instructivo básico explicando que es un RDD (RDD: radiological dispersal device; artefacto dispersor radiológico), el significado de la pluma de contaminación compuesta de finas partículas radiactivas y las medidas básicas de protección.

En diciembre 2012 la United States Regulatory Nuclear Commission publicó un instructivo que resume los artefactos que podrían construirse, los tipos de emisiones radiactivas, las medidas básicas de protección y las posibles fuentes para conseguir los elementos radiológicos⁵⁶.

La AIEA

La Agencia Internacional de Energía Atómica es el órgano rector y referencia inevitable a la hora de exhibir los esfuerzos serios de la humanidad para controlar la energía nuclear. Originalmente dirigida al manejo seguro de la energía con fines civiles, dando directivas y orientaciones concretas desde el plano tecnológico para el manejo seguro. Asimismo, sus técnicos están alertas a desvíos estatales de los planes oficialmente declarados para uso de la energía atómica para fines pacíficos. En esta misión suelen tener dificultades, no pocas veces insalvables pero que ninguna manera desmerecen sus esfuerzos; todo lo contrario, evidencian el ingenio que despliegan para despejar dudas y emitir dictámenes tecnológicamente de avanzada, sumamente prudentes y equilibrados. Extendiendo sus funciones, exhiben actualmente la preocupación sobre las eventuales fallas de control de materiales fisibles y es así que ahora está en vigencia su Plan de Seguridad Nuclear 2014-2017.

⁵⁵ Department of Homeland Security, USA. (2012). "Radiological Attack: What It Is". Official website of the Department of Homeland Security. En <http://www.dhs.gov/radiological-attack-what-it>. Consultado: 19 de enero de 2015

⁵⁶ U.S.RNC, United States Regulatory Nuclear Commission. (2012). "Dirty bomb". Fact sheet, Office of Public Affairs, pág. 2.



Una breve cronología de eventos dirigidos a mejorar los controles sobre los materiales nucleares es la siguiente:

1970: Primeras asistencias – a petición de los Estados Partes – para mejorar los controles de seguridad de los stocks.

1975: Se publican recomendaciones generales, formales, que han sido revisadas regularmente. Actualmente está vigente la quinta revisión.

1997: Se establece el Programa de Seguridad de Materiales, debido a temores generados por indicios de tráfico ilícito de materiales nucleares.

2002: Se aprueba el primer plan integral para evitar el terrorismo nuclear, Obsérvese que por primera vez se menciona explícitamente esta amenaza.

2005 y 2009: actualización de los planes anteriores.

2010: Primer plan de 4 años, plasmado como Nuclear Security Plan 2010–2013

2014: Continuación del programa anterior, consistente en el ahora vigente Nuclear Security Plan 2014–2017.

Rusia

Rusia estuvo fuertemente involucrada en eliminar riesgos radiológicos. Luego del bombardeo al reactor Osirak en Irak por parte de la fuerza aérea de Israel el 07 de junio de 1981, actuó bajo estricto mandato de la ONU-IAEA (ONU, Resolución 687 de abril de 1991) y puso personal técnico, contenedores adecuados, grandes aviones de transporte y llevó todo el material radiológico extraído de entre los escombros a Rusia para disposición final⁵⁷.

Actualmente y pese a sus fuertes diferencias con EEUU por el tema Crimea y Ucrania y Siria, Rusia básicamente está de acuerdo en conside-

⁵⁷ Pozzo, J. (2014, no publicado). “Tesis: el desarrollo nuclear de Argentina y Brasil: de la desconfianza inicial a la cooperación sostenida”. EDENA, página 68. Cita al Boletín OIEA, 3/1994, López Lizana F., OuvrardR. y TakátsF., pp. 24-29.

rar las medidas para controlar estas nuevas amenazas (Conferencia de La Haya, 2014)

Latinoamérica

En la conferencia de La Haya – 25 de marzo de 2014 –se logró un consenso en admitir el riesgo de construcción de bombas radiológicas.

En la región, Argentina y Brasil son las naciones con mayor desarrollo nuclear y tienen salvaguardas redundantes. La ABACC (Agencia Brasileña-Argentina de Contabilidad y Control de materiales nucleares) mantiene una estricta vigilancia de sus stocks de radioisótopos y de las instalaciones de investigación, plantas de energía nucleoelectricas, etc. Constituye un verdadero ejemplo, reiteradas veces elogiados por las autoridades de la AIEA, por su consenso político y el desarrollo tecnológico de controles bilaterales⁵⁸.

Conclusiones

A partir de la sencillez constructiva de estos artefactos (una modesta carga explosiva, un detonador que la active y radioisótopos reducidos a partículas pulverulentas) tenemos la sombría percepción que podría aparecer en la escena internacional algún ataque por medio de este artificio.

El constituyente realmente difícil de obtener son los elementos radiactivos. Aunque las naciones que proveen de los mismos no son más de una decena (Argentina entre ellos), los países que tienen reactores de potencia o de investigación (provistos por los países capaces de exportar tecnología, Argentina también entre ellos) son muchos. Por ejemplo, nuestro país ha fabricado y entregado llave en mano reactores de investigación a Perú, Argelia, Egipto, Australia. También exportamos radioisótopos tales

⁵⁸ Pozzo, J. (2014, no publicado). “Tesis: el desarrollo nuclear de Argentina y Brasil: de la desconfianza inicial a la cooperación sostenida”; op. cit., pp. 100-102



como Cobalto 60, Molibdeno 99. Por lo tanto, el control mundial de todos los materiales sensibles se hace realmente complejo.

Desde nuestra región, los pasos básicos para mantener alejada esta nueva amenaza, a nuestro entender son tres:

1) No involucrarse en las políticas de agresión llevadas a cabo por las Grandes Potencias, en particular en zonas sensibles del planeta, tales como Oriente Medio, en las cuales no tenemos intereses.

2) Sostener nuestras políticas bilaterales con Brasil para mantener un estricto control de los materiales sensibles en ambas naciones.

3) Potenciar los sistemas de detección Fronterizos (medios tecnológicos, personal técnico altamente entrenado, datos de inteligencia eficaces) para impedir el ingreso de materiales clandestinos o de una bomba radiológica ya construida, desde que no podemos estar excluidos como nación de padecer una agresión, por las razones que fuere.

Las consecuencias de un ataque son imprevisibles en detalle⁵⁹, pero el espectro de Pripjat, una ciudad abandonada sin poder volver a ser habitada durante varias generaciones, es una clara señal para ocuparse muy seriamente en impedir una agresión radiológica. Aun siendo difícil controlar todos los materiales sensibles, es con mucho más sencillo que paliar los daños⁶⁰. Políticas serias, responsables, imbuidas de un sincero humanis-

⁵⁹ Colángelo C.H. (2004). "Protección radiológica del público. Dispersión de materiales radiactivos en la atmosfera". Cátedra Radiofísica Sanitaria; Especialización en Higiene y Seguridad en el Trabajo, Facultad de Ciencias Exactas, Químicas y Naturales, Universidad de Morón; 2004. Sitios de exposición radiológica: "Vías Críticas de Exposición del Hombre: ...una vez descargado a la atmósfera el material radiactivo se dispersa y es transportado por los vientos, parte del material se depositará sobre el terreno y cuerpos de agua, existiendo también una transferencia de dicho material a los alimentos y al agua. Por lo tanto el hombre estará expuesto por distintas vías, a) irradiación externa, ya sea por "inmersión" en la nube radiactiva y/o por el material depositado ("depósito" o "irradiación por depósito"), b) contaminación interna, ya sea por "inhalación" del material radiactivo, y/o por "ingestión" de alimentos." Pág. 59.

⁶⁰ Colángelo C.H. (2004). "Fundamentos de la protección radiológica para intervención". Cátedra Radiofísica Sanitaria; Especialización en Higiene y Seguridad en el Traba-



mo, llevadas adelante por las grandes potencias son un primer e imprescindible paso para evitar la concreción de esta amenaza. El resto de las naciones y los individuos que entendemos algo de estos temas, difundirlos, en la convicción que cuantos más nos involucremos, menos riesgo habrá.

Bibliografía

ABC. (1969). "Filtración radiactiva en una central eléctrica nuclear". Edición de la mañana; 23 de enero de 1969. Hemeroteca ABC.es. Consulta: 01 de febrero de 2015, hora 06:22 p.m.; Revisada el 11 de noviembre de 2015, hora 11:16 p.m.

Alonso J. (2003,2004). Artículo sin título. Publicado en ABCel9 de marzo de 2003. En <http://www.belt.es/articulos/articulo.asp?id=705>. Consultado: 25 de enero de 2015.

Angus et al. (2015). "Anexo: Accidentes nucleares civiles". Versión PDF; 15 de agosto de 2015. En https://es.wikipedia.org/wiki/Anexo:Accidentes_nucleares_civiles. Consultado: 12 de noviembre de 2015; hora 07:53 p.m.

Autoridad Regulatoria Nuclear. (2006). "Comité de crisis de la Autoridad Regulatoria Nuclear, Resolución N° 9/2006". En <http://www.infoleg.gov.ar/>. También ver en <http://infoleg.mecon.gov.ar/>. Buenos Aires. Consultado: 17 de enero de 2014.

Autoridad Regulatoria Nuclear. (1999). "Sistema para Intervención en Emergencias Nucleares (SIEN), Constitución del Gabinete de Emergencias; Resolución 25/99". En <http://www.infoleg.gov.ar/>. Consultado: 17 de enero de 2014.

Carro J. et al, Wikipedia. (2015). "Bomba sucia". En http://es.wikipedia.org/wiki/Bomba_sucia. Consultado: 19 de enero de 2015.

jo, Facultad de Ciencias Exactas, Químicas y Naturales, Universidad de Morón; 2004, pág. 1-8.



Center for Disease Control and Prevention – USA. (2005). “Frequently Asked Questions (FAQs) About Dirty Bombs“. Centers for Disease Control and Prevention, 1600 Clifton Rd, Atlanta, GA 30333. En <http://www.bt.cdc.gov/radiation/dirtybombs.asp>. Consultado: 19 de enero de 2015.

Center for Disease Control and Prevention – USA. (2005). “Dirty Bomb Extended and Short Messages - Health and Safety Information for the First Hours“. Centers for Disease Control and Prevention. En <http://www.bt.cdc.gov/radiation/dirtybombs.asp>. Consultado: 19 de enero de 2015.

Colángelo, C. (2004).“Fundamentos de la protección radiológica para intervención“. Apuntes, Cátedra Radiofísica Sanitaria; Especialización en Higiene y Seguridad en el Trabajo, Facultad de Ciencias Exactas, Químicas y Naturales, Universidad de Morón; 2004.

Colángelo, C. (2004).“Protección radiológica del público. Dispersión de materiales radiactivos en la atmosfera“. Apuntes, Cátedra Radiofísica Sanitaria; Especialización en Higiene y Seguridad en el Trabajo, Facultad de Ciencias Exactas, Químicas y Naturales, Universidad de Morón; 2004.

Chotani, R. (2003). “Identificación de agentes de bioterrorismo“. En: www.pitt.edu/~super7/30011-31001/30361.ppt. University of Pittsburgh, Pennsylvania.Consultado: 22 de enero de 2015.

Dahl, F. (2014). “U.S. and Russia agree on nuclear terrorism threat - up to a point“. *Reuters News Agency*, The Hague. En <http://www.reuters.com/article/2014/03/25/us-nuclear-security-sumit-idUSBREA2O12820140325>. Consultado: 19 de enero de 2015.

Dahl, F. (2014).“Missing radioactive material may pose ‘dirty bomb’ threat: IAEA“. En<http://www.reuters.com/article/2014/03/21/us-nuclear-security-iaea-id USBREA2K10W20140321>.*Reuters News Agency*, Vienna. Consultado: 19 de enero de 2015.

Department of Homeland Security, USA. (2012).“Radiological Attack:



What It Is”. Official website of the Department of Homeland Security. En <http://www.dhs.gov/radiological-attack-what-it>. Consultado: 19/01 de 2015.

Energia-nuclear.net. (2015). “Accidentes nucleares”. En <http://energia-nuclear.net/>; también en <http://energia-nuclear.net/accidentes-nucleares>. Consultado: 25 de enero de 2015

Franz, D., Parrott, C., Takafuji, E. (1997). “Chapter 19. The U.S. Biological Warfare and Biological Defense Programs”. En *Medical Aspects of Chemical and Biological Warfare* (1997). En: <http://www.au.af.mil/au/awc/awcgate/medaspec/Ch-19electrv699.pdf>. Consultado: 22 de enero de 2015.

IAEA International Atomic Energy Agency (1992). “General Conference”. GC (XXXVI)/INF/309 24 August 1992. International Atomic Energy Agency, Wagramerstrasse 5, A-1400 Vienna, Austria. En https://www.iaea.org/About/Policy/GC/GC36/GC36InfDocuments/English/gc36inf-309_en.pdf. Consultado: 12 de noviembre de 2015, hora 08:32 p.m.

IAEA. (2013). “Nuclear Security Plan 2014–2017”. Report by the Director General. Board of Governors General Conference, Vienna, 2013. Documento GOV/2013/42-GC (57)/19, Date: 2 August 2013. En: <http://www-ns.iaea.org/downloads/security/nuclear-security-plan2014-2017.pdf>. Consultado: 12 de noviembre de 2015, 08:54 p.m.

IAEA. (2015). “Dirty bomb threat”. IAEA.Org, en: <http://www-ns.iaea.org/security/dirtybombs.asp?s=4>. Consultado: 19 de enero de 2015.

IAEA. (2015). “Nuclear Terrorism: threats, risks and vulnerabilities”. IAEA.Org En <http://www-ns.iaea.org/security/threats.asp?s=4>. Consultado: 19 de enero de 2015.

INTERPOL. (2015). “CBRNE materials (chemical, biological, radiological, nuclear and explosives)”. En: <http://www.interpol.int/es/Crime-areas/Terrorism/CBRNE/Radiological-and-nuclear-terrorism>. Consultado: 19 de enero de 2015.



Izquierdo, E. (2007). "Guerra irrestricta: nuevo concepto en un mundo globalizado". En *Red Voltaire*, 3 de diciembre de 2007, www.voltairenet.org/article153437.html. Consultado: 20 de enero de 2015.

Jacobs, S. (2013). "Chemical Warfare, From Rome to Syria. A Time Line". *National Geographic News*, Article, Published August 22, 2013. En: <http://news.nationalgeographic.com/news/2013/08/130822-syria-chemical-biological-weapons-sarin-war-history-science/>. Consultado: 22/01/15.

Kordas, *et al.* (2015). "Gran Guerra del Norte". En Wikipedia, URL http://es.wikipedia.org/wiki/Gran_Guerra_del_Norte. Consultado: 16 de abril de 2015.

Ministerio de Salud de Dakota del Norte. (2015). "Bombas Sucias. Preguntas frecuentes". En: <https://www.ndhan.gov/data/translation/Dirty%20Bombs-Spanish.pdf>. Consultado: 19 de enero de 2015.

Morgan S. (2002, 2011). "Chemical Warfare: History and Chemistry". Department of Chemistry and Biochemistry, University of South Caroline, Columbia, 2002.

Nievas, F; Bonavena, P. (2008). "Bioterrorismo: ¿Miedo infundado o peligro real?". Fac. Humanidades y Cs Educación; UNLP. La Plata; 2008.

Pozzo, J. (2004). "Accidentes con materiales radiactivos: Casos más importantes a nivel mundial en los últimos años". Tesina no publicada. Fac. Cs. Exactas. U. de Morón - Posgrado Hig.ySeg.en el Trabajo.

Pozzo, J. (2013, no publicado). "Tesis: el desarrollo nuclear de Argentina y Brasil: de la desconfianza inicial a la cooperación sostenida". EDENA.

Qiao, L., Wang, X. (1999). *Unrestricted Warfare*. En FBIS Translated Text, PLA Literature and Arts Publishing House, Beijing; February 1999.

RT Russia Today. (2014). "Irak: Grupos terroristas se han apoderado de materiales nucleares". En <http://actualidad.rt.com/actualidad/view/133548-irak-robo-materiales-nucleares-terroristas-ei>. Publicado: 10 de juliode2014, 03:45 GMT. Consultado: 19 de enero de 2015.



RT RussiaToday. (2014). “La suma de todos los miedos: Estado Islámico dice tener ‘bomba sucia’ fabricada con uranio”. En <http://actualidad.rt.com/actualidad/view/149009-estado-islamico-bomba-sucia-uranio>. Publicado: 01 de diciembre de 2014, 03:10 GMT. Consultado: 19 de enero de 2015.

RT RussiaToday. (2014). “Armas secretas de Japón durante la Segunda Guerra Mundial. La Unidad 731 de desarrollo de armas biológicas”. En <http://actualidad.rt.com/actualidad/160144-armas-secretas-japon-segunda-guerra-mundial>. Publicado: 12 de diciembre de 2014, 15:54 GMT. Consultado: 12 de noviembre de 2015, 10:31 p.m.

Ufficio Federale Dell’energia UFE, Confederazione Svizzera. (2003). Resolución. En: <http://www.swissinfo.ch/spa/una-p%C3%A1gina-de-la-historia-nuclear-se-cierra/3519538>. Consultado: 11 de noviembre 2015, 11:29 p.m.

U.S.R.N.C., United States Regulatory Nuclear Commission. (2012). “Dirty bomb”. Fact sheet, Office of Public Affairs. Fact Sheet, Office of Public Affairs, Phone: 301-415-8200. Email: opa.resource@nrc.gov. En: <http://www.nrc.gov/reading-rm/doc-collections/fact-sheets/fs-dirty-bombs.htm>. Consultado: 19 de enero de 2015.

Web Física/mente. “Incidenti Nucleari (Alcuni poco noti)”. En: http://www.fisicamente.net/SCI_SOC/index-1065.htm. Consultado: 01 de febrero de 2015.

Wikipedia. (2014). “Anexo: Accidentes con fuentes radioactivas”. En: http://es.wikipedia.org/wiki/Lista_de_accidentes_con_fuentes_radioactivas. Consultado: 19 de enero de 2015.

