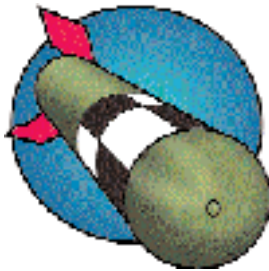


Armas químicas



Los esfuerzos internacionales por el control y erradicación de las armas químicas no han sido suficientes, pues a la fecha han sido destruidas sólo 20 por ciento del total de este tipo de armas declarado en el mundo.

Benjamín Ruiz Loyola

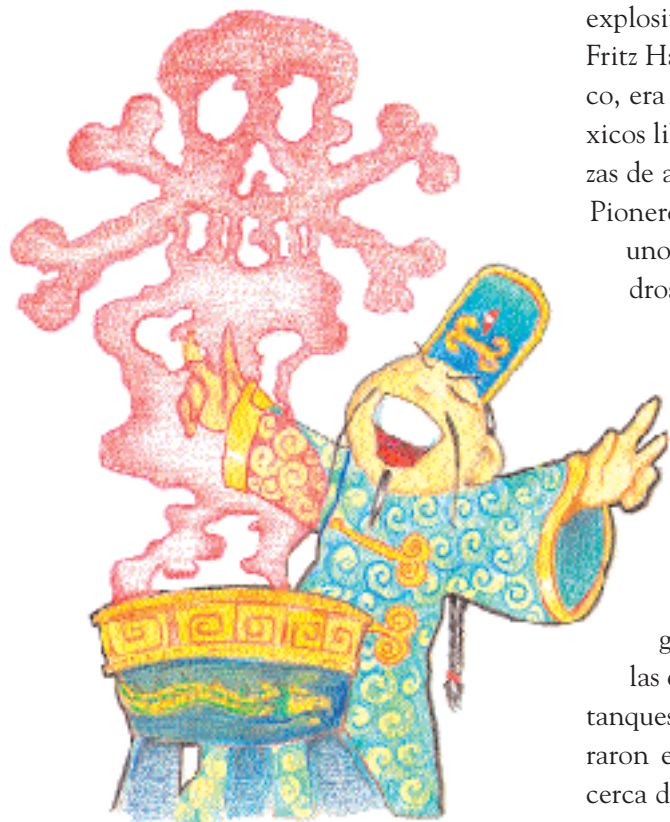
ANTECEDENTES

Se tienen referencias de que aproximadamente mil años antes de Cristo los chinos empleaban humos de arsénico para obligar a los ejércitos sitiados a abandonar sus reductos. También que Solón de Atenas envenenaba el agua de ciudades sitiadas en el año 600 antes de nuestra era, y para ello colocaba raíces tóxicas en los pozos de abastecimiento. Por el año 430 antes de nuestra era, en la guerra del Peloponeso entre Esparta y Atenas, se empleó dióxido de azufre y otros humos para la inmovilización de tropas dentro de un fuerte: se perforaba una de las paredes del fuerte y se introducía el humo directamente hacia él. Cerca del año 200 antes de nuestra era los cartagineses empleaban raíz de mandrágora en el vino para sedar a sus enemigos y dejarlos inermes. En 1591 los alemanes fabricaron bombas pestilentes utilizando pezuñas y cuernos de animales, casi pulverizados, mezclándolos con una resina vegetal extremadamente maloliente llamada *Asafetida* y prendiéndoles fuego para generar humos muy agresivos. El efecto de estos procedimientos fue siem-

pre el mismo: desplazar al oxígeno y sofocar al enemigo.

HISTORIA MODERNA

En el siglo XX, durante la Primera Guerra Mundial, los alemanes fueron los iniciadores del empleo de productos químicos como artefactos hostiles. El primer intento alemán consistió en el empleo de proyectiles de 105 milímetros, llenos con clorosulfato de dianisidina, que es un irritante pulmonar. Los proyectiles también llevarían una carga de metralla para que la diseminación del irritante no fuera su único propósito y, con ello, se respetaran los tratados de 1899 que prohibían el empleo de compuestos químicos con fines de guerra. El 27 de octubre de 1914 dispararon con ese único propósito tres mil de estos proyectiles contra los británicos sin efectos visibles, porque la carga



En 1925 se firmó en Ginebra el *Protocolo para la prohibición del uso de gases asfixiantes, venenosos y otros gases, y de métodos bacteriológicos de operaciones militares*, mejor conocido como el Tratado de Ginebra, que sigue vigente hasta la fecha y tiene una enorme importancia

explosiva terminó destruyendo a la parte química. El químico Fritz Haber, descubridor del proceso de obtención del amoníaco, era partidario de experimentar creando nubes de gases tóxicos liberándolos desde cilindros, lo que permitía ahorrar piezas de artillería. A principios de marzo de 1915, el regimiento Pionero 35 del ejército alemán comenzó la instalación de unos mil 600 cilindros grandes y más de cuatro mil cilindros pequeños a lo largo de las trincheras de Ypres, en Bélgica; tales cilindros estaban llenos de cloro líquido, que al diseminarse en la atmósfera se transforma en gas. Para proteger a las tropas alemanas, se les suministraron máscaras de oxígeno de las que en aquel tiempo se utilizaban en la minería, así como almohadillas empapadas con solución de tiosulfato de sodio como antídoto, en lo que constituyó el antecedente de las modernas máscaras contra gases. Luego hubo que esperar a que el viento soplara pegando en las espaldas al ejército alemán para abrir las válvulas de los tanques, lo que aconteció el 15 de abril. Los alemanes liberaron entonces 168 toneladas de cloro gaseoso, provocando cerca de 15 mil bajas, incluyendo cinco mil muertos; simultáneamente, se ensayó el uso de gas mostaza. Un cálculo ligero establece que entre 1915 y 1918 se emplearon en total 125 mil toneladas de compuestos químicos tóxicos, que provocaron más de un millón 300 mil bajas, cifra que incluye unas 90 mil muertes. Uno de los soldados afectados de esta forma fue Adolfo Hitler.

En el periodo entre las dos grandes guerras, se suscitaron diversos hechos importantes alrededor de las armas químicas. Por una parte, en 1925 se firmó en Ginebra el *Protocolo para la prohibición del uso de gases asfixiantes, venenosos y otros gases, y de métodos bacteriológicos de operaciones militares*, mejor conocido como el Tratado de Ginebra, que sigue vigente hasta la fecha y tiene una enorme importancia. A pesar de ello, entre 1935 y 1936 la aviación italiana utilizó gas mostaza y fosgeno al invadir Etiopía, y de 1937 a 1939 Japón empleó gas mostaza en su confrontación con China.

En la Segunda Guerra Mundial, a pesar del enorme caudal de compuestos tóxicos acumulado por los contendientes, no se emplearon armas químicas; se cree que a todos los participantes les preocupaban las posibles represalias. Posteriormente, Egipto intervino en la guerra civil de Yemen entre 1963 y 1967, utilizando fosgeno y gas mostaza; Estados Unidos usó grandes cantidades de defoliantes en la guerra de Vietnam y, en su guerra contra Irán, Irak utilizó gas mostaza y compuestos neurotóxi-

cos, los cuales volvió a emplear en 1988 contra los kurdos en la población de Halabja.

CLASIFICACIÓN

Según su acción, las armas químicas pueden clasificarse como hostigantes, sofocantes, hemogases, vesicantes, neurotóxicos, psicogases y defoliantes.

Los *hostigantes* se emplean profusamente en tiempos de paz para controlar tumultos y motines. Son irritantes del sistema lacrimal o del gástrico, por lo que son mejor conocidos como lacrimógenos o vomitivos. Pese a su empleo autorizado en tiempos de paz, están prohibidos para enfrentamientos bélicos, lo que no deja de resultar curioso. A este grupo pertenecen el 2-bromo-2-fenil-acetonitrilo, la adamsita, la cloroacetofenona y el ortocloro-benzal-malonitrilo, entre los que destaca la adamsita por sus propiedades mixtas de lacrimógeno y vomitivo en una sola molécula.

Los *vesicantes* provocan quemaduras intensas, extensas y sumamente dolorosas, no solamente en la piel sino que, si son inhalados o ingeridos, también en los tractos internos respiratorio o gástrico. Causan la aparición de ampollas, generalmente de gran tamaño, que hacen que el individuo afectado pierda la movilidad. Los más empleados son los gases mostaza de azufre, aunque existen las mostazas nitrogenadas y la yperita, de menos potencia. El gas mostaza es uno de los compuestos que fabricó Irak en mayor cantidad durante la década de los ochenta. Como ocurre con muchos de los compuestos tóxicos que se emplean para hacer la guerra, su estado físico en condiciones normales es líquido, no gaseoso.

Los *sofocantes* son compuestos que desplazan al oxígeno del ambiente en que se encuentran, provocando la asfixia en aquellos afectados por su presencia; su acción cesa al eliminarlos de la atmósfera y permitir el contacto con oxígeno fresco. Sin embargo, algunos de ellos pueden también provocar quemaduras y procesos inflamatorios, lo que hace que aun al eliminarse y recuperarse la atmósfera normal, sigan ejerciendo una acción nociva sobre quienes tuvieron contacto con ellos. A esta clasificación pertenecen el cloro, el fosgeno, el cloroformiato de trimetilo, el dióxido de azufre y los cloruros de azufre.

Los *hemogases* se parecen a los sofocantes porque desplazan al oxígeno, pero en lugar de



El autor en el estacionamiento del edificio de la ONU en Bagdad, donde trabajó como inspector de armas químicas. Fotografía tomada el 18 de marzo de 2003, minutos antes de ser evacuado rumbo a Chipre. La guerra comenzó el 20 de ese mismo mes.



hacerlo en la atmósfera, lo hacen en la sangre, usualmente de manera irreversible. El tamaño y la forma de sus moléculas son muy parecidos a los del oxígeno molecular que se encuentra en el aire, de manera que se unen a la hemoglobina de la sangre e impiden la entrada del oxígeno. Debido a esto, la asfixia no se remedia al contacto con el oxígeno, porque el proceso de respiración se altera a nivel celular. A esta clase pertenecen el cianuro de hidrógeno, el monóxido de carbono y el cloruro de cianógeno. El primero de ellos fue profusamente empleado en las cámaras de gases para sentenciados a muerte.

Los *psicogases* son compuestos que afectan la percepción de quienes entran en contacto con ellos, provocando alucinaciones que incapacitan al individuo afectado. No causan daños permanentes, no son persistentes y no provocan muertes innecesarias, y los mejores ejemplos de estos compuestos son el benzilato de 3-quinuclidinilo (BZ) y la dietilamida del ácido lisérgico (LSD).

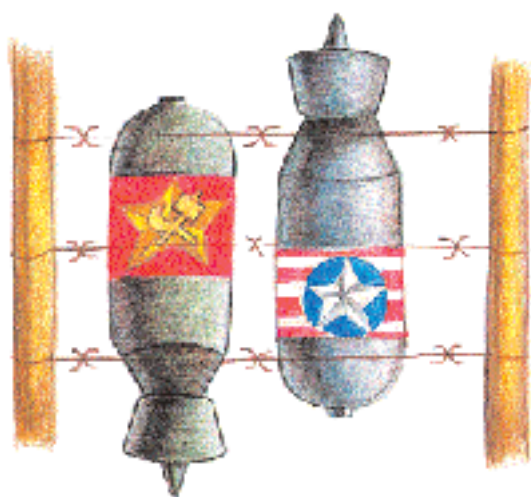
Los *defoliantes* son compuestos empleados para eliminar malezas que afectan cultivos benéficos; como armas se emplean para destruir cultivos alimenticios o follaje espeso de zonas donde podría ocultarse el enemigo. Estados Unidos los utilizó de ambas maneras en Vietnam, afectando algunas zonas a muy largo plazo. Compuestos que pertenecen a esta clasificación son, por ejemplo, el ácido 2,4-dicloro-fenoxiacético, el ácido 2,4,5-tricloro-fenoxiacético y el ácido 3,4-dicloro-fenoxiacético.

Hemos dejado al final al grupo más novedoso y más mencionado de compuestos químicos empleados como armas. Son los *neurotóxicos*. Afectan seriamente el sistema nervioso central de los que desgraciadamente entran en contacto con ellos. Los síntomas incluyen lagrimeo y escurrimiento nasal, descontrol de esfínteres, convulsiones, paro respiratorio, coma y muerte. Desarrollados a partir de investigaciones para la obtención de insecticidas, su descubrimiento inicial fue casi fortuito: el hecho estuvo a punto de costarle la vida a Gerhard Schrader y su ayudante de laboratorio, quienes por breves instantes quedaron expuestos a la acción del compuesto que más adelante se conoció como *tabún*. De inmediato sufrieron dificultades respiratorias y pupila fija, lo que reportaron a la superioridad militar en cuanto se repusieron. Al tabún le siguieron el *somán* y el *sarín*, todos en Alemania; luego vinieron el *russian VX* (RVX) y el O-etil-S-(2-isopropilaminoetil)-metilfosfonotiolato (VX) de los Estados Unidos, para equilibrar la balanza. La característica común entre estos compuestos es que todos son *organofosforados*, es decir, moléculas que contienen fósforo y carbono unidos directamente o por medio de un átomo de oxígeno.

TECNOLOGÍA ACTUAL

Es necesario hacer una precisión importante antes de seguir adelante. No basta con tener un compuesto químico tóxico, cualquiera que éste sea, para decir que se tiene un arma química, aunque desde luego se trata de la parte principal. Se requiere también de un medio para colocar el compuesto en el sitio deseado y dispersarlo. Por ello, la Organización para la Prohibición de las Armas Químicas dice que los compuestos y los medios de dispersión son los que constituyen las armas químicas, lo que tiene un significado legal importante.

Así, militarmente se pueden dispersar los compuestos químicos tóxicos por medio de piezas de artillería, mecanismos de fumigación, bombas de difusión, bombas de aviación, aerosoles y misiles dirigidos.



Por las propiedades altamente tóxicas de estos compuestos, se han desarrollado las *bombas binarias* para facilitar su manejo y hacerlo más seguro. Consisten en un proyectil cuya cámara interior se divide en dos compartimientos separados por una delgada membrana; cada área se llena con una de las materias primas empleadas para la fabricación del compuesto tóxico, y una de ellas lleva el catalizador necesario para facilitar la reacción. Al ser disparado el misil, la membrana se rompe con la fuerza del disparo y las sustancias se mezclan; el movimiento de la munición ayuda a que las sustancias se mezclen y así la síntesis química se efectúa en pleno vuelo. Se ha llegado a alcanzar un rendimiento del 90 por ciento o superior en vuelos de 50 segundos, lo que representa una efectividad tremenda que a veces no se consigue tratándose de la preparación de medicamentos. Curioso, ¿no?



Toma de muestra en una pieza de artillería.

SITUACIÓN INTERNACIONAL

A lo largo de la historia, varios países han manejado armas químicas. Los esfuerzos internacionales para su control y erradicación lograron, en la última década del siglo XX, la firma de la *Convención para el control de las armas químicas*, que entró en vigor en 1997. A siete años de vigencia, se han destruido más de siete millones de toneladas de armas químicas en los países que se han adherido a ella, lo que representa cerca del 20 por ciento del total declarado en el mundo. Y a eso hay que sumarle lo que pueda existir en países no partícipes de la Convención, de los que Irak es un ejemplo. Deberían eliminarse todas las armas químicas que existen en el mundo para el año 2007, pero ya se ve que será difícil alcanzar esa meta, ya sea por razones económicas, tecnológicas o estratégicas y políticas.

Como cabría esperar, de los países que han declarado poseer dicho armamento, los que más cantidad y diversidad tienen son Estados Unidos y Rusia, y son los que proporcionalmente han destruido menos, aun cuando parezca mucho al mencionar la cantidad. Ninguno de estos países ha destruido más del 20 por ciento de su arsenal, así que será difícil que lo hagan los países que faltan. En abril y mayo de 2003 se llevó a cabo la primera conferencia de revisión de la Convención, en donde la ciencia mexicana estuvo representada por el doctor José Luz González

Deberían eliminarse
todas las armas químicas
que existen en el mundo
para el año 2007,
pero ya se ve que será difícil
alcanzar esa meta

Chávez, de la Facultad de Química de la Universidad Nacional Autónoma de México, buscando encontrar salidas a los problemas que han entorpecido la destrucción. Pero falta tiempo y buena voluntad para ver resultados.

Irak, al no ser firmante de la Convención, y como resultado de las resoluciones del Consejo de Seguridad de las Naciones Unidas que se han emitido a raíz de la invasión de Kuwait en 1990, estuvo sujeto a otro régimen de desarme; la falta de cumplimiento y de entendimiento llevaron a la intervención armada de marzo de 2003.



Traje de protección total que consiste en una cápsula de una sola pieza. Pesa unos 14 kg y requiere de respirador autónomo con tanque de aire.

COROLARIO

Afortunadamente, la vocación decididamente pacifista de México como nación, al menos en el plano internacional, garantiza que en nuestro país no se realizará nunca trabajo científico orientado en la dirección que hemos descrito en estas páginas. Las iniciativas que en algún momento llevaron al prestigiado embajador don Alfonso García Robles a ganar el premio Nobel de la paz deben marcar la pauta para la política mexicana en estos ámbitos. Y como añadidura, deben marcar una línea para la investigación científica.

Sinceramente esperamos que el mundo se encuentre encaminado hacia la erradicación total y definitiva de este tipo de armas de la faz del planeta, para ofrecer mayor seguridad a todos quienes habitamos en él. Y esperamos también que la ciencia se dedique a cuestiones más constructivas que buscar métodos ingeniosos para acabar unos con otros.

Bibliografía

- Hank Ellison, D. (2000), *Handbook of Chemical and Biological Warfare Agents*, CRC Press.
- Price, R. M. (1997), *The Chemical weapons Taboo*, Cornell University Press.
- Ruiz, L. B. (2002), "Las armas químicas", *¿Cómo ves?*, No. 38, pp. 22-25.
- Ruiz, L. B. (2002) "Terrorismo y armas químicas", en Rosas, M. C. (coord.), *Cuando el destino nos alcance. Terrorismo, democracia y seguridad*, México, UNAM-Universidad Nacional de Australia-Editorial Quimera, pp. 229-272.

Benjamín Ruiz Loyola es químico y trabaja como profesor de tiempo completo en el Departamento de Química Orgánica de la Facultad de Química de la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM). Como divulgador es colaborador de la revista *¿Cómo ves?*, de la propia UNAM. Ha escrito y dictado conferencias sobre las armas químicas. En enero de 2003 fue seleccionado por la Organización de las Naciones Unidas para actuar como inspector de armas químicas en Irak, donde cubrió una breve estancia en marzo del mismo año, la que se interrumpió debido al inicio de los bombardeos sobre aquel país.
rloyola@servidor.unam.mx