

Agentes de guerra química

PABLO GERMÁN ROSS

Muchas gracias por la presentación y, también, por la participación que me brindaron a esta Jornada. Esta presentación va a ser sobre agentes de guerra química. Vamos a ver una definición de lo que es un agente de guerra química y cómo se lo explica, y utilizaremos una en particular. Luego, veremos descripciones generales de los agentes de guerra química, cuáles son los síntomas que se evidencian, la protección frente a estos y, finalmente, la descontaminación.

Primero, vamos a ver qué es un arma química: cualquier sustancia química tóxica o sus precursores que puedan causar muerte o lesiones, incapacidad temporal o sensorial, a través de sus propiedades tóxicas. Los dispositivos que se diseñan para dispersar las sustancias químicas también son considerados armas químicas.

Para pasar en limpio la definición, vamos a ver debajo de estos grupos qué son las sustancias tóxicas o precursores. La sustancia química tóxica es la que ejerce su acción sobre procesos vitales que pueden causar muerte o incapacidad en personas o en animales, y los precursores son todas aquellas sustancias que intervienen en cualquier fase o instancia de la fabricación de estas sustancias químicas tóxicas, que también son tóxicos de manera individual, y pueden participar en cual parte del proceso de fabricación. Después, vamos a tener las municiones o dispositivos que van a transportar esas sustancias químicas tóxicas para ser dispersadas, generalmente, en forma de niebla, tipo aerosoles. Vamos a encontrar, por ejemplo, granadas de mortero, de cañón, bombas del tipo de municiones.

También van a estar en el circuito de la distribución del agente químico los medios de lanzamiento de esas municiones, como así también armas que accionen, por ejemplo, terroristas, las cuales no necesariamente tienen que ser un elemento de guerra; pueden ser otra forma de dispersión, como se usó en el metro de Tokio que estaban contenidas en bolsas de nailon.

Antes, definimos qué son las sustancias químicas, por lo tanto, vamos a dedicarle al tema de las municiones y dispositivos, y los agentes que tienen

que ser dispersados en la atmósfera. Esto va a depender de la naturaleza del agente, del terreno y de la meteorología.

Los primeros ataques habían sido solamente habilitando la sustancia en forma gaseosa y teniendo un viento favorable para que la sustancia pudiera actuar en la dirección deseada. Podemos ver sustancias que se dispersan en formas de aerosoles, gases o nieblas. Pueden ser dispersas en forma de granadas o en municiones simples. Si es una munición de 155 mm que tiene una carga de SARÍN, un foliante, cuando impacta la munición, el efecto de la explosión forma una niebla de esa sustancia y puede ser dispersa en el terreno.

Con respecto al almacenamiento y transporte, hay que tener un cuidado especial porque los agentes son esencialmente corrosivos, pues suelen atacar las paredes de las municiones, y se pueden producir pérdidas, lo que sería una catástrofe. Para solucionar el tema de este riesgo, aparecen las cargas binarias donde, en lugar de tener la sustancia tóxica conformada dentro de la munición, lo que se hace es que la munición tenga compartimentos, donde en una parte tenga un reactivo, un precursor, un precursor A y un precursor B, por ejemplo, separado de un disco de ruptura. Ambos precursores o reactivos son mucho menos tóxicos que la sustancia ya conformada y, cuando la munición se dispara y se fragmenta el disco de ruptura, el reactivo A se junta con el reactivo B, generando la abrasión para que, durante el vuelo del proyectil, se conforme el agente químico. La explosión va a dispersar en forma de niebla el agente químico formado.

Si bien estas configuraciones permiten una mayor carga, la eficiencia de la reacción es baja, menor al 70%. Es preferible bajar su rendimiento y aumentar la seguridad en su transporte y su uso. Las reacciones, por lo general, tienen una cuestión asimétrica; van a necesitar ciertos parámetros que se puedan modificar como, por ejemplo, temperatura y presión para aumentar el rendimiento. Esos parámetros no pueden ser modificados dentro de la munición.

Vamos a focalizarnos en las sustancias químicas tóxicas y sus precursores. Hay varias formas de clasificarlas teniendo en cuenta sus efectos, estos siendo si son mortales o incapacitantes. Se pueden clasificar de acuerdo con su persistencia; la más común es según los efectos que causan en las personas. Entonces, vamos a identificar la clasificación de los agentes nerviosos, que son los que actúan sobre el sistema nervioso central. Están los agentes vesicantes, aquellos que producen ampollas. Luego, los agentes sanguíneos, que actúan sobre el sistema celular. También, están los agentes asfixiantes, que afectan la actividad respiratoria y los incapacitantes, las toxinas y los compuestos industriales tóxicos.

Antes de empezar con los agentes, veamos los grados de toxicidad. Los agentes químicos se han cuantificado para poder determinar cuáles son los efectos que producían sobre las personas. Vamos a tener, por ejemplo, la dosis letal y el tiempo de concentración letal que, si bien es el que más vamos a ver cuando cuantificamos, hay otros: el tiempo de concentración efectiva, el tiempo de concentración letal de tipo incapacitante y la dosis letal, que se calculan en miligramos por unidad de masa del paciente, que serían necesarios para producir la muerte del 50% de los individuos que la ingirieran. Estos valores se tomaron en base a estadísticas para una persona de unos 70 kg, pero se entiende que en una población la contextura y el peso de las personas varía mucho.

Tomemos como ejemplo la dosis letal para determinar qué queremos ver con esto. Acá tenemos anotadas varias sustancias químicas, pero vamos a ver tres: cianuro de potasio, el sarín y el VX. Para una aplicación oral con miligramos de las sustancias, se requerirán 250 mg para el potasio, 1 mg para el sarín y un 0.5 mg para el agente VX, en un orden de 30 kilos, para provocar la muerte del 50% de una población.

Hay otras sustancias que no son agentes de armas químicas, que son químicos como la glucosa y el cloruro de sodio que también tienen su umbral mucho más alto: para el caso de la glucosa, son 2 kg, 2.500.000 mg de azúcar y 260.000 mg de sal que debe tener para tener efecto en las personas. Como decía Paracelso, un médico suizo, “la cantidad de la sustancia química la va a convertir en veneno”. Son más tóxicos porque tienen una dosis letal mucho más alta; los agentes sanguíneos, como, por ejemplo, para el VX, vemos que en una moneda se ha presentado la cantidad para tener una dosis letal.

Los agentes nerviosos estuvieron presentes en la Segunda Guerra Mundial. Su primera aparición fue en 1930: German Schrader, un químico alemán, trabajaba para la industria Farben que se dedicaban a trabajar con pesticidas fosforados. Fue a partir de esas investigaciones, que él, junto a otros compañeros, empezaron a descubrir otros productos fosforados, hasta que en un momento tuvieron un incidente en el laboratorio y fueron presos de los efectos de estas sustancias, desconocidas hasta ese momento. Si bien sabían que los productos fosforados eran compuestos peligrosos, estos tenían una dosis mucho más alta y los investigadores de laboratorio estuvieron varios días tratando de recuperarse, incluso el mismo Schrader. Una vez descubierto el tabún, en ese momento nombrado “GA” por la OTAN, comienza en Alemania la producción de este agente. Entre medio de ese año y 1945 se van a descubrir otros agentes, alrededor de los mismos compuestos fosforados, en los que van a tener su lugar el sarín en

1938, y el soman en 1944. Estos agentes, que son realizados en Alemania junto a otros, como el ciclosarín, van a ser compuestos de los agentes de la serie G¹. Luego, en 1950 investigadores británicos, trabajando sobre fosforados, descubren el VG (amiton) y el VX. El amiton no prosperó, pero sí lo hizo el VX. En 1960, en EE. UU. se instaló una planta de producción a gran escala. Estos agentes desarrollados van a pertenecer a la serie de los agentes V.

Por último, entre los años 1980 y 1982 hubo un proyecto en la Unión Soviética en el cual se incluye al novichok y todos los agentes de esa serie. A los agentes de guerra química utilizados antes de la Segunda Guerra Mundial, se los considera de primera generación. Los de segunda generación son los que se encuentran en la serie G: el tabún, sarín, somán y ciclosarín. Los de tercera generación son la serie V: el VX (EE. UU.) y VXR, producido por Rusia y, por último, a los de cuarta generación se los llama Novichok.

Vamos a ir un poco más al detalle. Los agentes nerviosos de la serie G, los primeros descubiertos, son moléculas fosforadas; en todos ellos está presente la unión entre el fósforo y el oxígeno. El tabún produce efectos inhabilitantes entre 1 a 10 minutos de haber tenido contacto, y efectos mortales antes de los 15 minutos de contacto por inhalación. Este agente es el que genera el envejecimiento celular más rápido que los demás.

Por otro lado, el sarín, en 1938 ha tomado su nombre por los apellidos de sus descubridores: Schrader, Ambros, Rüdiger y Linde. Es un agente más denso que el aire y permanece activo durante varias horas. Fue el más utilizado en el atentado del metro de Tokio, justamente por sus características de densidad respecto del aire, lo que favoreció que se mantuviera líquido y con poca volatilidad. Esto hacía que las pisadas de la gente que caminaba y corría por ese lugar generara la dispersión de ese agente. No solo se mantuvo dentro de los vagones del metro, sino en toda la estación, y como se mantiene activo a través de las horas, esas pisadas que dejaron las huellas fueron volatilizándose; fue por esa poca concentración que hubo tanta cantidad de afectados. Hubo 12 muertos, pero la cantidad de afectados fue superior.

Luego está el somán, descubierto en 1944: es más letal y denso que el sarín, con lo cual la concentración de vapores es menor y tiene una producción similar al de este. Con respecto al ciclosarín, básicamente es la

¹ Esta serie de agentes refiere a los que son de naturaleza líquida y transparente, que pueden mezclarse con agua, así como también con otros solventes orgánicos. Los agentes que pertenecen a esta familia son el GA (tabún), GB (sarín), GD (somán) y el VX.

misma estructura del sarín, pero lo que cambia químicamente es un grupo iso-propilo por un ciclohexilo, confiriéndole otras propiedades que tienen que ver con la toxicidad. Resulta mucho más tóxico que el sarín; la dosis letal para este agente es de 5 mg, mientras que para el ciclosarín es de 1,2 mg. Es decir, es cuatro veces más tóxico, y también actúa en la mitad del tiempo que lo hace el sarín, por lo que se podría decir que es un líquido mucho más persistente. Con esto tenemos los agentes de la serie G.

Todos los agentes son todos líquidos, a temperatura ambiente, y actúan tanto en contacto por la piel como por inhalación. La presión de vapor que tienen hace que puedan ser absorbidos por inhalación.

Moderadora: Pienso en el ataque con gas sarín en el subte de Tokio, en 1995. Si hubieran usado, por ejemplo, el ciclosarín, que es un agente mucho más persistente, ese ataque hubiera hecho mucho más daño, ¿no es así?

Ing. Ross: Sí, la persistencia tiene que ver con la actividad del agente en el tiempo. Si bien lo dispersaron por medio de las pisadas y tiene una condición de vapor que hace que se mantenga, si hubiesen cambiado el agente el efecto hubiese sido otro. Habría que ver otras condiciones, si, por algún motivo, ya que disponían para la fabricación, si bien son parecidos no es tan sencillo. La Dra. Bernacchi comentaba que las instalaciones donde se fabrican productos químicos de uso convencional, pueden ser utilizadas para fabricar agentes químicos de uso dual, por ejemplo, aquellos que tengan las características: que sean corrosivos, como los que vimos, que vayan a atacar las municiones... Seguramente una planta que lo fabrique va a necesitar equipamiento de vidrio o de acero inoxidable, también sus conexiones, cañerías, mezcladoras y demás. Hay que ver con qué contaban, de dónde lo sacaron y por qué lo eligieron a ese químico o qué precursores tenían, y si utilizaron uno o el otro, y ver qué rendimiento obtenían en la reacción. Si vemos que el proyectil tenía un rendimiento de reacción del 60% en el laboratorio, en la síntesis hay formas de que esa misma reacción, de que esos mismos componentes químicos, modificando la presión o el vacío o dando calor a la reacción, haga que la cinética se modifique y la reacción ocurra para el lado de la formación productos.

Moderadora: Bien, pero digamos que todos estos agentes nerviosos están prohibidos.

Ing. Ross: Sí, por supuesto. Están incluidos en el listado de la Convención de Armas Químicas que mencionaba la Dra. Bernacchi.

Moderadora: Sí, claro, la Dra. Bernacchi hizo un comentario; que se dice específicamente “el gas sarín”. Bueno, no es un gas, es un líquido que se vaporiza lentamente.

Ing. Ross: Son todos líquidos a temperatura ambiente y la presión del vapor hace que ocurra una vaporización, es lo que después la gente fue aspirando.

Moderadora: Gracias por la aclaración de que no es un gas.

Ing. Ross: De hecho, las temperaturas de fusión son bastante bajas, para solidificar el tabún, el somán, el sarín y ciclosarín, tenemos que estar en los -20 grados centígrados. Asimismo, los puntos de exposición también son muy altos; para salir del estado gaseoso de las sustancias, deben estar a temperaturas cercanas arriba de los 150 a 200 grados centígrados. Es decir que el espacio que en el que son líquidos es bastante amplio. La presión de vapor hace que haya una evaporación de sustancia a temperatura ambiente.

Moderadora: Gracias por la aclaración.

Ing. Ross: Después de los agentes de la serie G, vamos a tener el VX y el Novichok. El primero es un agente de tercera generación y es mucho más tóxico que los agentes de la serie G. Es el segundo agente nervioso más tóxico de los que se utilizaron y es más persistente que los agentes nerviosos de la serie G. Es, también, un líquido más viscoso también los agentes de la serie mencionada; tienen una densidad similar a la del agua, mientras que el VX es un líquido más aceitoso y más denso, así como más viscoso y persistente. Los efectos comienzan a sentirse entre 1 y 10 minutos de exposición, y los fatales de 4 a 48 hs. También, son derivados de los fosforados, ya que vamos a ver en la molécula las uniones entre el fósforo y el oxígeno. A su lado, la estructura espacial. Todas estas expresiones son las estructuras espaciales de estas moléculas. Cada uno de esos elementos que conforman la molécula están con un color, también identificadas las dobles ligaduras. Aquí tenemos el ciclosarín, donde podemos ver el ciclo conformado por seis carbonos, y esas diferencias son las que dan las propiedades.

Por último, tenemos los agentes de cuarta generación, llamados los “agentes de la serie A” que fueron desarrollados por la Unión Soviética. Son derivados del VX y de los agentes de la serie G. Resultan ser los más

tóxicos desarrollados hasta el momento. Por ejemplo, A230 tiene una estructura también de unión fósforo y oxígeno y este compuesto es de 5 a 8 veces más tóxico que el VX. El resto de los compuestos tienen una toxicidad similar al VX. Son similares a la mayoría de los agentes utilizados como herbicidas y los síntomas van a aparecer entre 30 segundos a 2 minutos de haber estado en contacto.

Seguimos con los agentes nerviosos: son lipofílicos, se absorben en la piel y la distribución de gotas de VX constituye 1 gr por m³, y lo comparamos con la superficie de una mano, que suponemos que tiene 10x10 cm, un decímetro cuadrado, sería 10 mg por decímetro cuadrado en la superficie, distribuida en la palma de la mano, y sabiendo cuál es la dosis dérmica letal para el VX. Entonces, alcanzaría que se disperse en la palma de la mano 1 gr de VX para tener una dosis letal.

El mecanismo por el cual actúan estos agentes es el mecanismo de sinapsis. Vamos a tener una en la neurona una parte presináptica, una post-sináptica y un espacio intersináptico. Los agentes nerviosos lo que hacen es unirse a la encima acetilcolinesterasa, haciendo que se empiece a generar en el espacio intersináptico una acumulación de acetilcolina. Los músculos empiezan a tensarse, como ocurre cuando el espacio intersináptico acepta esa enzima, y afectan a los nervios, músculos y ganglios: son sobreestimulados por el neurotransmisor acetilcolina. El mecanismo de intoxicación va a dar una serie de síntomas primarios, como náuseas, vómitos y diarrea – incluso puede llegar a afectar la vista–, y síntomas secundarios, estos siendo sudoración excesiva, salivación, alteración respiratoria y digestiva.

Con respecto a los síntomas visuales, tenemos la miosis. En una fotografía, se reproduce una pupila normal; luego, un estrechamiento de la pupila cuando tenemos una miosis y, si la exposición es muy extrema, vamos a tener el estrechamiento de la pupila en “punta de lápiz”. Los casos más extremos pueden producir una coma, paro respiratorio o paro cardíaco. Hay medidas de protección que podemos adoptar para entrar a escenarios que están contaminados para asistir a personas o para poder detectar si hay contaminación en una zona. Hay medidas preventivas y medidas que van a tomar después de una exposición, si la hubiera.

En las medidas preventivas, vamos a proteger el sistema respiratorio con una máscara que va a estar equipada con una serie de filtros. Esos filtros van a contener las partículas que ingresan. Hay que tener especial cuidado con la descomposición de los gases porque, si bien están diseñadas para los gases más conocidos, a veces hay subproductos que se forman con la interacción de los gases, y las máscaras no siempre los pueden contener, por eso hay otras medidas para después de la exposición.

Vamos a suponer que la máscara puede contener los gases y que los guantes y botas logran proteger la piel. También, vamos a contar con unos parches que fijan unos indicadores que van a detectar los gases nerviosos con algún color particular. Esto es cuando se está en una zona contaminada; con tal solo mirar estos papeles indicadores, vamos a poder saber si en el aire hay gases. El hombre de la fuerza está de frente y entiendo que en la espalda también tiene parches, seguramente para que sus compañeros puedan ver si hay agentes presentes. Si uno va a ingresar a una zona determinada o supone que hay peligro de que hubiese un gas, lo recomendable es ingerir con antelación bromuro de piridostigmina, que ayudará a contener el agente químico y su acción contra la acetilcolina.

Si falla alguna de estas instancias, después de la exposición también es posible el tratamiento lo más pronto posible. Habíamos dicho que el somán producía un envejecimiento celular más rápido, con lo cual la aplicación de los antidotos que vamos a ver tiene que ser instantánea, es decir, a partir de los primeros síntomas, sino ocurre lo que se llama el “envejecimiento celular”: llega un punto que es irreversible y ya no hay caso. Es por esto por lo que tiene que ser rápida la detección, la identificación del síntoma, para tener un tratamiento adecuado.

Si falla alguna de estas medidas, después de la exposición pueden ser aplicadas algunas sustancias que, por ejemplo, los inyectores de diazepam pueden hacer reversible la situación a la que ha sido expuesto el agente con acetilcolina. El inyector hace presión con la aguja sobre el muslo, se activa y libera el antidoto dentro del cuerpo. Este autoinyector fue inventado por Sheldon Kaplan, y es uno de gas nervioso, que está se está utilizando mucho en el Ejército de EE. UU. Otra forma de detección es medir con diferentes equipamientos los diferentes autores para cada uno de los gases, cuáles están presentes y cuál es la concentración que tenemos de ese contaminante. Con todas estas medidas tomadas es mucho más efectivo poder dar un tratamiento a quien ha sido alcanzado por estas sustancias.

Vamos a pasar a los agentes vesicantes, los que producen ampollas en la piel. Vamos a ver primero la Lewisita, un compuesto químico derivado del arsénico con forma líquida. Fue descubierto por el capitán Lewis, de allí su nombre, quien la sintetizó entre los años 1917 y 1918, y tienen el olor característico al geranio. Esta sustancia, si bien fue diseñada luego de las mostazas, no llegó a utilizarse en el conflicto. De estas sustancias tenemos varias: el L1, L2 y L3, que tienen distintas propiedades porque tienen diferentes pesos moleculares. Vamos a ver, por ejemplo, la L1 tiene distinta isomería, por eso es importante ver la estructura porque por más de que sea la misma sustancia y tenga los mismos átomos y los mismos enlaces, la isomería hace

que tenga propiedades diferentes. Esta es la orientación que tiene esa molécula en el espacio. La L2 y la L3 no son el compuesto. Si bien están compuestos por los átomos centrales de arsénico y de cloro, las cadenas carbonadas que las unen son más largas, tienen otro peso molecular: son Lewesitas, pero no son el mismo compuesto, son similares. Estas tres entre sí son el mismo compuesto. Lo mismo las L3, estas son más pesadas. La Lewisita técnica es una mezcla de grado militar de todas estas lewesitas e isómeros que tienen una altísima toxicidad letal. También, tienen un olor característico.

A su vez, tenemos otros vesicantes, estas siendo las mostazas. Vamos a identificar las mostazas de azufre y las de nitrógeno. La mostaza de azufre es el conocido “gas mostaza” que tampoco es un gas; de hecho, esta sustancia tiene un punto de fusión bastante elevado y habíamos hablado de que los agentes de la serie G tienen un grado de fusión menor a los 20 grados. No es así el caso de la mostaza de azufre, que lo tiene alrededor de los 14 grados centígrados, lo que hace que en clima muy fríos se solidifique y en otros ambientes sea un líquido y no un gas.

Recibe su nombre por su olor característico a mostaza y por su color amarillento-marrón. Fue utilizado por primera vez en 1915 por el ejército alemán en la batalla de Ypres, con antelación a los agentes nerviosos, y por eso tiene el nombre también de “Iperita”.

La mostaza de nitrógeno es, químicamente hablando, un sulfuro de dos grupos de etilo sulfurados. En este compuesto también tuvo su participación Fritz Haber, un químico alemán, ganador del Premio Nobel de Química en 1918 por haber desarrollado la síntesis del amoníaco. Haber, igualmente, desarrolló varios otros compuestos, a pesar de las advertencias de su esposa que también era química y temía este tipo de desarrollos. Finalmente, como no pudo convencerlo, se suicidó, y él continuó con sus investigaciones.

Luego, estas mostazas de nitrógeno son compuestos similares a las de azufre, sin embargo, la principal característica que las diferencian de las anteriores es que el punto de fusión es mucho más bajo, con la cual puede ser utilizada en invierno. Las mostazas de azufre no pueden ser utilizadas en un clima frío, solo en temperaturas cálidas dado el punto de fusión de 14 grados centígrados. En cambio, las mostazas de nitrógeno tienen un punto de fusión mucho más bajo y pueden ser utilizadas en climas fríos; también se las llama “mostazas de invierno” o NLost-HN.

Tenemos 3 mostazas: HN1, HN2 Y HN3. Esta última tiene similitud con la fórmula de arriba, pues cambia el elemento azufre y reemplaza el grupo amino por el nitrógeno. Esos grupos son distintos y esas tres van a tener diferentes propiedades, lo que lo va a hacer mucho más agresiva que

las mostazas de azufre. Los síntomas de los agentes vesicantes van a ser dérmicos, oculares y respiratorios. Las primeras mostazas no manifiestan una reacción inmediata como sí lo hacen las lewisitas, y van a ser mucho más rápidas en su absorción de 15 minutos contra la de las mostazas, que son en 8 horas, aproximadamente.

Las cicatrizaciones son mucho más rápidas en las lewisitas, con lo cual hay menos posibilidades de que haya infecciones. Las cicatrizaciones en las mostazas son mucho más largas, por lo que hay más probabilidad de infecciones. Vamos a ver los agentes sanguíneos que inhiben la capacidad de los hematocitos para utilizar y transferir oxígeno, lo que ocasiona la asfixia en el organismo.

Los agentes sanguíneos utilizados fueron el ácido cianhídrico (HCN) y el cloruro de cianógeno. Si bien la arsina está listada, no fue utilizada. El HCN fue utilizado como agente de guerra química durante la Primera Guerra Mundial. La creatina quinasa (CK) fue utilizada en la Segunda Guerra Mundial en los campos de concentración. El HCN tiene un olor característico, que se asemeja al de almendras amargas.

Los síntomas son diferentes en comparación con los agentes nerviosos; algunos se dan de manera opuesta al asociado con dicho agente. Por ejemplo, en los agentes sanguíneos la miosis se manifiesta como midriasis, que es la dilatación de pupilas. Son síntomas que se pueden diferenciar para dar un tratamiento. Los agentes pulmonares o asfixiantes son los que van a causar daño en los pulmones. El cloro fue utilizado para tal fin y, luego, se utilizó el fosgeno y el difosgeno. La arsina, como cloruro de fosgeno, cloruro de difosgeno, es conocido como “rompe-máscaras” y tiene una composición similar a la cloropicrina.

El VX con el Sarín son mucho más letales que el cloro. Algunos agentes de guerra química son aceitosos y difíciles de destruir, como el VX y la mostaza. En el caso del VX, si entramos con un agente blanqueador, como el hipoclorito de sodio o el hipoclorito de calcio, van a oxidar la molécula VX y luego, con una hidrólisis, van a destruir esa molécula con agua y formarán dos moléculas de menor toxicidad. La molécula ya no tiene el compuesto fosforado, ya que se va degradando el compuesto a menor toxicidad.

Respecto de los agentes incapacitantes: apareció el agente BZ, el bicilato de quinuclidinilo. Luego, tenemos los agentes antidisturbios: gases lacrimógenos, estornutatorios y vomitivos. En lo que refiere a las toxinas, las únicas presentes en la lista de la Convención de Armas Químicas son la saxitocina y la ricina. Y, por último, los agentes compuestos industriales tóxicos que, debido a su toxicidad y su amplia comercialización, podrían ser utilizados con fines ilícitos.

Referencias

- OPCW (Organisation for the Prohibition of Chemical Weapons). *Advisory Board on Education and Outreach* (OPCW). En <https://www.opcw.org/about/subsidiary-bodies/advisory-board-education-and-outreach>
- Autoridad Nacional de Armas Químicas de Argentina (ANCAQ). En <https://cancilleria.gob.ar/es/iniciativas/ancaq>
- Chemical Weapons Convention (CWC). *Convention on the prohibition on the development, production, stockpiling and use of chemical weapons and on their destruction*. En https://www.opcw.org/fileadmin/OPCW/CWC/CWC_en.pdf
- Comité del Consejo de Seguridad establecido en virtud de la Resolución 1540 (2004). En <http://www.un.org/es/sc/1540/>
- Grupo Australia. En <http://www.australiagroup.net/en/>
- Objetivos de las Naciones Unidas para el desarrollo sostenible. En <https://www.un.org/sustainabledevelopment/es/sustainable-development-goals/>
- Organization for the Prohibition of Chemical Weapons. En <https://www.opcw.org/>