



ACERCA DE LOS INGENIOS RADIOLÓGICOS

Hugo Contreras Morales*

El presente artículo es una introducción a los ingenios radiológicos y, en tal sentido, analizará los efectos que tendría el empleo, por parte de grupos terroristas internacionales, de artefactos explosivos que liberen materiales radioactivos contaminantes. Esta entrega también se dedicará a analizar el empleo de un nuevo tipo de munición militar hecha de uranio y que es responsabilizada de causar enfermedades entre el personal castrense y civil expuesto a las áreas donde estos ingenios hayan sido detonados. Para el efecto y, con propósitos ilustrativos, se ensayarán definiciones sobre radiación y radioactividad, sobre que cosa es una fisión y que una fusión nuclear, en que consiste un arma atómica, para seguidamente explicar que es un artefacto explosivo radiológico, cuales son los efectos en los seres vivos de la llamada radiación contaminante y como afecta el uso de balas de uranio empobrecido y de “bombas sucias” a los seres humanos expuestos a ataques con tales ingenios. Se desarrollará, en otro artículo, una primera aproximación sobre las preocupaciones de la comunidad internacional acerca de los armamentos radiológicos contaminantes y sus potenciales usos por bandas terroristas.

RADIACION Y RADIOACTIVIDAD

La “radiación” es un modo de propagación de la energía a través del espacio, de forma análoga a la luz. La radiación, propiamente dicha, se refiere a la energía transportada por ondas electromagnéticas (radiación electromagnética). No obstante, se utiliza esta expresión también para referirse al movimiento de partículas a gran velocidad en el medio, con apreciable transporte de energía, lo que recibe el nombre de radiación corpuscular.

En 1896 el físico francés Henri Becquerel descubrió accidentalmente una nueva propiedad de la materia a la que posteriormente se denominó radioactividad. Becquerel, mientras efectuaba investigaciones sobre fluorescencia comprobó que, al colocar sales de uranio sobre una placa fotográfica en una zona oscura, dichas placas envueltas en papel negro terminaban velándose. Hizo ensayos con el mineral uranio en caliente, en frío, pulverizado, disuelto en ácidos para finalmente comprobar que la intensidad de la misteriosa “radiación” era siempre la misma, concluyendo que la nueva propiedad descubierta radicaba en el interior mismo de los átomos del uranio.

El estudio del nuevo fenómeno y su desarrollo posterior se debe casi exclusivamente a los esposos Pierre y Marie Curie, quienes encontraron otras sustancias radioactivas como el torio, el polonio y el radio. Radioactividad es también como comúnmente se denomina a la energía nuclear (como la usada en la medicina) y que consiste en que algunos átomos de uranio, radio y torio, al ser “inestables”, pierden constantemente lo que los físicos llaman partículas alfa, beta y gamma (los rayos X). La radioactividad puede ser natural, cuando la manifiestan los isótopos que se encuentran en la naturaleza y, es artificial, cuando es provocada por transformaciones nucleares provocadas.

FISION Y FUSION NUCLEAR, ARMAS NUCLEARES

Fisión es un proceso físico que ocurre cuando el núcleo se parte en dos o más núcleos pequeños, más algunos subproductos. Estos subproductos incluyen los neutrones libres y la emisión de fotones (generalmente rayos gamma), lo que supone la liberación de cantidades substanciales de energía. Este proceso genera mucha más energía que la que se libera en las reacciones químicas; la energía resultante de este proceso se emite también en su forma cinética (energía del movimiento). Los productos de la fisión son, por lo general, altamente radioactivos.

La fusión nuclear es el proceso mediante el cual dos núcleos atómicos se unen para formar uno de mayor peso atómico. El nuevo núcleo tiene una masa inferior a la suma de las masas de los dos núcleos que se han fusionado para formarlo. Esta diferencia de masa es liberada en forma de energía.

Las armas nucleares son dispositivos explosivos de uso militar cuya fuente de energía está basada en reacciones nucleares de fisión o fusión del átomo. Además de la enorme destrucción producida por la detonación de este tipo de artefacto, las armas nucleares producen numerosos daños asociados, como los derivados de la contaminación radioactiva, entendiéndose a ésta como la dispersión de polvo radioactivo originado por la explosión de una bomba nuclear. Por ejemplo, debido a la dispersión de este polvo en el agua, los minerales (incluyendo el sodio en el agua oceánica) se convierten en radioactivos debido a los neutrones procedentes del núcleo de la bomba. Así también el agua salada afectada por una detonación nuclear es extraordinariamente peligrosa debido a la dificultad de eliminar la contaminación radioactiva en ella.

BOMBAS RADIOLÓGICAS

A los efectos de definir el tipo de artefacto explosivo materia de este artículo, es que creo conveniente ensayar la siguiente definición:

“Una bomba radiológica es un artefacto de cabeza explosiva convencional (como la pólvora) a la cual le es adosada cierta cantidad de material radioactivo. El propósito de este tipo de artefacto es el esparcir el señalado material radioactivo contaminante en el área próxima a donde se produce la explosión, a fin de dañar la salud de las personas que se encontraran expuestas y hacer que los inmuebles también expuestos al material contaminante queden inutilizados”.

Un artefacto explosivo radiológico es distinto a una bomba nuclear basada en la fisión o fusión del átomo (como se explicaba líneas arriba, a consecuencia de los procesos de fisión o fusión es que la bomba nuclear produce una gran liberación de energía en forma de explosión y, secundariamente, una gran liberación y expansión de material contaminante). La bomba radiológica es una bomba explosiva común (como la fabricada con dinamita o el anfo) a la que se colocan materiales radioactivos para que con la explosión estos se esparzan por la atmósfera con propósitos contaminantes o simplemente para crear la sensación que ese peligro puede estar presente.

A la bomba radiológica se le conoce también por la denominación de “bomba sucia” y, por la facilidad que implica su fabricación, es temido su empleo por parte de grupos terroristas en el mundo.

Pero bomba radiológica es también aquella munición de artillería militar fabricada con uranio empobrecido¹. Por las características del material con el que es fabricado (su gran densidad), este tipo de munición (de cabeza explosiva convencional) puede fácilmente penetrar blindajes o edificaciones reforzadas (*bunkers*). Sin embargo, el uranio empobrecido es un material radioactivo y altamente contaminante, por lo que numerosos estudios sugieren que el empleo de este tipo de munición produce efectos secundarios en el personal militar que manipula estas armas o en las personas que se hallan próximas a los lugares donde estos artefactos han sido detonados.

EL ENVENENAMIENTO POR RADIACIÓN

Para poder mensurar debidamente los efectos de la detonación de las bombas radiológicas, es preciso entender cuales son las consecuencias que acarrea la exposición de los seres humanos a materiales radioactivos. Para tal efecto es que estimo conveniente presentar un primer ejemplo ilustrativo sobre los daños que podría acarrear en las personas ese tipo de contaminación. Seguidamente se analizaran los efectos que podría generar la contaminación radioactiva proveniente de ingenios explosivos radiológicos.

El Caso Goiânia

¹ El uranio empobrecido contiene una reducida cantidad del isótopo U-235 (empleado para la fabricación de armas nucleares) y, usualmente, el altamente radioactivo isótopo U-234. Por “Isótopo” (del griego *isos*, “mismo” y *topos*, “lugar”) se entiende a los núcleos atómicos de un determinado elemento químico con igual número de protones pero con distinto número de neutrones. Si la relación entre el número de protones y de neutrones no es el apropiado para obtener la estabilidad nuclear, entonces el isótopo es radioactivo.

En 1987, en la ciudad brasileña de Goiânia, dos trabajadores del negocio de la chatarra ingresaron furtivamente a una clínica que se encontraba en proceso de ampliación y refacción y sustrajeron de su interior una vieja máquina de radioterapia. Al desmontar el aparato, los chatarreros descubrieron unos polvos azulados que emitían una preciosa luminosidad iridiscente, material que mostraron indiscriminadamente a familiares y amigos (empleando el polvillo, incluso, en la celebración del cumpleaños de una de las hijas de los trabajadores). Ese polvillo azulado y luminoso resultó ser cesio 137, un isótopo empleado para el tratamiento de ciertos tipos de tumores. En el área donde la máquina de radioterapia fue desmontada vivían unas 5000 personas, de las cuáles 600 fueron víctimas de algún grado de radiación excesiva. De esas 600 personas, sólo 102 tuvieron contacto directo con el cesio 137 liberado tras desmontarse la máquina y ser mostrado el luminoso polvillo azulado. Cuatro personas (incluidos los dos trabajadores que robaron y desmontaron la máquina) fallecieron como consecuencia de la exposición al cesio 137, otras 4 fallecieron años después por efecto del envenenamiento por radiación en lo que se considera el peor accidente nuclear ocurrido en el Brasil.

Artillería con balas de uranio empobrecido

Conforme estudios recientes, la munición militar fabricada de uranio empobrecido (el único tipo de bomba radiológica empleada hasta la fecha), al impactar sobre su objetivo, hace que el 70% del revestimiento de la munición arda y se volatilice en micropartículas altamente tóxicas y radioactivas que penetran con facilidad la piel humana, alojándose en riñones, pulmones e hígado, destruyendo el calcio de los huesos. Esas micropartículas permanecen en la atmósfera, los suelos y las aguas cercanas al lugar de la detonación, afectando la cadena alimentaria y a aquellas personas que se expongan a sus efectos contaminantes mucho tiempo después de haber ocurrido la detonación. De acuerdo a la especialista estadounidense Alexandra Miller – del Instituto de Investigaciones Radiobiológicas de las Fuerzas Armadas de los Estados Unidos - , las micropartículas del uranio empobrecido no sólo destruyen los sistemas inmunológicos (al descomponerse en isótopos del uranio y otras sustancias letales dentro del organismo humano), sino que alteran los códigos genéticos (“los cromosomas se parten y los fragmentos se unen de forma tal que producen articulaciones anormales...las comunes en las células tumorales”²). Como se sabe, la munición militar hecha de uranio empobrecido ha sido extensamente empleada en las dos guerras del Golfo y en la campaña militar en Kosovo.

El Departamento de Defensa de los Estados Unidos ha venido manejando un doble discurso acerca de los efectos verdaderos del empleo de este tipo armas. Públicamente manifiesta que no existen pruebas que el uranio empobrecido sea el causante de las enfermedades crónicas reportadas por veteranos de las dos guerras del golfo (a las que la prensa norteamericana ha bautizado como el “síndrome de la guerra del golfo”³). Sin embargo, los manuales de entrenamiento del Ejército de los

² “Depleted uranium casts a shadow over peace in Iraq”, en “New Scientist”, edición de abril de 2003

³ “Fallas del sistema inmunológico, problemas respiratorios, dolores de las articulaciones y de músculos, dolores de cabeza, náusea, vómito, diarrea extrema, mareos, fatiga, pérdida de memoria, llagas, problemas intestinales y del corazón e incluso cáncer. Muchos hijos de los ex combatientes concebidos después de la guerra nacieron con problemas. Cónyuges y niños de ex combatientes también han tenido problemas anormales. Además, soldados de otros países que participaron en la guerra también han sufrido de enfermedades parecidas. Esas enfermedades se han venido a conocer como el ‘síndrome de la guerra del Golfo’. Para marzo de 1996, más de 80.000 ex combatientes estaban inscritos en el Departamento de Veteranos como víctimas de este complejo de problemas médicos. Conforme algunas indagaciones, esas enfermedades pueden deberse al empleo de un proyectil antitanque hecho de un elemento radiactivo que se llama "uranio empobrecido". Las FFAA dijeron que esas armas no son peligrosas para los soldados que las usan. Pero cuando estallan, arrojan un polvo muy venenoso que si se respira o entra al cuerpo puede causar cáncer de los pulmones o los huesos y enfermedades del riñón. Unos soldados estadounidenses fueron heridos por esos proyectiles lanzados accidentalmente por otras unidades. Muchos más también fueron expuestos al polvo. La revista Nation (21 de octubre de 1996) informó: ‘Mientras la coalición dirigida por Estados Unidos libraba su ofensiva victoriosa, muchos soldados jubilosos se treparon a vehículos iraquíes varados.... Un estudio de la Asociación Operación Escudo del Desierto/Tormenta del Desierto concluyó que de los 10.051 ex combatientes de la guerra del Golfo que se han quejado de enfermedades misteriosas, el 82% entraron a vehículos enemigos capturados’. Un ex combatiente dijo: ‘No sabíamos. Ni siquiera nos enteramos de la existencia de uranio empobrecido hasta mucho después, de vuelta en Estados Unidos’. Las consecuencias del uranio empobrecido para los soldados estadounidenses son solo un aspecto del problema. Después de la guerra, Estados Unidos dejó centenares de toneladas de proyectiles de uranio empobrecido en

Estados Unidos señalan con precisión que ningún militar puede rebasar los 25 metros que lo separan de un vehículo, equipo o terreno contaminado con uranio empobrecido sin estar debidamente protegido con trajes que cubran su piel y un aparato respiratorio de reglamento. Al respecto, conforme mediciones de la radioactividad existente en seis puntos entre Basora y Bagdad, tras la última guerra del Golfo, arrojaron índices extremadamente elevados de radiación (así, un tanque destrozado en los alrededores de Bagdad despedía radioactividad 1500 veces superior a la normal)⁴. En agosto de 2002, Naciones Unidas publicó un informe con el listado de leyes y convenciones internacionales infringidas con el uso de armas que contienen uranio empobrecido, incluyendo: la Declaración Universal de Derechos Humanos; la Carta de la ONU; la Convención sobre Genocidio de la ONU; la Convención contra la Tortura; las cuatro Convenciones de Ginebra de 1949; la Convención sobre Armas Convencionales de 1980; y las Convenciones de La Haya de 1899 y 1907, que implicaron la prohibición del despliegue de “armas tóxicas o portadoras de tóxicos” y de “armas, proyectiles o materiales que intencionalmente causen sufrimiento innecesario”.

LA AMENAZA TERRORISTA RADIOLOGICA

Tras los atentados terroristas del 11 de setiembre de 2001, gran parte de la atención de los aparatos de seguridad de los Estados Unidos y la de sus principales aliados se han dirigido a prevenir el empleo de armas de destrucción en masa o de agentes altamente contaminantes que pudieren afectar la vida y las propiedades de sus ciudadanos.

Uno de los escenarios temidos por los Estados Unidos consiste en el empleo de una “bomba sucia” que podría matar o contaminar a decenas con polvo radioactivo y crear situaciones de pánico o evacuaciones masivas, además de afectar a los edificios expuestos a los agentes radioactivos liberados tras un atentado. En realidad, son tres las amenazas terroristas basadas en agentes radioactivos. Una de ellas consiste en el empleo de un artefacto nuclear (basado en la fisión o fusión del átomo), otra consiste en la detonación de la denominada “bomba sucia”, la tercera consiste en el ataque contra una central nuclear que almacene sustancias radioactivas. La primera de las amenazas, por la naturaleza de este ensayo, no será abordada, procediendo a concentrarnos seguidamente en las dos últimas.

Ataque contra una central nuclear

Este es uno de los escenarios más temidos por los aparatos de seguridad de aquellos países donde existen instalaciones que manipulan materiales radioactivos. De hecho, conforme revelaciones periodísticas, los agentes de la red *Al Qaeda* consideraron en algún momento secuestrar más aparatos aéreos para estrellarlos contra centrales nucleares en los Estados Unidos el fatídico 11 de setiembre de 2001.

Conforme el especialista estadounidense Steve Daniels, médico y vocero de la “Nuclear Age Peace Foundation”, un ataque contra una central nuclear podría comprender o, el lanzamiento de un vehículo automotor, una embarcación o una aeronave cargada con explosivos contra una instalación con materiales radioactivos, o el asalto de la central por elementos terroristas, a fin de afectar el núcleo de los reactores o liberar deliberadamente los materiales contenidos en las áreas de depósito.

Conforme el experto estadounidense, las pozas de almacenaje del combustible nuclear ya usado en un reactor, contienen entre 5 a 10 veces la radioactividad existente en el núcleo. Una sola poza de

Irak y Kuwait, y la zona es un enorme pantano de desperdicios tóxicos. En un estudio de agosto de 1995, Irak le informó a la ONU que han aumentado enormemente los cánceres y otras enfermedades en el sur del país. Científicos iraquíes creen que esos cánceres se deben en parte al uranio empobrecido. Nation dice: ‘Un informe secreto de la Autoridad de Energía Atómica Inglesa que recibió el periódico Independent de Londres en noviembre de 1991 advirtió que quedaron suficientes cantidades de uranio empobrecido en el golfo Pérsico para causar `500.000 muertes potenciales', a consecuencia de un más alto nivel de cáncer’. Tomado de “El síndrome de la guerra del Golfo: Cruel encubrimiento”, en “Revolutionary Worker” N° 884, Dec. 1996.

⁴ Datos tomados del informe del periodista Juan Gelman en su artículo “Muerte lenta y bombas sucias”, en “Página 12”, 16 de junio de 2003, Buenos Aires.

almacenaje de ese combustible nuclear ya usado contiene más Cesio 137 que el liberado por la totalidad de detonaciones nucleares ocurridas en el hemisferio norte (isótopo cuyo promedio de permanencia es de de 30 años). Si a una de las señaladas pozas se le hiciere detonar con explosivos convencionales, el incendio que se produciría por los materiales radioactivos almacenados podría durar años, siendo virtualmente inextinguible. El experto considera también que los expuestos a la radiación liberada por un atentado en una de las pozas de almacenaje de combustible usado en una central nuclear inevitablemente perecerían en cuestión de días, siendo más pesimista aún respecto de los posibles tratamientos a ser administrados a los sobrevivientes al ataque⁵.

Ataque con una “bomba sucia”

Como ya se ha explicado, una “bomba sucia” consiste en un explosivo convencional (por ejemplo, dinamita) adosado a un recipiente de sustancia radioactiva con el fin de que, cuando explote, los isótopos contaminantes se dispersen en el ambiente. Su capacidad destructora inicial no es mucho mayor que la del explosivo convencional que contiene. Sin embargo sus efectos posteriores si suscitan la preocupación de los expertos.

Como anota el español Guillermo Sánchez: “La posibilidad de adquirir isótopos radiactivos no es demasiado complicada; desde luego, mucho menor que obtener el material necesario para fabricar una bomba atómica (...) Los isótopos radiactivos se emplean en hospitales (unidades de oncología, análisis, etcétera), industria (inspección de soldaduras, medida de espesores) y en la industria nuclear. Curiosamente, en contra de la percepción popular, la radiactividad por unidad de masa (técnicamente llamada actividad específica o actividad másica) es muy superior para los isótopos aplicados en medicina o en la industria convencional que los típicos de la industria nuclear (...) Por ejemplo: es claro que la radiactividad del yodo 131 (usado en medicina) o el cesio 137 (utilizado en la industria convencional) es muy superior a la de los isótopos del uranio o del plutonio, relacionados con la industria nuclear.”⁶

⁵ “Only two means of medical protection are available: shelter, which will be required for all those downwind of the release for a minimum of 2 days, up to 7 to 10 days; and ingestion of potassium iodide orally, in pill or liquid form, which will prevent the thyroid gland from absorbing radioactive iodine in the air. Potassium iodide must be taken before or within 4 hours of exposure to be effective. The U.S. government has offered potassium iodide to all residents within 10 miles of a nuclear power plant. There is no similar substance to protect against exposure to Ce-137 or the many other radioactive substances released. When to allow people outdoors again will depend on measurements of when the radioactive plume has passed and how much ambient radiation remains in the area.

Those at the plant who survive with blast injuries may be treated as are victims of any explosion. However, treating personnel and facilities will need protection from contamination carried by those victims. At any rate, those victims will have been exposed to such high radiation doses that death within a few days is inevitable. Others, not injured by blast, who have been exposed to more than 30 Gy (3000 rads) of radiation will suffer effects on the cardiovascular and central nervous systems, and develop almost immediate nausea, vomiting, and headache, followed by seizures, shock, and death. There is no effective treatment. Those exposed to 10 to 30 Gy will suffer damage of the digestive system, characterized by nausea, vomiting, and diarrhea; after an apparent brief recovery of a few days, symptoms will recur and they will die. There is no effective treatment. Those exposed to 2 to 20 Gy will suffer destruction of their bone marrow. After their vomiting and diarrhea subside, in a few weeks they will die from infection or hemorrhage unless they receive a bone marrow transplant. Bone marrow transplantation is a complex and expensive medical treatment requiring prolonged hospitalization and intensive care. Only a few medical centers in each state provide such treatment. If the power plant attacked is in a rural area, probably hundreds of victims will need such treatment, taxing the resources of the entire U.S. medical system. If the power plant attacked is in an urban area, the thousands of survivors with bone marrow destruction will have no treatment available to them and will die miserable deaths.

There is no practical way medically to distinguish those victims with severe radiation injury from those without, because there is no practical way to measure absorbed radiation dose. Thus it will be impossible for medical practitioners and facilities to discriminate between those presenting with headache, vomiting, and diarrhea who will die despite any medical intervention, those with similar symptoms who will recover spontaneously (but will be susceptible to cancer years later), and those who are suffering the identical symptoms from the non-organic causes of stress, fear, and, yes, terror. In sum, an attack on a nuclear power plant with release of radiation will potentially cause many immediate and short-term deaths and serious injuries, untold long-term cancers, and extreme demands on emergency medical facilities in the involved state and surrounding states.” DANIELS, Steve, “Emergency Medicine after a nuclear 9/11”, en <http://www.wagingpeace.org>

⁶ SÁNCHEZ, Guillermo, “El verdadero riesgo de un atentado nuclear”, en “El País”, Madrid, 18 de noviembre de 2001



Aunque la mayoría de expertos reconocen que quizá los efectos contaminantes de un artefacto de este tipo pudieren ser más psicológicos que reales, los daños que este tipo de ingenios ocasionarían podrían durar días, meses o hasta años enteros.

A MANERA DE CONCLUSION

Diversas alertas acerca del posible contrabando de elementos radioactivos que podrían desviarse a propósitos terroristas han movilizado a los estamentos de seguridad norteamericanos y europeos, quienes ahora vigilan más estrechamente carreteras, embarcaderos y aeropuertos, dotados de aparatos detectores de materiales radioactivos. Los Estados Unidos y la Federación de Rusia, en ese sentido, han perfeccionado un acuerdo destinado a prevenir atentados terroristas con artefactos radiológicos y el desvío de sustancias que podrían ser empleadas para la fabricación de “bombas sucias”. Esa misma inquietud para otorgar seguridad a los materiales radiológicos susceptibles de ser empleados con propósitos terroristas ha llevado al Organismo Internacional de Energía Atómica (OIEA) a propiciar distintos ejercicios internacionales preventivos de un ataque terrorista contaminante (el último de los cuales se efectuó en Londres, en marzo último). Primeras aproximaciones efectuadas por las Naciones Unidas y el Comité Internacional de la Cruz Roja, han señalado algunos de los posibles efectos de las municiones perforablindaje construidas con uranio empobrecido, un tipo de bomba radiológica empleada por los ejércitos regulares de los estados. Un tratamiento más extensivo sobre como la comunidad internacional viene abordando este sensible tópico será materia de otro artículo a aparecer en “Contexto.org”.

*** Licenciado en Relaciones Internacionales, Graduado en Derecho. El señor Contreras Morales ha sido Jefe del Departamento de Seguridad Internacional y Desarme de la Cancillería peruana y actualmente se desempeña como funcionario de la Sección Política de la Embajada del Perú en Bolivia.**