

ARMAS DE DESTRUCCIÓN MASIVA - ARMAS QUÍMICAS: UNA VIEJA AMENAZA QUE NO PIERDE VIGENCIA

Fecha de recepción: 28 de diciembre de 2019.

Fecha de aceptación: 28 de febrero de 2020.

TCL. Antonio Francisco José Barletta¹

Resumen: *los avances tecnológicos introducidos en los sistemas de armas durante el siglo XX han trascendido los desarrollos militares específicos, afectando a las sociedades en todos los niveles y condicionando su progreso. Aparecieron nuevos sistemas de armas, cuyos efectos no solo afectan a las fuerzas combatientes, sino que se propagan rápidamente a la población que no participa en el combate y al medioambiente del área donde se usan esas armas. El uso de estas armas excede las fuerzas regulares de las naciones que están al alcance de grupos irregulares y terroristas. Los ataques en Siria, Malasia, el metro de Tokio e incluso en Londres, han hecho que las naciones reconsideren las medidas activas y pasivas que deben usarse para proteger a sus ciudadanos. Entre las medidas más importantes a adoptar está la diseminación del conocimiento, este es precisamente el propósito buscado en este artículo.*

Palabras clave: *armas de destrucción masiva, armas químicas, sustancias químicas, avance tecnológico.*

Abstract: *the technological advances introduced in the weapons systems during the twentieth century have transcended the specific military developments, affecting societies at all levels and conditioning their progress. New weapons systems appeared, whose effects do not fall only on the combatant forces, but rapidly spread to the population not involved in combat and the environment of the area where such weapons are used. The use of these weapons exceeds the regular forces of the nations being within the reach of irregular*

¹ Oficial del Ejército Argentino, Ingeniero Militar con especialidad Química (FIE – Ex EST), especialista en Ingeniería Ambiental, Universidad Tecnológica Nacional, especialista en Terrorismo y Contraterrorismo, Universidad de Leiden, Países Bajos. Jefe de la Base de Apoyo Logística Neuquén del Ejército Argentino. Neuquén, Argentina. Email: jose_barletta@yahoo.com.ar



groups and terrorists. The attacks in Syria, Malaysia, the Tokyo metro and even in London, have caused the nations to reconsider the active and passive measures to be used to protect their citizens. Among the most important measures to adopt is to disseminate knowledge, this is precisely the purpose sought by this article.

Keywords: *massive destruction weapons, chemical weapons, chemical substances, technological advance.*

1. INTRODUCCIÓN

El 29 de abril de 1997 fue una fecha histórica, ya que ese día entró en vigor la Convención sobre las Armas Químicas (CAQ), el primer acuerdo multilateral de desarme del mundo, que contempla la eliminación de toda una categoría de armas de destrucción en masa en un plazo de tiempo estipulado. El acontecimiento significó la culminación de muchos años de laboriosas negociaciones en la Conferencia de Desarme y en la Comisión Preparatoria y el nacimiento de un régimen internacional de desarme químico liderado por la Organización para la Prohibición de las Armas Químicas (OPAQ). La Organización persigue el cumplimiento del mandato de la convención con objeto de poner fin al desarrollo, producción, almacenamiento, transferencia y empleo de armas químicas (AQ), y de lograr la eliminación de las actuales existencias de tales armas. Con ello, desaparecerá del mundo la amenaza de guerra química.

Los significativos avances tecnológicos introducidos en los sistemas de armas en el transcurso del siglo XX han trascendido el marco de los armamentos militares específicos, afectando a las sociedades en todos los planos de su desarrollo y condicionando su progreso al desarrollo efectivo o potencial de conflictos graves que pueden llevar a un enfrentamiento bélico.

Aparecen, entonces, nuevos campos de acción de sistemas de armas, cuyos efectos no recaerán solo sobre las fuerzas combatientes, sino que se ampliarán rápidamente a la población no partícipe del combate, al medioambiente y a la infraestructura material de la zona donde tales armas se emplean.

En el seno de la OPAQ se hace un tratamiento efectivo de todos los sistemas de armas no convencionales conocidos y potencialmente factibles bajo la denominación global de armas de destrucción masiva o de efectos indiscriminados, interpretando como tales a los sistemas de armas cuyos efectos directos e indirectos no puedan ser restringidos a los combatientes, sino que inevitablemente afectarán a personas, bienes materiales y el medioambiente, en general, con una intensidad similar a la buscada sobre el enemigo y cuya extensión no deseada es imposible de predecir con exactitud.



Para un mejor estudio de esta problemática del desarme, este tipo de armas se ha subdividido en los siguientes grupos:

- Armas químicas
- Armas biológicas
- Armas radiológicas
- Armas nucleares

2. DESARROLLO

2.1. Definiciones

En el siguiente apartado se presentarán las definiciones de los conceptos que fueron utilizados en este artículo.

2.1.1. Armas químicas

En el Artículo II de la Convención de Armas Químicas, edición del año 2005, se establece que por armas químicas se entiende, conjunta o separadamente a:

- a) Las sustancias químicas tóxicas o sus precursores, salvo cuando se destinen a fines no prohibidos por la presente convención, siempre que los tipos y cantidades de que se trate sean compatibles con esos fines;
- b) Las municiones o dispositivos destinados de modo expreso a causar la muerte o lesiones mediante las propiedades tóxicas de las sustancias especificadas en el apartado a) que libere el empleo de esas municiones o dispositivos; o
- c) Cualquier equipo destinado de modo expreso a ser utilizado directamente en relación con el empleo de las municiones o dispositivos especificados en el apartado b).

Asimismo, establece que se entiende como sustancia química tóxica a toda sustancia química que, *“por su acción química sobre los procesos vitales, pueda causar la muerte, la incapacidad temporal o lesiones permanentes a seres humanos o animales. Quedan incluidas todas las sustancias químicas de esa clase, cualquiera que sea su origen o método de producción y ya sea que se produzcan en instalaciones, como municiones o de otro modo”*.

Continuando con las definiciones, la Convención de Armas Químicas establece, en el Fact Sheet 4: What is a chemical weapon? del 25 de julio de 2000, la siguiente clasificación de los tipos de agentes químicos de acuerdo a los efectos sobre los seres humanos.



2.1.2. Agentes neurotóxicos

Son productos incoloros, insípidos, inodoros y son de la misma familia que los insecticidas organofosforados. Envenenan el sistema nervioso e interrumpen funciones vitales del cuerpo humano. Constituyen las armas químicas más modernas hasta ahora conocidas, matan rápidamente y son más potentes que los demás agentes químicos, exceptuando las toxinas.

2.1.3. Agentes vesicantes

Son líquidos oleosos que, principalmente queman e hinchon la piel tiempo después de la exposición. Pero estos agentes también poseen efectos tóxicos generales. El gas mostaza es un ejemplo de esta categoría.

2.1.4. Agentes asfixiantes

Son líquidos altamente volátiles que cuando son respirados, irritan y lastiman gravemente los pulmones causando la muerte por asfixia.

2.1.5. Agentes sanguíneos o hemotóxicos

Son destinados a ser asimilados por el cuerpo humano a través de las vías respiratorias. Producen la muerte por interferir con la utilización del oxígeno por los tejidos. Sus efectos son inferiores a los neurotóxicos.

2.1.6. Agentes de control de disturbios (gases lacrimógenos o irritantes)

Son agentes sensoriales que provocan un flujo temporario de lágrimas, irritación de la piel o del sistema respiratorio y, a veces, náuseas y vomito.

Con la finalidad de poder comprender la clasificación previamente detallada, se podrá ver en el cuadro siguiente un resumen que extraiga la clasificación, donde se agregan ejemplos de los agentes químicos y sus efectos.

TIPO DE AGENTE	EJEMPLO	EFFECTO FISIOLÓGICO	DISPERSIÓN
Agentes asfixiantes	<ul style="list-style-type: none">• Cloro (Cl)• Fosgeno (CG)• Difosgeno (DP)• Cloropicrina (PS)	Acumulación de fluidos en pulmones, asfixiando a la víctima.	Gas



TIPO DE AGENTE	EJEMPLO	EFECTO FISIOLÓGICO	DISPERSIÓN
Agentes vesicantes	<ul style="list-style-type: none">• Mostaza de azufre (H, HD)• Mostaza de nitrógeno (HN)• Oxima de fosgeno (CX)• Lewisita (L)	Quemaduras de piel, membranas mucosas y ojos; grandes ampollas en la superficie expuesta; ampollas en tráquea y pulmones; gran número de bajas, bajo porcentaje de víctimas mortales.	Líquido, aerosol, vapor y polvo.
Agentes hemotóxicos	<ul style="list-style-type: none">• Cianuro de hidrógeno (AC)• Cloruro de cianógeno (CK)• Arsina (SA)	El cianuro anula la capacidad de los tejidos hemáticos para utilizar oxígeno, causando su muerte por inanición y estrangulando el corazón.	Gas
Agentes neurotóxicos	<ul style="list-style-type: none">• Tabún (GA)• Sarín (GB)• Somán (GD)• Ciclosarín (GF)• VX	Causa ataques epilépticos y pérdida de control del cuerpo; paraliza los músculos, incluidos el corazón y el diafragma; una dosis letal puede ocasionar la muerte en minutos.	Líquido, aerosol, vapor y polvo.
Agentes de control de disturbios	<ul style="list-style-type: none">• Gas lacrimógeno (CS)• Pulverizado de pimienta (OC)	Causa lagrimación, tos e irritación de ojos, nariz, boca y piel; estrecha las vías respiratorias y ocluye los ojos (OC).	Líquido, aerosol.

Tabla Nº 1: Cuadro resumen sobre clasificación de los agentes usados como armas químicas.

Fuente: www.opcw.org

2.2. Defensa

Un sistema completo de defensa contra ataques por agentes químicos y biológicos tendría que ofrecer detección y alarma, rápida identificación de los agentes, protección del sistema respiratorio y piel, descontaminación y profilaxis médica y tratamiento. Algunos elementos de tal sistema podrían ser resueltos con un equipamiento relativamente sencillo. Otros necesitarían de un aparato altamente complejo. Además, todo el sistema necesitaría de una organización perfecta con personas bien entrenadas.

2.3. Protección médica contra ataques químicos

No existe ningún tratamiento profiláctico general para la protección de ataques químicos, debido a que cada tipo de agente químico tiene un tratamiento particular y es



bien diferenciado de uno a otro tipo. Así también, teniendo en cuenta que los agentes químicos son sustancias químicas y no agentes biológicos, no es posible el desarrollo de una vacuna que genere los anticuerpos necesarios en los seres humanos. Por otro lado, los tratamientos con oximas para los gases que actúan sobre el sistema nervioso son válidos si estas sustancias son administradas antes de media hora a la exposición. Los antidotos, como la atropina, sirven si son administrados muy poco tiempo después de la exposición. La atropina, por sí misma es tóxica y podría incapacitar a personas desprotegidas si es administrada en grandes dosis. La piel puede ser protegida de los vapores vesicantes por medio de aceites o bálsamos, pero estos no son efectivos contra contaminación por líquidos.

2.3.1. Detección y alarma

En forma general, el objetivo de las medidas pasivas que se pudieren adoptar es intentar detectar y tipificar el agente químico lanzado para poder prevenir a todos aquellos que se encuentren en su radio de acción. También existe la necesidad de la detección de la contaminación del suelo y del equipo para posibilitar a los atacados decidir cuándo es seguro remover el equipo de protección.

Durante la Primera Guerra Mundial el olor y en el color fueron la principal alarma en cuanto al lanzamiento de un ataque químico por parte del enemigo. Los nuevos y más tóxicos agentes químicos no pueden ser detectados de esta manera. Una vez que el enemigo hubiera usado armas químicas, debería presumirse que cada ataque posterior sería un ataque químico y las medidas de protección tendrían que ser inmediatas. Sin embargo, por causa de la incertidumbre, sería deseable idealizar y emplear un sistema de aparatos que sea capaz de detectar la presencia de tóxicos químicos en concentraciones menores a las causantes de efectos fisiológicos y así poder dar el alerta en tiempo útil respecto de un ataque químico.

Los instrumentos de detección ya elaborados contienen sensores que activan una alarma automática para prevenir a las personas antes que estas pudieran asimilar una dosis perjudicial de un agente químico. Estos aparatos son de dos tipos básicos. Los de test de aire, que recogen muestras de aire por medio de una bomba de aire en determinados puntos, y los de control de área, los que verifican la presencia de agentes químicos en una determinada área específica.

2.4. Descontaminación

La prolongada exposición al sol y a las condiciones atmosféricas reduce o elimina el peligro de la mayoría de los agentes químicos, los que son lentamente descompuestos



por la humedad y por la lluvia. Pero no se debe confiar en la descomposición natural para la eliminación de los riesgos y, de una forma general, sería esencial recurrir a la descontaminación. Eso reduciría el peligro, pero es un proceso que consume tiempo y causa grandes complicaciones a las operaciones militares.

Un gran número de productos químicos podría ser empleado como descontaminantes, la elección depende del agente particular a ser neutralizado, el tipo de superficie que necesita ser tratada, la extensión de la contaminación y el tiempo disponible para proceder a la descontaminación. La escala de los descontaminantes va desde el jabón o detergente disuelto en agua hasta a la soda cáustica (NaOH) y varios solventes orgánicos y su uso requiere un gran número de personas, un gran suministro de agua y equipos adecuados. Soluciones descontaminadoras y diversas técnicas ya fueron desarrolladas para la descontaminación de la piel, ropas, equipo personal y agua, pero ellos tendrían que ser empleados inmediatamente después de un ataque. Si los alimentos no están en embalajes metálicos u otros recipientes impermeables a los agentes químicos, estos deben ser destruidos.

2.5. Efectos de las armas químicas

Los efectos de los agentes de guerra química sobre seres humanos, animales y plantas dependen de las propiedades tóxicas del agente, de la dosis absorbida y la vía por la cual el agente ingresa en el organismo.

Los gases tóxicos pueden entrar en el organismo a través de la piel, de los ojos, de los pulmones o del aparato gastrointestinal (como resultado de la ingestión de alimentos o líquidos contaminados). Para un determinado agente absorbido bajo las mismas condiciones, el efecto será proporcional a la dosis absorbida. Por eso, de acuerdo a lo establecido en Environmental Engineering Dictionary, del año 2005, en su página 451, se define DL50 (abreviatura de Dosis Letal 50%, dosis letal para el 50% de la población) a la dosis de una sustancia que resulta mortal para la mitad de un conjunto de los individuos. Estas son expresadas en miligramos del agente, teniendo por referencia a un adulto saludable de peso medio. Ellas también pueden ser presentadas en términos de miligramos por kilo de peso del cuerpo.

Para fines de estudio, es conveniente explotar la misma idea de forma diferente en el caso de gases, vapores e aerosoles absorbidos a través del aparato respiratorio. Acá la dosis absorbida depende de la concentración del agente en el aire, de la tasa de respiración del individuo y del tiempo de duración de la exposición. Por ejemplo, si se acepta que la tasa media de respiración para grupos de individuos envueltos en varias actividades permanezca relativamente constante, se sigue que la dosis, y luego el efecto



producido por ella, será directamente proporcional al producto de la concentración del agente en el aire (concentración en miligramos por metro cúbico).

Para los agentes que actúan sobre o a través de la piel, la dosis absorbida por contacto será frecuentemente relacionada a la “tasa de contaminación”, expresada en gramos por metro cuadrado, la que indica en que extensión las superficies están contaminadas.

Las consecuencias de un ataque contra una población son una combinación entre los efectos sobre los individuos que la constituyen, la concentración del agente y la susceptibilidad de los individuos la que varía en toda el área expuesta a la sustancia.

La posible contaminación a largo plazo de personas por los agentes de guerra química que se mantengan en el suelo y en la vegetación puede ser sumada a los efectos inmediatos y directos. Máscaras y ropas protectoras, abrigos y, en cierto grado, la descontaminación, cuando fuera aplicable, ofrecen una protección eficiente contra todos los agentes de la guerra química. Pero la simple posesión de los medios de protección no constituye una garantía absoluta respecto de la contaminación química. Un sistema de alarma y detección es importante, porque sin él, estaría faltando el lapso de tiempo esencial para que los atacados preparen y utilicen los equipos protectores.

Las medidas de protección serán más efectivas cuando sean realizadas por personas habilitadas funcionando en unidades, es más probable que los militares dispongan de una protección más adecuada que los civiles. De cualquier forma, en la mayoría de los países la población civil no dispone de equipos protectores contra agentes de guerra química.

Varios agentes de guerra química conocidos durante la Primera Guerra Mundial, y otros desarrollados desde entonces, han sido abordados en la literatura científica. Sin embargo, los efectos más letales de las armas químicas no fueron estudiados bajo las condiciones de guerra real. Así tampoco, aún no ha sido realizado ningún estudio completo sobre el uso de desfoliantes, herbicidas y agentes químicos para control de tumultos.

Los agentes químicos letales matan en dosis relativamente pequeñas y, en general, las cantidades que causan la muerte son solo poco mayores que las de las sustancias incapacitadoras. Ocasionalmente, la muerte puede ser causada por grandes dosis de un agente presumiblemente incapacitador y, de la misma forma, efectos menores pueden ser causados por pequeñas dosis de un agente letal. Los agentes vesicantes son considerados agentes letales, porque una pequeña pero significativa parcela de personas atacada con tales agentes puede morir o sufrir heridas graves.



En el cuadro siguiente, a modo de muestra, se indican distintos tipos de agentes de guerra químicos y su permanencia como nocivo en variados tipos de superficies de acuerdo al estado de agregación.

AGENTE	SUPERFICIE	LIQUIDO	GAS (MEJORES SITUACIONES)	GAS (PEORES SITUACIONES)
Gas Mostaza (Vesicante)	Concreto/Asfalto	10 min	1 h	4,5 h
	Césped/Arena	10 min - 4h	30 min	4 h
	Metal pintado	15 min – 6 h	8 h	24 h
Sarín, Somán (Neurotóxico)	Concreto/Asfalto	10 min	30 min	6 h
	Césped/Arena	10 min - 4h	30 min	5 h
	Metal pintado	15 min – 6 h	8 h	24 h
VX (Neurotóxico)	Concreto/Asfalto	10 min	1 h	7,5 h
	Césped/Arena	10 min - 4 h	7,5 h	10 h
	Metal pintado	15 min - 6 h	8 h	24 h

Tabla N° 2: Duración de la amenaza de las armas químicas.

Fuente: Traducción de "Chemical and biological warfare: A manageable problem".

2.5.1. Agentes neurotóxicos

Estos tipos de agentes químicos, también denominados agentes nerviosos, tuvieron su origen en la Alemania de la década de 1930, favorecida por el gran desarrollo de la farmacología. En este sentido, en aquella época se había establecido un sistema colaborativo entre los sectores académicos, industriales y militares, lo que generó un gran impulso en el desarrollo de este tipo de sustancias a ser utilizadas como armas.

Es así, en el marco de investigaciones sobre insecticidas organofosforados, se llegó al desarrollo del tabún, el que posteriormente recibiría la denominación militar de GA, iniciando la serie G de armas químicas. Continuando en la misma línea de desarrollo, posteriormente se logró sintetizar el sarín (GB) y en 1938 el somán (GD).

Con posterioridad se desarrollaron los agentes químicos de la serie V. En la década del 1950, científicos británicos realizaron los desarrollos de esta serie de sustancias más letales que la serie B, siendo el más conocido el VX.

Los agentes neurotóxicos operan bloqueando los impulsos entre las neuronas, en las sinapsis por inhibición de la enzima acetilcolinesterasa, provocando efectos devastadores en el sistema nervioso central, periférico y órganos sensitivos, generando la sobre estimulación y aparición de una serie variada de síntomas de intoxicación y la muerte.



Estos compuestos letales son rápidamente absorbidos a través de los pulmones, ojos, piel y aparato digestivo sin producir irritaciones locales e interfieren con la acción de una enzima (colinesterasa) esencial para el funcionamiento del sistema nervioso. Una persona alcanzada por un gas neurotóxico habiendo recibido una dosis letal, morirá por asfixia dentro de minutos a no ser que sea tratada rápidamente con empleo de respiración artificial y drogas tales como atropina. Con tratamiento, la recuperación generalmente es rápida y podrá demorar varias semanas, pero será completa, a menos que las convulsiones al momento de la exposición al agente hayan sido tan prolongadas de forma a causar daños cerebrales irreparables, un ejemplo de los efectos se pueden ver en la figura N° 1 que se muestra a continuación:



Figura N° 1: Efectos del gas sarín.

Fuente: Elaboración propia.

La vía de entrada del agente en el organismo tiene alguna influencia en la aparición de los síntomas. Estos se desarrollan más lentamente cuando el agente es absorbido a través de la piel que cuando es inhalado. Pequeñas dosis causan goteo nasal, contracción de las pupilas. La constricción de los bronquios causa una sensación de presión en el pecho. Con dosis mayores los músculos son afectados y ocurre el debilitamiento, fibrilación y, de manera eventual, la parálisis de los músculos respiratorios. La muerte generalmente es causada por la falta de aire, pero también puede ser causada por un paro cardíaco. Calcúlese que los gases neurotóxicos más fuertes pueden causar la muerte en una dosis de aproximadamente 10 mg min/m^3 . Agentes menos tóxicos son letales en dosis de hasta 400 mg min/m^3 .



Los agentes G son líquidos translúcidos, incoloros, insípidos, solubles en agua y en la mayoría de los solventes orgánicos, lo que hace que su persistencia en el medioambiente sea breve. El GB es inodoro, el GA huele a frutas y el GD tiene un leve olor a alcanfor. En la serie V, el VX es un líquido aceitoso translúcido, inodoro y de color ámbar. Es soluble en agua y en todo tipo de solvente. Esta sustancia es la más persistente de todos los agentes neurotóxicos.

2.5.2. Agentes vesicantes

Los agentes vesicantes son sustancias que pueden ser esparcidas en estado sólido (como polvo), líquido (como rocío o finas gotas) o gaseoso, que al contacto con el ser humano genera desde irritación y ampollas en las superficies afectadas, con destrucción de tejido y ulceraciones, hasta convertirse en veneno celular por reacción a sustancia como el ácido desoxirribonucleico (ADN). Debido a que la reacción de este tipo de sustancia se ve favorecida con el agua, los ojos y el sistema respiratorio son fuertemente afectados, llegando a producir muerte por asfixia al destruir los tejidos de la tráquea y los bronquios. La exposición a agentes vesicantes suele causar ceguera y lesiones permanentes del sistema respiratorio.

La mostaza de azufre (H, HD), la mostaza de nitrógeno (HN), la lewisita (L) y la oxima de fosgeno (CX) son ejemplos de agentes vesicantes.

El primer agente vesicante empleado fue la Iperita, nombrada así al ser empleada por Alemania en los campos de batalla de Iper, Bélgica, durante la Primera Guerra Mundial; también fue bautizada como gas mostaza por parte de los soldados británicos debido al fuerte olor similar al de la especia. Posteriormente, a pesar de las prohibiciones, este tipo de sustancias han sido ampliamente utilizadas, son un ejemplo de ello la guerra de Irán-Iraq (1980-88).



Figura N° 2: Tropas británicas cegadas por el gas mostaza en la batalla de Estaires 1918.

Fuente: Fact Sheet 1: Origins of the Chemical Weapons Convention and the OPCW.



El gas mostaza es un típico agente vesicante que, como los otros miembros de esta categoría, también posee efectos tóxicos generales. La exposición a una concentración de algunos miligramos por metro cúbico durante varias horas provoca, por lo menos, una irritación y un enrojecimiento de la piel y, especialmente, irritación en los ojos, también puede producir ceguera por un pequeño espacio de tiempo.

La exposición a concentraciones mayores causa ampollas e hincha los ojos. Severos efectos de esta especie también ocurren cuando el líquido queda en la piel o en los ojos. Las quemaduras con gas mostaza son comparables a quemaduras de segundo grado. Lesiones más severas, comparables a quemaduras de tercer grado, pueden durar algunos meses. La pérdida de visión puede ser causada, especialmente si el agente en estado líquido entró en contacto con los ojos. La inhalación del vapor o aerosol causa irritación y dolor en la parte superior del aparato respiratorio y puede ocurrir una neumonía.

Altas dosis de un agente vesicante causan una intoxicación general, semejante a la enfermedad de la radiación, la cual puede ser letal. El primer paso en el tratamiento de una persona que haya sido expuesta a un vesicante es lavar sus ojos y descontaminar su piel. Las ampollas son tratadas de la misma forma que cualquier quemadura de segundo grado.

2.5.3. Agentes asfixiantes

Los agentes asfixiantes son sustancias que producen deficiencia de oxígeno sin interferir en la mecánica respiratoria de los seres vivos. Esta deficiencia de oxígeno puede ser producida por desplazamiento del oxígeno del aire disminuyendo su concentración por debajo de los niveles necesarios para la vida, constituyéndose en asfixiantes simples. La asfixia también puede ser provocada por la alteración del proceso oxidativo biológico o por destrucción de las células del sistema respiratorio, en cuyo caso son denominados asfixiantes químicos. Es posible, también, darse una combinación de los tipos de agentes asfixiantes.

Pueden ser mencionados como ejemplos de agentes asfixiantes al cloro (Cl), el fosgeno (CG), el difosgeno (DP) y la cloropicrina (PS). Debido a que este tipo de sustancias tienden a descender y llenar las depresiones del terreno, fueron ampliamente utilizadas durante la Primera Guerra Mundial y los resultados obtenidos en los campos de batalla le dieron un gran impulso a su investigación y desarrollo.

El fosgeno y compuestos con efectos fisiológicos semejantes fueron empleados en la Primera Guerra Mundial. Afecta lentamente a la mucosa, por lo que sus efectos se hacen evidentes varias horas después de su inhalación. Como los describen Alberto



Calabrese y Emilio Astolfi en la página 72 de su libro *Toxicología*, de enero de 1969, en presencia de agua, el fosgeno se descompone en ácido clorhídrico, lo que ocurre con facilidad en el interior del alvéolo pulmonar, lesionando el endotelio, provocando edema, sofocación, cianosis y expectoración serosa abundante. Lo puede llevar a la muerte por asfixia o shock.

El único tratamiento es la inhalación de oxígeno y el reposo. Los sedantes son empleados moderadamente.

2.5.4. Agentes hemotóxicos

Constituyen agentes hemotóxicos aquellas sustancias químicas que influyen de forma cuantitativa o cualitativa en el transporte de oxígeno en el sistema hematopoyético, en la composición de la sangre o en ciertas enzimas que intervienen en el proceso de transporte del oxígeno en la sangre.

Este tipo de agente ingresa al organismo por inhalación. Es así que los agentes hemotóxicos son sustancias que ocasionan la asfixia celular al inhibir la capacidad de los hematocitos para utilizar y transferir oxígeno desde los alveolos pulmonares.

El cianuro de hidrógeno (AC), el cloruro de cianógeno (CK) y la arsina (SA) son ejemplos de agentes hemotóxicos.

El cianuro de hidrógeno en dosis letales causa la muerte por no permitir la respiración celular. En dosis menores tiene poco o ningún efecto. La mayoría de los agentes hemotóxicos contienen cianuro y todos actúan de forma rápida. Generalmente la víctima de este tipo de arma química muere antes de que el remedio pueda ser aplicado.

2.5.5. Otros agentes letales

La toxina botulínica es uno de los más fuertes venenos naturales conocidos y puede ser empleada como un agente de guerra química. Existen por lo menos seis tipos diferentes de esta toxina y se sabe que cuatro son tóxicas al hombre. Formada por la bacteria *Clostridium botulinum* esta toxina es ocasionalmente transmitida por alimentos contaminados. La bacteria no crece o se desarrolla en el organismo humano y el envenenamiento se debe a la toxina ingerida. Es posible que ella sea introducida en el organismo humano por inhalación.

El botulismo es un envenenamiento altamente letal, caracterizado por una debilidad general, dolor de cabeza, mareos, visión doble, dilatación de las pupilas, parálisis de



los músculos de la deglución y dificultad en hablar. La parálisis respiratoria es causa común de muerte. Después de consumir alimentos contaminados los síntomas surgen dentro de 12 a 72 horas. Todas las personas están sujetas al envenenamiento por esta toxina. Los pocos que se recuperan de la enfermedad desarrollan una inmunidad activa de duración y grado incierto. La inmunización preventiva con toxoide botulínico ha demostrado poseer algún valor protector, pero la terapia con antitoxinas es de valor limitado, particularmente en los casos de consumo de grandes cantidades de la toxina.

2.5.6. Estructuras químicas de agentes de guerra química

Siendo que la obtención y síntesis de los distintos agentes químicos representa un tema de estudio particularmente extenso, este escapa a la finalidad del presente trabajo. Por lo antedicho, me limitaré a dar a conocer la estructura de aquellos agentes más conocidos, lo que se plasma en el cuadro siguiente.

NOMBRE	ESTRUCTURA	NOMBRE	ESTRUCTURA
GA, tabún		H, gas mostaza, azufre mostaza	
GB, sarín		AC, cianuro de hidrógeno	
CG, fosgeno		CK, cloruro de cianógeno	
HN-1, nitrógeno mostaza		HN-2, nitrógeno mostaza, mecloroetanoamina	
HN-3, nitrógeno mostaza		DA, difenilcloroarsenico, clark I	
DC, difenilcloroarsenico, clark II		DP, disfosgenotricloro-metilcloroformato	

Tabla N° 3: Cuadro sobre estructura química de agentes usados como armas químicas.

Fuente: Elaboración propia.

2.6. Empleo bélico de los agentes químicos

El uso bélico y la posible efectividad militar de los agentes químicos no podrán ser debidamente apreciados si tales agentes son considerados simplemente como venenos.



Es necesario que sean considerados dentro del contexto del sistema de armas del cual forman parte. Un sistema de armas comprende todo el aparato, personal, así como la organización, necesarios para mantener y operar un ingenio militar. Muchos y complejos problemas tecnológicos tienen que ser superados para la transformación de un agente químico en un “sistema de armas”.

Dichas armas químicas podrían ser empleadas dentro de la zona de contacto entre fuerza beligerantes o contra blancos militares tales como aeropuertos, cuarteles, depósitos de mantenimientos y centros de comando bastante lejos del campo de batalla propiamente dicho, o contra blancos que no tienen una conexión inmediata con las operaciones militares, tales como centros poblacionales, terrenos agrícolas y reservorios de agua. Las circunstancias en que los agentes químicos podrían ser usados en la zona de operación son muchas y variadas para obtener ventajas sobre una fuerza militar desesperada, a la cual falte equipo de protección química, para remoción de follajes, para crear barreras de terreno contaminado, retardar el avance del enemigo, obligando a usar ropas y equipamiento de protección, que restringirán la movilidad e impedirán actividades normales de los combatientes.

2.6.1. Producción de armas químicas

Fue calculado que durante el curso de la Primera Guerra Mundial, en una época en que la industria química estaba en un nivel relativamente poco desarrollada, cerca de 180.000 toneladas de agentes químicos fueron producidas, de los que más de 120.000 toneladas fueron usadas en combate. Desde entonces, con el rápido desarrollo de la industria química, se tiene registrado un enorme crecimiento en la capacidad potencial para la producción de agentes químicos. La escala, naturaleza y costo de cualquier programa para la producción de armas químicas y el tiempo necesario para implementarlas, lógicamente dependerían en mucho del potencial técnico científico e industrial del país que las desease producir. Dependerían no solo de la naturaleza de la industria química en sí y de la disponibilidad de ingenieros y químicos adecuadamente entrenados, sino también del nivel de desarrollo de la industria de ingeniería química y de los medios de automatización de los procesos, especialmente donde estuviera la producción de compuestos químicos altamente tóxicos.

Cualquiera que sea el costo para desarrollar una capacidad química, es preciso aclarar que este costo sería adicional, y no sustitutivo al de la obtención de un arsenal de armas convencionales. Hoy en día, muchos países industrializados poseen el potencial para la producción de una serie de agentes químicos. Muchos de los medios necesarios para su fabricación y en algunos casos hasta los propios agentes, son empleados en larga escala en tiempos de paz. Tales sustancias incluyen, por ejem-



plo, el fosgeno, del cual algunos países altamente desarrollados producen más de 100.000 toneladas por año, empleando normalmente como producto intermediario en la producción de plásticos sintéticos, herbicidas, insecticidas, tintas y productos farmacéuticos.

Otro agente químico, el cianuro de hidrógeno, es un valioso intermediario en la producción de una serie de productos orgánicos sintéticos. Siendo producido hasta en mayores cantidades, el óxido de etileno, empleado en la fabricación de los gases mostaza, es un valioso agente para la producción de un gran número de sustancias importantes tales como detergentes, desinfectantes, agentes humectantes, etc. La producción mundial de óxido de etileno es superior a dos millones de toneladas por año. El gas mostaza y los gases mostaza nitrogenados pueden ser producidos partiendo de óxido de etileno por un proceso relativamente sencillo. 250.000 toneladas de óxido de etileno podrían producir cerca del doble de toneladas de gas mostaza.

La producción de agentes altamente neurotóxicos, incluso los compuestos organofosforados, presentan problemas que, por ser relativamente difíciles de solucionar, podrían ser muy caros para resolver. En parte, esto se debe a las medidas de precauciones y seguridad especializadas necesarias para la protección de los que trabajan en la producción de estas sustancias altamente venenosas. Naturalmente, estas medidas de seguridad se aplican a todos los agentes químicos, especialmente a los gases mostaza. Sin embargo, mucho de los componentes para la fabricación de los agentes neurotóxicos tienen aplicaciones para fines pacíficos, por ejemplo el dimetilfosfito, necesario para la producción del sarín, es empleado en la producción de ciertos pesticidas.

3. CONCLUSIONES

Las armas de destrucción masiva son, sin duda, las armas más dañinas que pueden ser empleadas contra una nación, no solo por las muertes o enfermedades que causan sino por el pánico que siembran en la población. Hay que tener presente que después del ataque terrorista en las Torres Gemelas, Estados Unidos enfrentó una serie de ataques biológicos con ántrax que fue distribuido a través del correo postal. Una bacteria que en forma de esporas puede persistir en el medioambiente por años y hasta décadas. Esta bacteria mata a casi la totalidad de las personas que la inhalan.

El pánico causado por el ataque terrorista del 11 de septiembre sumado con los constantes ataques con ántrax hizo que personas evitaran viajar a Estados Unidos disminuyendo las reservas en hoteles, líneas aéreas, casas de espectáculos, en resumen, el ramo de turismo, provocando una reducción de empleos directos e indirectos de ese ramo profesional.



Como se ha dicho anteriormente, estas armas actúan tanto por sus efectos sobre la fisiología del cuerpo humano como también por sobre la moral de los atacados, pues su mayor efecto es la confusión y terror que produce por sobre las fuerzas agredidas. Esto hace que las armas químicas actúen muchas veces por disuasión, pues el conocimiento de su mera existencia por parte del bando contrario, hace tomar una serie de medidas extraordinarias.

Para la síntesis de estos agentes se requieren generalmente sustancias químicas existentes en el mercado civil, lo que hace muy difícil el control y supervisión de las naciones, a la vez, hace fácil la obtención de estos substratos por parte de grupos radicales del tipo terrorista. A la vez estas sustancias son de fácil camuflaje y de difícil detección, así también existen múltiples y sencillas formas de dispersión.

En estos tiempos es necesario tener presente esta amenaza, pues aunque no exista una intimidación directa sobre un país, existe el riesgo indirecto de enfrentar una catástrofe del tipo químico, dado al aumento del tráfico de sustancias químicas riesgosas en puertos, aguas territoriales, rutas, caminos, autopistas y ciudades. Esto hace tanto necesario el poseer personal entrenado y equipado, como que también exista un protocolo con los demás organismos de emergencia (bomberos, policías, hospitales) para enfrentar estas emergencias. Cabe mencionar también que la creciente cooperación en las fuerzas multinacionales de mantención de paz lleva a que las fuerzas involucradas estén en mayor y más presente riesgo de sufrir un ataque químico, lo que obliga a que las fuerzas militares involucradas deban estar equipadas y entrenadas en la guerra química, bacteriológica y nuclear (QBN).

El futuro de la amenaza química que se está investigando es sobre la base de agentes bioquímicos, o sea, sustancias artificiales que afecten el ámbito molecular, derivadas de toxinas de acción específica sobre cierta población o especie y ser inocua para otros.

Finalmente, aunque las armas químicas estén prohibidas hace muchos años, estas existen y seguirán existiendo, lo que nos obliga a tenerlas presentes dentro de nuestra realidad, pues aunque no exista riesgo de que una fuerza militar rival las posea, nadie puede asegurar que un pequeño grupo extremista no las vaya a tener a un corto plazo, que alguna de las fuerzas de paz que se encuentran desplegadas en el extranjero vaya a ser víctima de un ataque con agentes químicos o una población sea víctima de algún tipo de incidente con liberación de sustancias químicas. Si se poseyera el equipamiento y el entrenamiento adecuado, el efecto de estas armas podría ser disminuido a su mínima expresión en el campo de batalla y en la vida civil frente a ataques terroristas o incidentes industriales a gran escala. Un protocolo claro y bien definido, junto a agentes entrenados puede ser la mejor forma de evitar múltiples muertes y controlar estos desastres.



BIBLIOGRAFÍA

CONVENTION on the prohibition of the development, production, stockpiling and use of chemical weapons and on their destruction, (2005). La Haya, Países Bajos: Organisation For The Prohibition Of Chemical Weapons.

GLENN, F. Burgess, "Counter chemical Warfare Con Ops Now Survive and Operate", Marine Corps Gazette, 86 (December 2002): 47-51. Col. Burgess is a senior analyst with Science Applications International Corporation.

LEE, C. C., (2005). *Environmental Engineering Dictionary*. Maryland, EE.UU.: Government Institutes.

LÓPEZ-MUÑOZ, F.; ÁLAMO, C.; GUERRA, J. A. y GARCÍA-GARCÍA, P. (2008). Desarrollo de agentes neurotóxicos como herramientas de guerra química durante el período nacionalsocialista alemán. *Revista de neurología*, 47, 99-106.

MAJOR DONAHOO, P. (2003). Chemical and biological warfare: a manageable problem. Newport, EE.UU. Naval War College.

NORRIS, J.; FOWLER, W. (1997). *NBC: Nuclear, Biological and Chemical Warfare on the Modern Battlefield*, Londres, Reino Unido: Brassey's.

SIDELL, F.; PATRICK, W.; DASHIELL, T. (1999). *Jane's Chem-Cio Handbook*. Londres, Reino Unido: Janes.