

LOS AGENTES BIOLÓGICOS, LA AMENAZA BIOLÓGICA Y EL DERECHO INTERNACIONAL HUMANITARIO

Vicente OTERO SOLANA

Médico Neurólogo. Teniente Coronel. Cuerpo Militar de Sanidad
Miembro del Centro de Estudios de Derecho Internacional
Humanitario de la Cruz Roja Española

RESUMEN

Hay noticia del empleo en conflictos armados de todos los tiempos de agentes biológicos y tóxicos, pese al rechazo que su uso produce en todas las culturas.

La capacidad de generar enfermedades graves y determinadas características propias así como su comportamiento respecto al medio ambiente hace que algunos microorganismos, bacterias, virus, protozoos, hongos y otros, así como determinados productos de ellos o de plantas, las toxinas, sean utilizados como armas biológicas potenciales. Los laboratorios para esta clase de investigación no requieren instalaciones complejas.

Si la Medicina actual dispone de procedimientos diagnósticos y tratamientos eficaces para muchos de estos cuadros clínicos, por el contrario, en otros sólo es posible aplicar medidas de mantenimiento. Los equipos de protección individuales y colectivos utilizados en los conflictos son eficaces contra la acción de los agentes.

Los avances tecnológicos en Biología y en Ingeniería genética llevados a cabo en las últimas décadas han incrementado el problema por

la posibilidad de modificar e incluso crear nuevos microorganismos más resistentes al tratamiento e inducir mayor dificultad diagnóstica.

La normativa convencional vigente data de 1925 y 1972 y prohíbe taxativamente su uso, producción, almacenamiento y cooperación con otros países, si bien la Convención de 1972 presenta lagunas, sobre todo en los mecanismos de verificación y sanciones, sin que las Conferencias de examen llevadas a cabo hayan permitido acuerdos en estos puntos. Puede haber un desfase entre normas y avances técnicos en Biología, lo que constituye una seria preocupación para el Comité Internacional de la Cruz Roja.

1. INTRODUCCIÓN

Gran número de *Best Sellers* publicados en las últimas décadas del siglo xx describen la amenaza surgida por la creación o la modificación en laboratorio de un agente biológico que se pierde en accidente aéreo y es recogido por terroristas o chantajistas ¹ o que es diseminado, mediante ingeniosos dispositivos, en un aeropuerto, “metro”, ciudad o sobre un ejército, cuando no procede de alguna lejana nebulosa ² y que en todos los casos produce un gran impacto por cuanto es capaz de causar la muerte y/o incapacidad, más o menos duradera, de gran número de personas.

No es ficción, esto es posible hoy en el laboratorio y de forma no complicada. Hay sospechas, cuando no pruebas, de que estos agentes han sido dispersados en determinados medios para comprobar su efectividad, utilizando, eso sí, cepas inocuas para los seres vivos o al menos no excesivamente patógenas ³. Realmente, la variedad de agentes biológicos patógenos existentes en la naturaleza, para el hombre, animales, plantas y medio ambiente, ya microorganismos, ya toxinas, y por tanto capaces de producir gran número de enfermedades de por sí letales o incapacitantes, debería hacer superflua esta clase de investigación ⁴.

Pero, como siempre ocurre, la realidad supera a la ficción y la amenaza biológica es realidad auténtica merced a la realización de esta investigación científica llevada a cabo en determinados laboratorios como el de Fort Detrick en el estado de Maryland, Estados Unidos, o en

¹ C. CUSSLER, *Vixen 03*. Barcelona: Argos Vergara, 1980.

² M. CRICHTON, *La amenaza de Andrómeda*. Barcelona: Ediciones B, 1994.

³ J. MILLER, S. ENGELBERG y W. BROAD, *Guerra bacteriológica, las armas biológicas y la amenaza terrorista*, Capítulo 1, «Prueba con voluntarios del ejército usa y con presos voluntarios». Barcelona: Ediciones B, 2003.

⁴ K. J. ISSELBACHER, E. BRAUNWALD *et al.*, Harrison, principios de medicina interna: enfermedades infecciosas, vol. I. Nueva York: Interamericana-McGraw Hill, 1998, pp. 565 ss., 14.^a edición en español.

sus equivalentes de la ex Unión Soviética, de Zagorsk y Sverdlosk (antiguo Iekaterinenburgo) ⁵. Otros países, avanzados como Gran Bretaña y también en vías de desarrollo, disponen de laboratorios capaces de producir agentes biológicos naturales y modificados. La obtención de la materia prima necesaria no es difícil y el procedimiento de fabricación posterior está al alcance de un laboratorio de recursos medios.

Los manuales médicos sobre guerra biológica enumeran hasta treinta y seis agentes potencialmente utilizables como armas biológicas ⁶.

La preparación y la capacidad de reacción de las naciones y la coordinación internacional en respuesta a la amenaza no es la ideal. La contaminación simple de alimentos y agua en todas y cada una de las fases de elaboración y distribución no es complicada pese a las medidas activas y pasivas tomadas. El abastecimiento alimenticio en la costa este de los Estados Unidos se suspendió el 12 de septiembre de 2001, el “*día después*”, debido a que era la única forma de garantizar la seguridad plena.

2. ANTECEDENTES HISTÓRICOS

Históricamente se tiene noticia de la utilización, por diversos procedimientos, de material infectado para hacer daño al enemigo en conflictos de todos los tiempos ⁷. La contaminación deliberada de agua y alimentos y el uso de microorganismos, directamente o de sus toxinas, o de animales vivos con capacidad de generar sustancias tóxicas han sido usados en los conflictos pretéritos, al igual que la utilización de tejidos previamente inoculados con gérmenes patógenos o el favorecer, modificando las condiciones del entorno, la acción de vectores biológicos de transmisión. La exposición de indígenas en América a la acción de gérmenes patógenos ocurrió durante las primeras fases de la Conquista y colonización por España. Dado que nunca habían estado expuestos a estos gérmenes, la mortalidad fue alta, pero nunca se hizo de forma deliberada: fue una consecuencia del proceso de inmunización.

La peste, el cólera, la viruela y la fiebre amarilla, figuran entre las enfermedades cuyos microorganismos productores han sido elegidos, y siguen siéndolo en su mayoría, a lo largo de todos los tiempos.

⁵ J. MILLER, S. ENGELBERG y W. BROAD, *Guerra bacteriológica, las armas biológicas y la amenaza terrorista*, Capítulo 1, «Creación del Centro de Estudios Secreto de los Estados Unidos en Fort Detrick, Maryland». Barcelona: Ediciones B, 2003.

⁶ Nato: Handbook on the Medical aspects of NBC defensive operations. amedp- 6(c). part II, biological. Annex A: «Medical classification of potential bw agents», p. a-1, febrero 2003.

⁷ «NBQ. La triple amenaza», *Revista Defensa. Armas biológicas*, extra núm. 64, Madrid, Edefa, noviembre 2002.

Se pueden distinguir tres etapas en la historia, a saber: la inicial, el siglo xx y después de 2001 ⁸.

La etapa inicial abarca desde tiempos pretéritos hasta el fin del siglo xix. El procedimiento se puede calificar de artesanal y los métodos utilizados fueron la contaminación deliberada de agua y alimentos, el uso como, y en, armas de microorganismos y animales tóxicos vivos, los tejidos impregnados previamente y la modificación del entorno.

En cuanto a la contaminación deliberada de agua y alimentos, los productos más utilizados para contaminar pozos, fuentes, ríos, graneros y alimentos en general, eran estiércol y cadáveres en descomposición o infectados de peste o viruela. Éstos eran introducidos en el lugar a contaminar, e incluso en algunos asedios se lanzaban con catapultas, sembrando el pánico entre los defensores. Tal fueron los casos de la batalla de Tortona en el siglo xii, en el sitio de Kaffa, en Crimea durante el siglo xiv y, más cercano a nuestro tiempo, en el asedio de Reval (Tallin, Estonia) por el ejército ruso en 1710.

En este sentido, también se usaban humos pestilentes producidos por combustiones diversas, de cadáveres o de animales detestados por diversas culturas como el cerdo, que aprovechando la dirección del viento, se dispersaban hacia el enemigo a batir.

Por lo que atañe al uso en armas y de animales con capacidad tóxica vivos, la impregnación de flechas, lanzas y espadas con estiércol o con material de cadáveres en avanzado estado de descomposición o infectados de viruela o peste constituía el método de elección en esta etapa ⁹. Así, Aníbal utilizó recipientes de cerámica repletos de serpientes venenosas que lanzó por medio de catapultas en la batalla naval de Eurymedon para vencer al rey Eumenes de Pérgamo en el año 190 a. C.

Respecto a los tejidos impregnados, utensilios y vestimentas previamente impregnados de material contagioso como cólera, peste, viruela, donados después generosamente a la población a la que se quería afectar, fue un procedimiento que Gran Bretaña y Francia utilizaron para la lucha contra tribus indias del Canadá en el siglo xviii, cuyas poblaciones, nunca expuestas antes a estos gérmenes, fueron rápidamente diezmadas. En Estados Unidos, durante la guerra de Secesión, 1861-1865, un Oficial médico perteneciente a la Confederación fue acusado de intentar introducir ropas infectadas de fiebre amarilla en el campo enemigo.

⁸ A. AGUILERA, *Tcol veterinario. "Bioterrorismo alimentario"*. Barcelona: Asociación catalana de investigación alimenticia, 2002.

⁹ «NBQ. La triple amenaza», *Revista Defensa. Armas biológicas*, extra núm. 64, Madrid, Edefa, noviembre 2002.

Finalmente, por lo que concierne a la modificación del entorno, como era conocida la relación entre agua, mosquitos y enfermedades, algunos ejércitos recurrieron a la inundación previa de zonas con el fin de desencadenar epidemias para posteriormente ocupar el territorio de forma más fácil. La malaria o paludismo es un buen ejemplo en este sentido y es lo que hizo el ejército napoleónico en Mantua.

En el siglo xx comienza la etapa científica, el desarrollo, artesanal primero e industrial después, de la producción masiva de determinados microorganismos para su utilización como armas biológicas.

La primera guerra mundial, 1914-1918, fue el escenario de experimentación de este tipo de armas, aunque, sin duda, fueron las armas químicas las que se utilizaron masivamente en esta contienda ¹⁰.

Diversos agentes biológicos fueron desarrollados por Alemania, como *Bacillus Anthracis*, *Yersinia Pestis* y *Vibrium Colerae*, así como diversos agentes fitopatógenos para afectar a cosechas, fundamentalmente trigo, y zoopatógenos como el muermo para infectar a los caballos del Ejército francés. De cualquier manera no está clara su utilización efectiva.

Durante la segunda guerra mundial, 1939-1945, se utilizaron agentes biológicos en la guerra preliminar entre Japón y China en Manchuria (1940), al dispersar, por fumigación aérea, *Yersinia Pestis* sobre la ciudad de Ningpo, causando cerca de quinientos muertos. El *Escuadrón 731* del ejército japonés en su base de Manchuria, realizó investigaciones secretas, utilizando prisioneros de guerra chinos en su mayoría, pero también norteamericanos. Los *cobayas humanos* fueron expuestos a la *peste*, *ántrax*, *sífilis*, entre otros agentes y la observación abarcaba desde el contagio a la autopsia. A los responsables máximos, como el General Shiro Ishii y sus colaboradores inmediatos, a cambio de su ayuda a Estados Unidos en este campo, se les garantizó inmunidad. Sólo ocho médicos y enfermeras japoneses fueron condenados entre otros hechos por haber viviseccionado a pilotos norteamericanos ¹¹. Por su parte, Estados Unidos había creado en 1942 un Servicio de Investigación para la Guerra que trabajó con *ántrax* y *toxina botulínica* ¹².

El periodo denominado como “*guerra fría*” conoció un gran desarrollo de la investigación biológica entre las décadas de los cincuenta a

¹⁰ D. MARTÍNEZ, Ctan. jurídico. Profesor del CEDIH. Cruz Roja Española. “Armas químicas”. II Master sobre Derecho internacional humanitario, CEDIH. Cruz Roja Española. noviembre 2002.

¹¹ J. MILLER, S. ENGELBERG y W. BROAD, *Guerra bacteriológica, las armas biológicas y la amenaza terrorista. La unidad 731 del ejército japonés en Manchuria durante la segunda guerra mundial*. Barcelona: Ediciones B, 2003.

¹² «NBQ. La triple amenaza», *Revista Defensa. Armas biológicas*, extra núm. 64, Madrid, Edefa, noviembre 2002.

ochenta del pasado siglo. Fort Detrick, del estado de Maryland en Estados Unidos, era el centro secreto donde se realizaron investigaciones con los agentes biológicos antes mencionados y donde se llevó a cabo su posterior almacenamiento. Un total de 465 científicos, en una o varias ocasiones, fueron imprevistos *cobayas humanos* por errores de manipulación y hubo tres víctimas mortales. En sucesivas ocasiones, diversos agentes biológicos manipulados, de menor patogenicidad de la habitual, fueron dispersados en aeropuertos, metro y en ciudades para demostrar su vulnerabilidad, utilizando diversos artilugios como maletines perforados, paraguas lanzadores o bombillas repletas de material infectivo ¹³.

Había convencimiento (posible por la desertión a Occidente del responsable del programa de investigación soviético denominado Biopreparat, Victor Pasechnik) de que en la entonces URSS se desarrollaban planes similares pero en mayor escala hizo que se incrementara en Estados Unidos el presupuesto en este campo. El programa Biopreparat tenía sus sedes en Zagorsk cerca de Moscú y en Sverdlovsk en Siberia. Un escape de ántrax en esta localidad en 1979, causó cerca de 100 muertos, pero oficialmente no se reconoció y se comunicó que la causa era la ingesta de carne en mal estado ¹⁴.

La URSS fue acusada de utilizar *micotoxinas* causantes de la “lluvia amarilla” en el Sudeste asiático en los conflictos de 1950 a 1980; sin embargo no se demostró su implicación incluso después del pertinente estudio por científicos norteamericanos ¹⁵.

De 1980 a 2000 se asiste a la utilización en Estados Unidos y en Japón de agentes biológicos por grupos terroristas o sectas. En 1984, en el estado de Oregón, los miembros seguidores de la secta del *gurú Rajneesh*, produjeron 751 casos de *Salmonellosis*, aunque no hubo víctimas mortales. Fue el primer uso masivo de un agente biológico de carácter terrorista. El laboratorio del rancho de la secta no había tenido que ser registrado por su pequeño tamaño e inicialmente no se pudo inculpar a nadie por falta de pruebas. La llegada, desde Fort Detrick, del investigador Bill Patrick, y su hallazgo de un incubador de bacterias en el laboratorio del rancho, fue definitivo para cerrar el caso, porque ¿qué hacía un incubador de bacterias en un laboratorio médico?

¹³ J. MILLER, S. ENGELBERG y W. BROAD, *Guerra bacteriológica, las armas biológicas y la amenaza terrorista*, Capítulo 2, «El guerrero, historia de Bill Patrick, científico de Fort Detrick». Barcelona: Ediciones B, 2003.

¹⁴ J. MILLER, S. ENGELBERG y W. BROAD, *Guerra bacteriológica, las armas biológicas y la amenaza terrorista*, Capítulo 3, «Revelaciones. fuga y revelaciones de V. Pasechnik, director del programa Biopreparat, de la URSS sobre guerra biológica a agentes norteamericanos». Barcelona, Ediciones B, 2003.

¹⁵ J. MILLER, S. ENGELBERG y W. BROAD, *Guerra bacteriológica, las armas biológicas y la amenaza terrorista*, Capítulo 3, «Revelaciones... Barcelona: Ediciones B, 2003.

Años más tarde, en 1995, se dispersa polvo de *ántrax* en Tokio y *ricina* en el estado de Minnesota. En Ohio, 1996 se esparce *Yersinia Pestis* utilizando el correo.

Se conocía la posesión por Irak de agentes biológicos. Eran adquiridos en el *American Type Culture Collection*, empresa con sede en el estado de Maryland, que alberga la mayor colección de cepas de gérmenes del mundo y es considerada una biblioteca mundial por dedicarse al préstamo de cepas a los científicos de todo el mundo cuando iniciaban sus investigaciones. En 1986, Irak había adquirido varios gérmenes y toxinas, entre ellos tres tipos distintos de *ántrax*, cinco variantes de *botulismo* y tres clases de *Brucellas*, disponiendo de vectores para su dispersión. Estas compras se repitieron a lo largo de los años ochenta mediante empresas de importación-exportación general, incluyendo en 1988, una cepa de *ántrax*, la 11966, desarrollada en Fort Detrick! Nadie prohibió en aquel momento las ventas hasta que el Servicio Secreto norteamericano lo sugirió en 1989. La Primera Guerra del Golfo en 1991, evidenció la existencia en poder de Irak de vectores no biológicos, misiles, proyectiles de artillería, dispersores por fumigación, tanques acoplables a aviones, cargados en ocasiones con armas biológicas y químicas ¹⁶.

Por último, después de 2001, la percepción de un gran peligro por el uso de agentes biológicos, modificados o no, por grupos terroristas, es real después del 11 de septiembre de 2001. El temido *ántrax* es utilizado en varios estados de la Unión mediante el correo postal produciendo varias víctimas mortales. Funcionarios del Capitolio, trabajadores de correos y de medios de comunicación fueron víctimas de estos atentados (veintitrés casos) produciendo ello auténtico pánico en la población. Se disparó la adquisición de mascarillas, máscaras antigás y sistemas de precintado de puertas y ventanas en Estados Unidos. Las compañías de seguros evalúan en facturas billonarias los daños que causaría la utilización de un agente biológico en una ciudad de tamaño medio.

En 2003 y con el proclamado objeto de inutilizar las armas de destrucción masiva, químicas y biológicas, que se suponía tenía almacenadas Irak, se inicia la segunda guerra del Golfo. Hasta el momento, no se ha encontrado ninguna.

3. DEFINICIONES

Es necesario familiarizarse y conocer algunos aspectos de las enfermedades infecciosas, para lo que es imprescindible definir una serie de

¹⁶ J. MILLER, S. ENGELBERG y W. BROAD, *Guerra bacteriológica, las armas biológicas y la amenaza terrorista*, Capítulo 4, «Saddam». Barcelona: Ediciones B, 2003.

términos técnicos, muy usados en la práctica médica y que serán mencionados a lo largo de la posterior exposición ¹⁷.

— *Enfermedad infecciosa*: Todo cuadro producido por un agente infeccioso o una toxina.

— *Agente infeccioso*: Microorganismo capaz de producir una infección.

— *Aislamiento*: Separación de enfermos infectados de otros infectados.

— *Contacto*: Persona que ha sufrido exposición a un enfermo infectado.

— *Cuarentena*: Restricción de actividades de personas sanas que han estado en contacto durante el periodo de incubación de una enfermedad infecciosa.

— *Endemia*: Presencia en una zona geográfica determinada de un agente infeccioso o una enfermedad infecciosa.

— *Epidemia*: Manifestación de un grupo de casos de una enfermedad infecciosa que excede a la incidencia esperable.

— *Incidencia*: Tasa entre el número de casos nuevos de una enfermedad en un periodo determinado y el número de personas de la población que ocurre (se expresa en casos por 1000 o 100.000 habitantes/año).

— *Inmunidad*: Estado de resistencia a la enfermedad infecciosa causado por la presencia de anticuerpos o células que poseen acción específica contra los microorganismos. Es *pasiva* si se obtiene por administración de anticuerpos específicos (gammaglobulina antitetánica) o de forma natural (a través de la madre) y *activa* cuando se produce por la administración de fracciones o productos de un agente infeccioso, en este caso el organismo reacciona y produce él mismo los anticuerpos (vacunación o inmunoprofilaxis activa).

— *Morbilidad*: Tasa entre el número de personas de población determinada que enferma en un periodo específico.

— *Mortalidad*: Número de defunciones ocurridas en una población en un periodo determinado, generalmente un año.

— *Pandemia*: Epidemia que ocurre en zonas geográficas muy alejadas y extensas.

— *Portador*: Persona que alberga un agente infeccioso sin presentar signos de la enfermedad.

— *Reservorio*: Seres o lugares donde viven y se reproducen los agentes infecciosos en espera de la transmisión.

— *Resistencia*: Mecanismos corporales que sirven de defensa contra la invasión o multiplicación de agentes infecciosos o toxinas.

¹⁷ A. S. BENENSON, *El control de las enfermedades transmisibles en el hombre* 20.^a, 1998. Organización Mundial de la Salud o Panamericana de la Salud.

— *Zoonosis*: Enfermedad transmisible de forma natural entre los animales y el hombre.

Estos términos técnicos son utilizados de forma habitual en tratados de Medicina, de Organizaciones internacionales de carácter sanitario y en los manuales de uso en la Sanidad de las Fuerzas Armadas de cualquier país y organización defensiva internacional. En estos últimos y en relación con la guerra biológica, es preciso ampliar esta terminología, y, por ello, se reúnen y detallan definiciones específicas, exclusivas, de algunos conceptos imprescindibles para el desarrollo del tema a saber ¹⁸:

— *Agente biológico*: Microorganismo o toxina derivada de él que causa enfermedad en el hombre, los animales y las plantas y que puede deteriorar el medio ambiente y el material.

— *Ataque biológico*: Empleo de agentes biológicos para causar enfermedad en hombres, animales y plantas y que puede deteriorar el medio ambiente y el material.

— *Defensa biológica*: Métodos, procedimientos, equipos y planes usados para establecer medidas defensivas contra un ataque biológico

— *Arma biológica*: Material o vector que proyecta, disemina o dispersa un agente biológico.

— *Toxina*: Sustancia tóxica o venenosa producida o derivada de plantas, animales o microorganismos que puede ser alterada por manipulación química.

4. CARACTERÍSTICAS GENERALES DE LOS AGENTES BIOLÓGICOS

Las características intrínsecas, es decir, las propiedades de los agentes biológicos son determinantes para su elección como armas biológicas. Todos los microorganismos vienen definidos por una serie de factores ^{19, 20}:

— *Patogenicidad*: Capacidad de causar enfermedad en un sujeto susceptible.

— *Infectividad*: Número de microorganismos necesarios para producir infección en sujeto susceptible: los patógenos con alta infectividad precisan un número relativamente pequeño de microorganismos.

¹⁸ Nato: Handbook on the Medical aspects of NBC defensive operations, amedp- 6(c), part II, biological. C. 1, «Definitions», Section 1-1, febrero 2003.

¹⁹ Nato: Handbook on the Medical aspects of NBC defensive operations, amedp- 6(c), part II, biological. C 1, Factors influencing use of ba. Section 1-2, febrero 2003.

²⁰ A. S. BENENSON, *El control de las enfermedades transmisibles en el hombre* 20.^a, 1998. Organización Mundial de la Salud o Panamericana de la Salud.

— *Virulencia*: Gravedad de la enfermedad producida por el agente.
 — *Toxicidad*: Concepto similar a virulencia empleado para las toxinas. Es dosis dependiente.

— *Periodo de incubación*: Tiempo que transcurre entre la exposición al agente y el comienzo de la enfermedad. Influyen la dosis inicial, virulencia, vía de entrada, tasa de replicación (o multiplicación) y factores inmunológicos del huésped.

— *Periodo de latencia*: Concepto similar a periodo de incubación utilizado para toxinas.

— *Transmisibilidad*: Forma de transmitirse la enfermedad, puede ser *directa*, es decir la transferencia inmediata del agente infeccioso a una puerta de entrada receptiva. Puede ser de persona a persona o exposición de puerta susceptible a objetos o polvo infectados, e *indirecta*, cuando se realiza a través de uno de los siguientes mecanismos:

- Por medio de un vehículo de transmisión: Objetos o materiales contaminados en contacto con puertas apropiadas del organismo (ropas, juguetes, instrumentos quirúrgicos, utensilios...).

- Por intermedio de un vector: Se llama *mecánico* si el insecto, artrópodo u otro ser vivo, simplemente traslada el material infeccioso a contactar con el huésped y es *biológico*, si es necesaria una transmisión por saliva durante la picadura o por depósito en la piel de material capaz de penetrar ésta.

- Por medio del aire: Por *gotillas y otras partículas* conteniendo material infectado o por *aerosoles*, que son suspensiones aéreas de partículas constituidas, en mayor o menor medida, por microorganismos. Estas partículas pueden permanecer suspendidas en aire durante mucho tiempo o descender a tierra y por viento o haber removido el terreno, re-aerosolizándose. Han de ser de pequeño tamaño para poder llegar a los alvéolos.

— *Tasa de letalidad*: Número de fallecimientos con relación al número de bajas o enfermos.

— *Estabilidad*: Viabilidad del agente biológico respecto a factores ambientales como temperatura, humedad, luminosidad o polución.

— *Dosis infectiva*: Dosis necesaria de microorganismo necesaria para infectar. Se usa la dosis infectiva media que es la cantidad necesaria para lograr la infección en el 50 por 100 de la población expuesta.

— *Dosis letal*: Utilizada para toxinas, dosis precisa para causar la muerte.

La elección del agente biológico estará basada, pues, en la elección de una combinación de las “*mejores*” propiedades, es decir de todas aquellas que sean capaces de producir más daño, de los microorganismos o de realizar una adecuada mezcla de los mismos.

En cuanto a los factores de dependencia, son en extremo importantes para el desarrollo y supervivencia de los agentes biológicos. La dependencia del medio físico es un gran handicap para los agentes biológicos, hasta el extremo que pueden decidir su utilización o no. Cuatro factores, viento, humedad, temperatura y luminosidad, van a determinar la supervivencia del agente o su destrucción, pese a que determinadas formas, como las esporas del *ántrax*, tienen una resistencia elevada al medio si es diseminado en forma de polvo ²¹.

Viento: Favorece la dispersión y la concentración del agente. Puede hacer que la concentración sea ineficaz o, por el contrario, que la dispersión alcance un gran área con una concentración adecuada, pero constituye un arma de dos filos, dado que puede, en un momento dado, volverse en contra de los que lo han diseminado.

Humedad: Los microorganismos resisten y se desarrollan mejor con humedad alta, en torno al 85 por 100 es la ideal. Los ambientes secos no son propicios para estos agentes.

Temperatura: Las bajas temperaturas, entre 0° y 10° C, son las preferidas para la conservación de los agentes biológicos. Temperaturas superiores a los 40° C significan su destrucción.

Luminosidad: La penumbra, la media luz, la noche, representan el escenario perfecto para los agentes.

¿Qué medio es el idóneo para la actuación de los microorganismos? El marino. Posee la humedad, el viento y la temperatura ideales. El problema es la localización del blanco, generalmente un buque, móvil y en alerta.

Las vías de entrada posibles para los agentes biológicos son por inhalación, por ingesta o a través de una herida o por las mucosas, de un microorganismo en el cuerpo humano utilizadas bien directamente por el agente, bien a través de un vector, biológico o no biológico ^{22, 23}.

Inhalación: Es la vía que ofrece el mayor riesgo por la retención de partículas en los alvéolos ante exposiciones por acumulación. Las partículas han de ser de un tamaño comprendido entre 0.5 y 5 micrones (un micrón equivale a 10 elevado a 9 milímetros) para su inhalación sin la oposición de los sistemas defensivos del tracto respiratorio alto, ya que

²¹ «NBQ. La triple amenaza», *Revista Defensa. Armas biológicas*, extra núm. 64, Madrid, Edefa, noviembre 2002.

²² K. J. ISSELBACHER, E. BRAUNWALD *et al.*, *Harrison, Principios de medicina interna*, vol. I, pp. 565 ss., «Enfermedades infecciosas». Nueva York: Interamericana-McGraw Hill, 1998. 14.^a edición en español.

²³ «NBQ. La triple amenaza», *Revista Defensa. Armas biológicas*, extra núm. 64, Madrid, Edefa, noviembre 2002.

las partículas de tamaños más altos, de 20 micrones o superiores, son filtradas y detenidas sin problemas en este tramo del Aparato Respiratorio. Es la vía más peligrosa para el hombre.

Ingesta: El agua y los alimentos pueden resultar contaminados deliberadamente o de forma accidental durante un ataque biológico y su consumo producir enfermedades diversas.

Dérmica: La piel intacta es una excelente barrera de contención de agentes biológicos, pero las mucosas, la conjuntiva ocular y la piel con solución de continuidad, por heridas abiertas o escaras, son una vía fácil de penetración para los microorganismos, que causarán una afección local o general. Los vectores al romper la barrera cutánea, son otra forma de introducción del agente en el organismo.

Por lo que respecta a los *mecanismos de transmisión*, la diseminación de los agentes biológicos y la infección consiguiente se realiza mediante vectores, es decir, mecanismos de transporte. El producto biológico puede encontrarse en forma líquida o en la más estable y eficaz forma de polvo en suspensión. Más arriba se han detallado las formas de transmisión naturales, directa e indirecta. Aquí se ciñe el texto a los vectores y se consideran de dos clases, biológicos y no biológico ²⁴.

Vectores biológicos: Diversos seres vivos como artrópodos e insectos como mosquitos, garrapatas, piojos, pulgas o chinches, son parasitados por microorganismos que se introducen a través de aquéllos en el organismo humano por depósito en la piel o, lo que es más frecuente, por picadura. De esta forma se transmite un gran número de enfermedades. La malaria o paludismo (mosquito *Anopheles*), fiebre amarilla (*Aedes aegypti*), las encefalitis equina del este, del oeste, venezolana, boliviana y la fiebre hemorrágica del Rift, se transmiten por esta vía.

Pájaros, roedores y monos son también vectores biológicos de gran número de enfermedades, ya sea por contacto o mordedura.

Todos los anteriores son reservorios de agentes infecciosos en zonas endémicas.

Por último, el hombre tiene capacidad para ser portador e infectar a otros por contacto o por inhalación de material infeccioso.

Vectores no biológicos: Variosartilugios creados por el hombre sirven como mecanismos de transporte para los agentes biológicos hacia las zonas de diseminación. Entre ellos se pueden citar:

²⁴ Nato: Handbook on the Medical aspects of NBC defensive operations, amedp- 6(c). part II, biological. C. 1, «Disemination», Section 1-5, febrero 2003.

— *Armas convencionales*: Obuses de artillería, bombas de aviación, granadas de mortero o misiles especialmente diseñados y equipados de gran alcance (estratégicos) o de alcance menor (tácticos), son utilizados para transportar los agentes biológicos. Se consigue trasladar a distancia suficientemente segura el proceso de diseminación.

— *Fumigación*: Desde el aire, con aparatos a los que se acoplan tanques especiales. Es importante la limpieza del avión a su regreso y antes de la salida del piloto.

— *Aviones no tripulados*.

— *Sabotajes*: de sistemas de almacenamiento y conducción de agua, del proceso de fabricación, transporte y almacenaje de alimentos.

— *Aerosoles*: Es el sistema ideal para lograr objetivos. Los sistemas por aerosoles liberan partículas que no son retenidas en el aparato respiratorio alto debido a su pequeño tamaño, comprendido entre 0.5 y 10 micrones de diámetro, consiguiendo que permanezcan mucho tiempo en suspensión y puedan ser inhaladas en dosis suficiente para producir cuadros muy graves, que se presentan con una sintomatología diferente a la habitual, dado que la vía de entrada y la cantidad de microorganismo difieren del cuadro natural.

— *Generadores de aerosoles*: Capaces de superar técnicamente a los aerosoles habituales.

Los niveles de riesgo, el peligro, el desafío, que supone un ataque biológico para el personal expuesto variarán significativamente en relación al tiempo y lugar y dependiendo de la naturaleza del sistema de diseminación empleado. Se distinguen ²⁵:

— *Ataque en el objetivo*: Obliga al personal a adoptar antes y durante más tiempo sistemas de protección (respiratoria) y a realizar profilaxis ulterior. Tres fases:

- *Aerosol primario*: Su uso obliga a utilizar los sistemas de protección individuales y colectivos y a hacer tratamiento y / o profilaxis farmacológica. Las condiciones de zona contaminada pueden persistir mucho tiempo, abarcar una gran extensión de terreno que estará en relación a los fenómenos atmosféricos (viento, temperatura...) concomitantes.

- *Contaminación residual*: De difícil determinación en cuanto a severidad y a extensión, obligará a extremar las precauciones y a utilizar equipos de protección y medidas de tratamiento / profilaxis durante tiempo.

- *Reaerosolización*: La contaminación residual puede originar por los movimientos de vehículos y personal un fenómeno de nuevo efecto aerosol. Difícil determinación.

²⁵ Nato: Handbook on the Medical aspects of NBC defensive operations, amedp- 6(c). part II, biological. C. 1, «Disemination», Section 1-5, 6 y 7, febrero 2003.

— *Fuera del objetivo*: Obliga a adaptar las mismas medidas que en objetivo, pero atenuadas por la distancia y por la concentración del agente biológico. De igual manera, se contemplan las tres fases, aerosol primario, contaminación residual y re-aerosolización.

— *Fases de incubación y de latencia*: Después de la exposición al agente biológico o a la toxina, puede haber un intervalo de tiempo libre de síntomas no fácil de cuantificar antes de la aparición de los primeros casos. Entre las medidas defensivas a tomar estaría el restringir los movimientos del personal y vehículos; otra posibilidad sería controlar los contactos entre humanos y animales para prevenir zoonosis.

En el caso de uso de toxinas, el periodo dependerá del agente, de la dosis y de la ruta de exposición.

— *Vigilancia animal*: se trata de vigilar el posible aumento de enfermedades y muerte de animales.

Por último, *las dificultades epidemiológicas*, la primera pregunta ante la aparición en una zona de previsible ataque biológico es si nos enfrentamos a un cuadro natural, a una epidemia o si se trata de un ataque biológico real. La respuesta desde el punto de vista médico no es habitualmente fácil. Es evidente que si en una capital europea se desencadena un número muy considerable de casos de encefalitis equina venezolana (enfermedad que no se presenta en estas ciudades salvo en casos muy esporádicos y que se explican por viajes previos a zonas endémicas), la sospecha de un ataque biológico es absoluta, pero puede ocurrir que en una zona donde sea endémica se produzca súbitamente un aumento significativo de casos y en esta circunstancia la pregunta es real, es angustiosa ¿ataque biológico o epidemia?

Afortunadamente, una serie de signos clínicos, de circunstancias no habituales, de excepciones, introducen la duda, la sospecha. Estos signos son considerados *indicadores de ataque*²⁶ y ayudan a catalogar el fenómeno sospechoso. Como principales *indicadores de ataque*:

— *Curva epidémica corta*: Las epidemias se desarrollan siguiendo unos parámetros de tiempo, pues la afectación puede durar días o semanas hasta el pico de máxima incidencia. Si es un ataque biológico, esta curva se acorta y tan sólo puede durar días e incluso horas.

— *Incremento de la morbilidad y mortalidad*: Se conoce de forma bastante exacta la morbilidad (tasa que expresa la incidencia, el número de personas que enferma en un determinado espacio de tiempo) y la mortalidad (número de defunciones ocurridas en la población durante un periodo determinado) de las enfermedades infecciosas. Un incre-

²⁶ Nato: Handbook on the Medical aspects of NBC defensive operations, amedp- 6(c). part II, biological. C. 1, «Epidemiology», Section 2-3 y 4, febrero 2003.

mento no explicable en ambas haría pensar en un ataque como productor del cambio.

— *Ausencia de parámetros en el entorno*: No sería normal la aparición de vectores en áreas no habituales, como mosquitos transmisores de fiebre amarilla en zonas frías del hemisferio norte. La sospecha sería inmediata.

— *Síntomas inusuales en el marco de una enfermedad conocida*: La sintomatología de las afecciones infecciosas es médicamente bien conocida. La aparición de un síntoma inusual en una enfermedad conocida estaría indicando una manipulación genética.

— *Aparición en diferentes lugares de enfermedades inusuales*: Un incremento de casos no explicables en zonas no endémicas resultaría significativo.

— *Distribución en dirección del viento*: Explicaría la diseminación por aerosol o por fumigación.

— *Muerte incrementada de animales*.

— *Aparición en zonas de aire acondicionado o de ventilación*: Zonas idóneas para un ataque biológico ya que produciría un gran número de víctimas.

— *Descubrir los sistemas de diseminación*: Indicador definitivo de certeza.

5. CRITERIOS DE EMPLEO

Las armas biológicas se pueden considerar únicas en su capacidad potencial de producir un gran número de bajas en un área requiriendo un mínimo operativo logístico y siendo muy difícil su detección, ya que la confusión con procesos de índole natural puede ser habitual.

Las naciones avanzadas constituyen un blanco fácil para la utilización por terroristas de armas biológicas. Las ventajas económicas de su utilización son evidentes. En el cuadro siguiente se muestra el coste expresado en dólares de producir el mismo daño en un kilómetro cuadrado, según se utilicen las diferentes armas ²⁷:

Convencionales	2.000 \$
Nucleares	800 \$
Químicas	600 \$
Biológicas	1\$

²⁷ «NBQ. La triple amenaza», *Revista Defensa. Armas biológicas*, extra núm. 64, Madrid, Edefa, noviembre 2002.

Las amenazas que las armas biológicas producen provienen de la utilización bélica, terrorista y accidental.

El empleo, como arma estratégica o táctica, en un conflicto es, sin duda, el menos probable, por una serie de factores que influyen en el comportamiento de las propias armas y que se enumeran en las ventajas e inconvenientes de uso y los lugares de empleo. De cualquier forma, es obvio que interesa causar al enemigo más incapacidad en su personal, con el consiguiente empleo de recursos humanos y materiales para su atención, que mortalidad en sí.

Su uso por grupos terroristas es más posible por la limitación del objetivo, la cantidad utilizada y por carecer de efectos secundarios respecto a los promotores de la acción, puesto que éstos abandonan rápidamente el lugar.

El accidente en un laboratorio o lugar de almacenamiento de productos biológicos o su mala conservación es la posibilidad más certera de utilización, sin olvidar los sabotajes en este tipo de instalaciones.

No hay que olvidar los denominados incidentes “*ROTA*”, siglas en inglés de “*Otros Incidentes Distintos de Ataque*”. Sabotajes, accidentes, desastres naturales como terremotos y efectos colaterales de bombardeos pueden causarlos. Fábricas de productos químicos o farmacéuticos, centrales nucleares, laboratorios biológicos, edificios singulares o inteligentes alcanzados por error o secundariamente afectados pueden producir la diseminación de diferentes productos que afecten a la población general. Las radiaciones de baja intensidad, presentes en muchos aparatos, por otro lado imprescindibles para el funcionamiento de la sociedad moderna y destruidos de forma accidental, una vez liberadas pueden causar daño físico al organismo. La mezcla de estas radiaciones, de productos tóxicos, nucleares, químicos y biológicos y su efecto sobre un área metropolitana puede ser catastrófica para los habitantes y el futuro de la zona ^{28, 29}.

La elección de un agente biológico como arma está mediada por una serie de factores a tener en cuenta, con el objeto de conseguir la máxima eficacia con el menor esfuerzo y peligro para los propios manipuladores y evitar efectos secundarios ulteriores —sufrir sus efectos— para el bando que ha diseminado el producto. Entre los factores que van a determinar los criterios de empleo propiamente dichos se encuentran los siguientes:

²⁸ L. VILLALONGA, gb médico. «Los riesgos sanitarios en un mundo global. La guerra NBQ». El Escorial: Fundación General UCM. Cursos de verano, 2002.

²⁹ «NBQ. La triple amenaza», *Revista Defensa. Armas biológicas*, extra núm. 64, Madrid, Edefa, noviembre 2002.

- Ventajas de uso.
- Inconvenientes de uso.
- Lugares idóneos de utilización.
- Propiedades de los agentes biológicos.

Ventajas de uso:

- Capacidad de alto potencial incapacitante y/o letal con pequeña cantidad de agente biológico.
- Capacidad de autorreproducción.
- Dificultad de detección.
- No produce daños en el material.
- Causa confusión.
- Produce impacto psicológico.
- Asegura el temor y el pánico.
- Influye en la moral.
- Economía.

Inconvenientes de uso:

- Dificultad de predecir el comportamiento dadas las dependencias ambientales.
- Posibilidad de persistencia con formas estables que harán difícil y peligrosa la zona afecta.
- Capacidad de transformar la zona y hacerla inhabitable.
- Dificultad de establecer el periodo de incubación-latencia.
- Rechazo generalizado por la Sociedad.

Lugares idóneos de utilización:

- Las armas biológicas pueden ser utilizadas como se ha descrito con fines bélicos o terroristas.
- Los lugares donde su efecto será más devastador lo constituyen aquellos que reúnan las condiciones de escasa amplitud, confinadas, con sistemas de ventilación o de acondicionamiento de aire centralizados y de escasa y difícil ventilación.
- Aeropuertos, puertos, transportes subterráneos, centros de ocio y de compra y en el ámbito militar centros de mando y cuarteles reúnen las condiciones anteriores descritas, ideales para que la efectividad de las armas biológicas sea lo más completa posible.

Propiedades de agentes biológicos:

- Uso previo y contrastado como arma.
- Causar alta morbilidad, mortalidad y letalidad.
- Capacidad de alta transmisibilidad.
- Efectos con baja dosis infectiva o tóxica.
- Resistencia a factores ambientales.

La suma, y experta combinación, de las ventajas e inconvenientes de uso, el lugar idóneo de empleo y las características íntimas del agente, constituirán los *criterios de empleo* de los agentes biológicos ideales para ser utilizados como armas biológicas. A modo de resumen, serán, entre otros ³⁰:

- Uso anterior como arma.
- Causar graves efectos sanitarios y socio económicos, debiendo emplear grandes recursos.
- Inexistencia de equipos individuales y colectivos de protección.
- Inexistencia de inmunoprofilaxis.
- Inexistencia de tratamiento adecuado.
- Causar alta morbi-mortalidad y letalidad.
- Precisar baja dosis infectiva.
- Tener alta transmisibilidad.
- Ser fácilmente producible y diseminable.
- Ser estable en el ambiente.
- Poseer breve periodo de incubación (aunque este aspecto pueda ser modificable según el medio de diseminación y la dosis).
- Causar dificultad diagnóstica inicial.

6. CLASIFICACIÓN DE LOS AGENTES BIOLÓGICOS

Los microorganismos y toxinas existentes en la naturaleza poseen características que han sido bien definidas y catalogadas. La Microbiología y la Parasitología constituyen la especialidad médica que se ocupa de su estudio a nivel de laboratorio. Una rama de la Medicina Interna, Medicina infecciosa, lo hace a nivel clínico y de terapéutica. Considerando que las enfermedades que estos agentes producen afectan directamente a la salud pública, la Medicina Preventiva, otra especialidad clínica, estudia desde el punto de vista de la epidemiología, el problema y dicta las medidas defensivas ante los agentes. La Bromatología, rama de la Veterinaria, realiza el control de alimentos y la Sanidad animal se ocupa del control de las enfermedades en animales. Es pues un estudio interdisciplinar y complejo la única forma de enfrentarse a un problema muy serio.

Limitando el estudio al tema que nos ocupa, interesa conocer las características principales que diferencian entre sí a los microorganismos y toxinas: será una clasificación médica. Clasificación que será

³⁰ «NBQ. La triple amenaza», *Revista Defensa. Armas biológicas*, extra núm. 64, Madrid, Edefa, noviembre 2002.

muy útil, imprescindible para la identificación, profilaxis y tratamiento del agente que se trate.

Claro que, las modificaciones genéticas llevadas probablemente a cabo harán inútil este estudio dada la difícil, cuando no imposible, detección/identificación del microorganismo.

CLASIFICACIÓN MÉDICA

Atendiendo a las diferentes formas de vida y sus productos, capaces de causar enfermedades y ser utilizados como armas biológicas, se distinguen en la naturaleza entre otros ³¹:

- *Bacterias*
- *Rickettsias*
- *Chlamydias*
- *Hongos*
- *Protozoos*
- *Virus*
- *Toxinas*

Bacterias: Microorganismo unicelular patógeno (con capacidad de producir enfermedades) presente en el reino animal, con diferentes formas: esférica (cocos), cilíndrica (bacilos) o en tornillo (espirilos), muchas con movilidad propia mediante cilios o flagelos, que se reproducen por división transversal repetida.

Existen bacterias en el mundo vegetal (tienen clorofila) y también simbióticas. Las afecciones que producen reciben el nombre genérico de bacteriosis.

Su número es muy elevado y se citarán exclusivamente aquí las que están consideradas como principales armas biológicas y recogidas como tales en los Manuales sanitarios de organizaciones militares ³² (El mismo planteamiento se hará en los apartados siguientes para el resto de microorganismos y de toxinas):

Bacillus anthracis:	Ántrax o Carbunco
Yersinia Pestis:	Peste bubónica
Brucella Mellitensis:	Fiebre de Malta
Vibrium cholera:	Cólera morbo
Salmonellas Typhi, paratyphi A, B y S:	Salmonelosis, Fiebre intestinal

³¹ K. J. ISSELBACHER, E. BRAUNWALD *et al.*, *Harrison, principios de medicina interna*, vol. I, pp. 565 ss., «enfermedades infecciosas». Nueva York: Interamericana-McGraw Hill, 1998. 14.ª edición en español.

³² Nato: Handbook on the Medical aspects of NBC defensive operations. amedp- 6(c), part II, biological, C 2, «Recognition», febrero 2003.

Francisella Tularensis:	Tularemia
Escherichia Coli 0 - 157: H7:	Afección intestinal inespecífica
Pseudomona mallei:	Muermo

Rickettsias: Microorganismos parásitos obligados (para su supervivencia es necesario que vivan en determinados ambientes) de características similares a las bacterias, pero que a diferencia de éstas necesitan una célula para reproducirse. Son coco-bacilos. Presentes en la naturaleza mediante un vector y un animal reservorio. Las más conocidas y perjudiciales son:

R. Burnetti:	Fiebre Q
R. Prowazekii:	Tifus exantemático epidémico
R. Rickettsii:	Fiebre manchada de las Montañas Rocosas

Chlamydias: Parásitos intracelulares obligados (al igual que las *Rickettsias*), que constituyen un grupo de bacterias con orden propio y con complicado ciclo reproductor. Producen infecciones genitales, conjuntivales e intestinales o respiratorias. Se destacan:

C. Trachomatis:	Diversas afecciones genitales muy frecuentes
C. Psittaci:	Neumonías

Hongos: Muy extendidos en la naturaleza, crecen de forma natural sobre todo en medios de gran humedad, se reproducen por esporas. Su acción patógena es especialmente grave en enfermos con el sistema inmunológico deprimido.

Entre ellos destacan:

Histoplasma capsulatum:	Histoplasmosis
Coccidioides immitis:	Coccidiomicosis primaria

Protozoos: Microorganismos pertenecientes a las familias de los parásitos (derivado del griego “*el que come a la mesa de otro*”). Realmente todos los microorganismos son parásitos, sin embargo por convención se reserva este término de enfermedades parasitarias para las producidas por los protozoos. Se citan a:

Cryptosporidium sp.:	Criptosporidiasis
Plasmodium falciparum y vivax:	Malaria o paludismo

Virus: Constituidos por un virión o partícula viral típica formada por:

— un núcleo o zona central de ácido nucleico, bien ARN (Ácido ribonucleico) o ADN (Ácido desoxirribonucleico).

— una envoltura proteica única o doble que recibe el nombre de cápside, que rodea al núcleo y que a su vez están constituidas por subunidades denominadas capsómeros que facilitan el ensamblaje proteico.

Tienen dos modelos básicos de simetría estructural, la helicoidal y la icosaédrica, con diversas formas extras.

Precisan una célula para su reproducción y este mecanismo recibe el nombre de replicación.

La variabilidad es muy considerable en cuanto a tamaño, peso molecular, según que su genoma esté constituido por proteínas en escaso número —3 ó 4— o, por el contrario, por cientos de ellas.

Su clasificación es muy compleja y se basa en diferentes factores que se refieren a sus propiedades:

- Tipo y estructura del núcleo.
- Tamaño y naturaleza estructural.
- Forma y composición de la cápside.
- Existencia de una cubierta.
- Estrategia de la replicación.

Las subdivisiones de los grandes grupos resultantes se basan en características inmunológicas, histopatológicas, patogénicas, epidemiológicas y de semejanza genética.

Se citan, a continuación, las principales afecciones causadas por virus con interés potencial de ser armas biológicas, sin citar el grupo y subgrupo de pertenencia de las partículas virales, ya que sería demasiado prolijo:

- Viruela.
- Fiebre amarilla.
- Fiebre hemorrágica (varias localizaciones: argentina, boliviana...)
- Dengue.
- Fiebre hemorrágica por Ébola.
- Encefalitis equina del este de Norteamérica.
- Encefalitis equina del oeste de Norteamérica.
- Encefalitis equina venezolana.
- Gripe común.
- Fiebre de Lasa.
- Fiebre de Junin.
- Fiebre de Marburg.
- Fiebre del valle del Rift.
- Fiebre coreana.
- Fiebre chikunguya.

Y un largo grupo, de menor interés como arma biológica, aunque no desde el punto de vista médico y de la Microbiología.

Toxinas: Definido con anterioridad, merecen señalarse por la gravedad de las afecciones que producen, las procedentes de microorganismos, algas y plantas las que siguen:

Clostridium Botulinum: Botulismo por 7 toxinas diferentes
 Clostridium Perfringens: Gangrena gaseosa
 Enterotoxina del Staphilococcus B
 Tetrodotoxina
 Ricino

El conocimiento de las características morfológicas, de los cuadros clínicos, de la estrategia terapéutica a seguir, permiten controlar un gran número de enfermedades y saber a qué peligro se está enfrentando.

La utilización como armas biológicas requiere otra clasificación que recoja las características organolépticas de los microorganismos y toxinas, su comportamiento en el medio ambiente, los criterios de empleo y el impacto socio-sanitario que producen. Así, se consigue una clasificación operacional que reúne a los principales agentes biológicos críticos utilizados como armas.

Se consideran tres categorías de agentes biológicos, que son denominadas A, B y C ³³.

Categoría A:

La constituyen aquellos microorganismos y toxinas que se caracterizan por:

1. Fácil diseminación y transmisión.
2. Causan alta morbilidad y mortalidad.
3. Producen un inmenso impacto socio sanitario y crean auténtico pánico.

Cabe citar a los siguientes agentes y la afección que causan:

Variola mayor	Viruela
Bacillus Anthracis	Ántrax
Clostridium Botulinum	Botulismo
Yersinia Pestis	Peste bubónica

³³ Nato: Handbook on the Medical aspects of NBC defensive operations. amedp- 6(c), part II, biological. «Annex d potential bw agentes operational data charts d 5-9», febrero 2003.

Francisella Tularensis	Tularemia
Familia de Filovirus	Fiebres de Ébola y de Marburg
Familia de Arenavirus	Fiebres de Lassa y Junin

Categoría B:

Formada por los microorganismos y toxinas con las siguientes características:

1. Diseminación y transmisión de dificultad media.
2. Causan baja mortalidad y alta morbilidad.
3. Producen necesidad de refuerzo en el servicio sociosanitario e impacto medio.

Entre ellos se destacan los siguientes, citándose a continuación la afección producida:

Coxiella Burnetti (Rickettsia)	Fiebre Q
Brucella Mellitensis	Brucelosis o Fiebre de Malta
Burkholderia Mallei (Pseudomona)	Muermo
Familia de Alfavirus	Encefalitis equina venezolana Encefalitis del este y del oeste
Toxina épsilon del Clostridium Perfringens	Gangrena gaseosa
Enterotoxina del Stafilococo B	Afección intestinal
Salmonella Typhi	Salmonelosis
Shigella dysenteriae	Disentería
Vibrium cholerae	Cólera Morbo
Criptosporidium parvum	Criptosporidiasis

Categoría C:

Se incluyen aquí los agentes caracterizados por:

1. Fácil diseminación y transmisión.
2. Causan alta mortalidad y morbilidad.
3. Producen necesidad de refuerzo en el servicio sociosanitario e impacto medio.
4. Son gérmenes emergentes, susceptibles en mayor medida de ser modificables por Biotecnología.

Se destacan entre ellos:

- Virus de la Fiebre amarilla
- Tuberculosis multi resistente

- Virus Nipah
- Virus Hanta

Los trabajos realizados en los laboratorios de investigación de armas biológicas se han centrado fundamentalmente en los pertenecientes a la categoría A, donde se clasifican bacterias y virus muy patógenos, cuyo sólo nombre produce pavor y que han producido a lo largo de la Historia y producen aún, en condiciones normales, un número elevado de enfermos y causan alta mortalidad entre ellos.

Todos los años fallecen en España varias personas víctimas del *Carbunco* o *Ántrax*, generalmente trabajadores agrarios y en contacto con ganado. La infección se produce a través de la dermis. Si se diagnostica a tiempo el cuadro remite con el tratamiento adecuado. La misión de los laboratorios de armas biológicas es producir polvo de *B. Anthracis* en suspensión y que se disemine por aerosol. La mortalidad ahora, por inhalación, es superior al 80 por 100.

El virus de la viruela, oficialmente erradicado en 1979, existe conservado y vigilado (se supone) en dos laboratorios del mundo, uno en Estados Unidos y otro en la Federación rusa. Todos los nacidos en el mundo después de 1979 no han sido vacunados. Si el virus estuviera en poder de algún grupo no controlado... o fuera modificado por Biotecnología, haría inútil la vacunación previa... Es mejor no pensarlo.

7. DIAGNÓSTICO

La Medicina moderna dispone de un amplio arsenal de medidas para conseguir un diagnóstico etiológico preciso y rápido y así determinar el germen causante del cuadro infeccioso. El conjunto de síntomas y signos clínicos completarán el estudio y se establecerá el tratamiento adecuado³⁴.

Las manipulaciones que la Ingeniería genética permite en la actualidad harán más difícil el correcto diagnóstico de laboratorio, clínico y, por ende, las medidas terapéuticas.

Ante una enfermedad infecciosa el procedimiento de actuación está establecido de la siguiente forma:

- Estudiar las características epidemiológicas de la afección.
- Determinar si es un caso aislado, si se produce en zona endémica o no, si es una epidemia o un ataque biológico.

³⁴ A. S. BENENSON, *El control de las enfermedades transmisibles en el hombre*, 20.^a ed., 1998. Organización mundial de la Salud o Panamericana de la Salud.

- Investigar el mecanismo de contagio.
- Verificar el cuadro clínico, los signos y síntomas que la enfermedad produce y relacionarlo con el microorganismo/toxina responsable.
- Proceso de identificación del microorganismo o toxina responsable.
- Instaurar el tratamiento adecuado.
- Si se precisan, tomar medidas de aislamiento, cuarentena o restricción de movimientos.
- Controlar la población habitual de animales.
- Notificación a la Organización sanitaria nacional e internacional si procede.

El procedimiento tiene dos fases con el propósito de, a la vez, establecer el diagnóstico clínico y el diagnóstico etiológico mediante el laboratorio.

A. Diagnóstico clínico

Cada entidad clínica tiene su particular forma de mostrarse, de presentar signos y síntomas clínicos, conocidos y descritos, lo que, junto al conocimiento de los antecedentes inmediatos del enfermo, visita de determinadas zonas endémicas, historia de picaduras, de ingesta de determinados alimentos, de cuadros similares en su entorno, facilita al médico saber de qué cuadro infeccioso puede tratarse.

Sería exhaustivo, y no es el propósito de este artículo, describir todos y cada uno de los cuadros mencionados arriba y que pueden ser potencialmente producidos por armas biológicas.

Las enfermedades infecciosas se caracterizan por presentar síntomas y signos generales, inespecíficos, como malestar general, sensación de laxitud, de cansancio, febrícula o fiebre, dolor muscular, cefalea, sensación de sed... Es evidente que no indican nada que pueda servir para el diagnóstico final.

Esta sintomatología vaga se acompaña de síntomas más específicos que centran el problema y que, en términos generales, pueden ser cutáneos, abdominales, respiratorios, vasculares, neurológicos. No siempre es así y algunos cuadros se presentan combinando estos síntomas ^{35, 36}.

³⁵ K. J. ISSELBACHER, E. BRAUNWALD *et al.*, *Harrison, principios de medicina interna*, vol. I, pp. 565 ss., «enfermedades infecciosas». Nueva York: Interamericana-McGraw Hill, 1998. 14.ª edición en español.

³⁶ A. S. BENENSON, *El control de las enfermedades transmisibles en el hombre*, 20.ª ed., 1998. Organización mundial de la Salud o Panamericana de la Salud.

La inspección de la piel es una de las principales fuentes de información. La presencia de una erupción localizada o generalizada de máculas, pápulas, vesículas, pústulas, úlceras, siguiendo un patrón de diseminación en el tiempo, afectando a partes concretas, cara y tronco, respetando otras parcialmente como las extremidades, y estando todas ellas en un mismo grado de evolución (todas vesículas por ejemplo), o encontrando vesículas, úlceras, pápulas a la vez, orientaría, en el primer caso a una Viruela y a una Varicela en el segundo, donde se afectan más las partes cubiertas del cuerpo. Una lesión única con úlcera necrótica central y rodeada de un Emma duro e indoloro haría pensar en un Ántrax o carbunco.

La sintomatología digestiva incluye náuseas, vómitos, dolor abdominal localizado o generalizado, diarrea inespecífica o acuosa, con presencia de sangre o de mucosas. La sintomatología expuesta no es específica de ningún cuadro. La salmonelosis, la infección por *shyggellas* u otras a nivel gastrointestinal son indistinguibles entre sí.

El cuadro respiratorio de las entidades nosológicas infecciosas no es específico. Síntomas como tos, expectoración, disnea —dificultad respiratoria—, hipoxia —disminución de oxígeno— son de presentación común.

Hay un hecho que ayuda al diagnóstico en este punto y es el estudio radiológico. Una simple radiografía de tórax nos orienta acerca de si se trata de una neumonía típica (por un neumococo) o atípica (virus como el actual SARS de China) o si produce algún cambio específico como en el Ántrax por inhalación (aumento significativo y simétrico del mediastino —formado por estructuras no pulmonares del tórax—).

La afectación vascular de las enfermedades infecciosas puede corresponder a signos de colapso vascular, con hipotensión arterial causada por deshidratación, debida a diarrea y vómitos, como ocurre en el Cólera o ser debido a fenómenos hemorrágicos causados por la acción directa del agente biológico o de la toxina, alterando el mecanismo de la coagulación, como ocurre en las Fiebres hemorrágicas debidas al virus Ébola, de Junin o del Valle del Rift.

Los síntomas neurológicos son muy variados. La dificultad de elevación de los párpados y de movilización ocular, de intensa astenia con dificultad de movilización general junto a dificultad respiratoria sin fiebre, haría pensar en una intoxicación por alguna de las siete toxinas causantes del botulismo. Si hubiera un antecedente de ingesta de alimentos en conserva, el diagnóstico sería muy probable.

Cefalea, aturdimiento, desorientación, rigidez de nuca, delirio, letargo, síntomas de déficit focal motores, sensitivos, de lenguaje o visuales, crisis convulsivas, son algunos de los síntomas que pueden presentarse,

solos, combinados o en bloque, en las diversas encefalitis como las Equinas del este y del oeste o la venezolana. La Fiebre Q presenta una sintomatología semejante a la descrita.

La presencia de sintomatología combinada gastrointestinal, respiratoria, vascular, etc., es un factor de gravedad y de mal pronóstico; se trataría de un proceso séptico que afecta a toda la economía corporal causado y por viremia o bacteriemia.

B. Diagnóstico de laboratorio

El aislamiento del agente biológico, microorganismo o toxina, significa el diagnóstico de certeza, la absoluta confirmación de la causa del proceso. Se lleva a cabo por el estudio de material recogido procedente del organismo: secreción (heces y orina), muestra cutánea, líquido cefalorraquídeo, sangre. La finalidad es aislar al agente biológico e identificarlo después ^{37, 38}.

El material recogido ha de sufrir un proceso que variará según el agente sospechado, pero en general dicho proceso se concreta en:

- Cultivo y observación de crecimiento.
- Cultivo de tejidos o de células.
- Tinciones comunes para su observación por microscopio óptico/electrónico.
- Tinciones especiales para su observación por microscopio óptico/electrónico.
- Inoculación de suero o sangre a animales de experimentación.
- Detección de algún producto procedente del agente por ejemplo de un metabolito perteneciente al agente en el proceso de degradación.
- Inmunolectroforesis.
- Inmunofluorescencia.
- Aislamiento de proteínas del agente
- Estudio inmunológico con identificación de antígenos o anticuerpos específicos
- Determinación del genoma del agente

Algunas de estas técnicas, muy sofisticadas, se realizan sólo en laboratorios de referencia y en ocasiones son imprescindibles para establecer el diagnóstico.

³⁷ K. J. ISSELBACHER, E. BRAUNWALD *et al.*, *Harrison, principios de medicina interna*, vol. I, pp. 565 ss., «enfermedades infecciosas». Nueva York: Interamericana-McGraw Hill, 1998. 14.^a edición en español.

³⁸ E. JAWETZ, J. L. MELNICK y E. A. ADELBERG, *Manual de microbiología médica*. El manual médico moderno, 12.^a ed. Méjico, 1998.

La aparición de alguna enfermedad infecciosa en zonas no esperadas y donde se cumpla, además, alguno de los supuestos descritos como indicadores de ataque tales como la modificación de la curva epidémica, un aumento de la tasa de morbilidad y mortalidad, etc., hará sospechar un ataque biológico.

8. TRATAMIENTO

Lo preventivo, lo profiláctico, si es posible, sería la opción ideal. En la Medicina de las enfermedades infecciosas ello es obvio, pero no siempre es factible por inexistencia, por falta de tiempo o de previsión.

Dentro de las medidas terapéuticas se distinguen la inmunoprofilaxis, la quimioprofilaxis y el tratamiento médico propiamente dicho.

A. Inmunoprofilaxis

Se administra un agente biológico vivo atenuado, muerto o productos del agente. Es la inmunoprofilaxis activa. El organismo reacciona y produce anticuerpos defensivos. Es la opción y solución ideales, ya que ante una sospecha de ataque biológico por un agente específico y de forma preventiva en el tiempo, se administra una vacuna. Por desgracia, no todas las afecciones infecciosas disponen de vacunación y, por ende, ésta no está exenta de riesgos. Ante un ataque biológico, además, podrían no ser válidas, ya que el agente ha podido ser modificado. Pese a esto, es la elección lógica, con un calendario de vacunaciones establecido en tiempo y en relación al personal, de forma escalonada, por varias razones ³⁹:

- Posibilidad de reacciones adversas: se podrían producir bajas temporales en gran número.
- Periodo de incubación: a tener en cuenta para las vacunaciones.
- No deben ser administradas de forma simultánea.

Los posibles efectos secundarios post vacunales graves hacen que en el ejército norteamericano no sea obligatorio vacunarse y sólo un porcentaje pequeño de miembros de las Fuerzas Armadas consiente en ello, como ocurre con la vacuna del *ántrax*. En otras ocasiones, es la dificultad añadida de que en un periodo clínico no sea factible proporcionar la vacuna, como ocurre en el Botulismo, ya que además, tal y como se ha mencionado, hay siete toxinas diferentes.

³⁹ «NBQ. La triple amenaza», *Revista Defensa. Armas biológicas*, extra núm. 64, Madrid, Edefa, noviembre 2002.

La inmunoprofilaxis pasiva es la administración directa de anticuerpos. El organismo no debe hacer nada. Es válida sólo ocasionalmente, sobre todo si no hay tiempo para que el organismo forme sus propios anticuerpos. No protege para el futuro y es muy cara. La protección pasiva contra el Tétanos es un buen ejemplo.

B. Quimioprofilaxis

En este caso se trata de realizar un tratamiento médico preventivo por estar especialmente expuesto a un agente biológico. Las circunstancias que harían necesario este procedimiento son, entre otras:

- Previsión de un ataque biológico en una zona determinada.
- Como protección después de un ataque al personal expuesto.
- Cubrir el periodo de incubación, desde la administración de una vacuna hasta que haga efecto, o el periodo de incubación previsto para el agente después de un ataque.
 - Proteger al personal que no esté vacunado.
 - Es ineficaz y caro si el ataque solo es potencial (el antibiótico *CIPROFLOXACINO*, de elección como quimioterápico frente al ántrax tiene un precio aproximado de 30 euros/20 comprimidos/10 días de tratamiento por persona).

C. Tratamiento médico

A los afectados por una enfermedad infecciosa se les aplica un protocolo de tratamiento en dos situaciones:

- Emergencia.
- General.

a) Emergencia

La vida del enfermo corre peligro y es imprescindible mantener la vía aérea, la integridad vascular, aplicar un tratamiento de mantenimiento, dar un antídoto, descontaminar y evacuar. Estos pasos constituyen el proceso completo del tratamiento de emergencia.

El mantenimiento de la vía aérea se logra mediante una simple mascarilla para suministro de oxígeno en la concentración deseada, si la situación clínica no es grave, o mediante la intubación nasalaríngea, si la situación del enfermo es más grave con el mismo fin. Si la previsión es

que esta situación se va a prolongar, será necesario realizar una traqueotomía (abertura a través de la que se coloca un dispositivo respiratorio en tráquea, permitiendo al enfermo tener libres su cavidad bucal y sus fosas nasales). La respiración por este procedimiento, (intubación o traqueotomía) puede ser espontánea o forzada por un respirador mecánico.

La integridad del torrente circulatorio, *contener la hemorragia* es fundamental para evitar un colapso vascular, con hipotensión y fallo cardiaco secundario. La hemorragia puede ser causada por diversos agentes por actuación directa sobre las paredes intestinales o por producir una alteración en el complejo mecanismo de la coagulación. En este caso, muy grave, se produce una coagulación intravascular diseminada, lo que conlleva fallos en varios órganos como riñón, hígado y pulmones.

Una vez logrado el control de los sistemas anteriores, es preciso aplicar un *tratamiento de sostén*, proporcionando mediante sueros los líquidos e iones, necesarios, analgésicos, tranquilizantes, antitérmicos.

Si existe un *antídoto* contra la toxina o el microorganismo será aplicado y se realizará un proceso de *descontaminación* con sustancias que se detallarán después y que se realizará antes de ser *evacuado* a un hospital preparado para esta atención especializada.

b) *General*

El proceso de tratamiento general ⁴⁰ conlleva por su parte:

Descontaminación, mediante lavado con Hipoclorito Sódico —Cl-NaO— en solución al 0,5 por 100 del enfermo, y si este preparado no estuviera disponible con agua y jabón o sustancias jabonosas en abundancia.

Medidas de soporte general, similares al tratamiento de sostén mencionado antes. Es medicina sintomática: se trata el síntoma y las necesidades previsibles generales. El Botulismo en ocasiones precisa de hasta seis o más meses de tratamiento de soporte.

Aislamiento del paciente, de otros enfermos y de la población sana. Sólo si existe riesgo comprobado de contagio. Por ejemplo, la viruela.

Terapia con antibióticos de amplio espectro con el fin de cubrir el máximo de gérmenes sensibles y previsiblemente responsables, si todavía no ha sido aislado el responsable. Si lo está, tratamiento específico, según antibiograma. Los más utilizados son los de última generación.

⁴⁰ Nato: Handbook on the Medical aspects of NBC defensive operations, amedp- 6(c), part II, biological, C. 4, «Treatment», Section 4-2, 5, febrero 2003.

Prescripción de antivirales: La terapia contra los virus es parcial y por tanto no efectiva. Es, más bien, un tratamiento empírico. Si el enfermo presenta una viriemia, el tratamiento real es de soporte general y previsiblemente habrá de ser mantenido durante bastante tiempo, meses incluso.

Tratamiento antitoxina: No siempre es factible hacerlo por no disponer de él o porque, como en el caso del Botulismo, puede ser producido por siete toxinas diferentes. El tiempo que llevaría identificarla hace que el proceso entre en la fase clínica cuando la antitoxina ya no es efectiva y el peligro para el enfermo es mucho mayor.

9. MEDIDAS DE DEFENSA

Se considerarán en este apartado las medidas a tomar para mitigar las consecuencias de un ataque biológico, de protección física, a nivel medio ambiental, el proceso de descontaminación y las protección pasiva y activa ⁴¹.

A. Medidas de protección física

En una zona donde se sospecha un ataque inminente se toman medidas de protección que consisten en crear una barrera física que aisle al personal y los lugares de trabajo del arma biológica.

Los sistemas de protección son o bien individuales o bien colectivos.

Equipos de protección individual (EPI)

Consisten en trajes individuales, confeccionados en material resistente, junto a una máscara que contará con filtros que impidan el paso de partículas en suspensión de pequeño tamaño (menores de 10 micrones). Absolutamente imprescindibles en los ataques por aerosoles o por máquinas generadoras de aerosoles, que, como es sabido, es el sistema más peligroso de diseminación de un arma biológica.

Estos EPI suelen estar impregnados de sustancias protectoras químicas para evitar que algún agente biológico pueda penetrar por esa vía a la piel y desde allí acceder al interior del organismo. No es preciso recordar que estos agentes biológicos pueden ser utilizados junto a agentes químicos y ambos debilitar la eficacia de los EPI. De hecho, en la primera guerra mundial, las armas químicas se utilizaron en mezcla:

⁴¹ Nato: Handbook on the Medical aspects of NBC defensive operations, amedp- 6(c), part II, biological, C. 4, «Mass casualty management», Section 4-5, febrero 2003.

un agente era productor de estornudos, con lo que el soldado se quitaba la máscara y, a continuación, hacían su función los gases sofocantes, como el fosgeno y el difosgeno.

Equipos de protección colectiva (COPRO)

En este caso, se instalan equipos para proteger lugares de trabajo común, como instalaciones sanitarias, talleres, centros de mando, buques. El fundamento es el mismo que para los EPI: filtros de alta capacidad para retener partículas en suspensión de pequeño tamaño. El precintado de las aberturas al exterior, el instalar en los accesos medidas de seguridad, como realizar el proceso de descontaminación previa, completan las medidas en las zonas expuestas.

El personal directamente expuesto será, además, tratado con inmuno y/o quimioprofilaxis, en los términos descritos anteriormente (Punto 8)

Proceso de descontaminación

Se realiza con las sustancias mencionadas, el compuesto hipoclorito sódico en solución al 0,5 por 100 y en su defecto, con agua y sustancias jabonosas muy abundantes. La aplicación será individual y sobre los EPI y los edificios y materiales que han estado expuestos. Si no se hace así, puede ocurrir como en el desierto de Nevada, cuando se probó determinado agente biológico utilizando como vector no biológico un tanque —recipiente adosado a un avión y fumigando posteriormente—. El siguiente hecho es real: en su prisa por abandonar la nave, el piloto no esperó a la descontaminación de su aparato y... fue el único afectado (el producto biológico se utilizó contra un grupo de objetores del servicio militar que se presentaron voluntarios y no se afectó ninguno) ⁴².

Protección pasiva

Este punto se podría concretar en cuatro aspectos: investigar, prevenir, dotar e informar:

- Desarrollo de tecnologías de detección.
- Instalación de medidas de protección en viviendas individuales.
- Incorporación de sistemas contra aerosoles en grandes edificios.
- Desarrollo de EPI y distribución generosa.
- Previsión de estudios de evacuación de poblaciones numerosas.
- Información pública.
- Desarrollo de programas de investigación de inmunoprofilaxis.
- Control estricto de la red de almacenamiento y distribución de aguas.

⁴² Nato: Handbook on the Medical aspects of NBC defensive operations, amedp- 6(c), part II, biological, C. 4, «Casualty decontamination», Section 4-2, febrero 2003.

— Incremento de la seguridad en los sistemas de acceso a centros de producción, manipulación, almacenaje y distribución de alimentos frescos, congelados o enlatados.

Protección activa

De creciente importancia en Estados Unidos. En este caso, se prevé el comportamiento de un agente biológico diseminado en lugares que reúnen ciertas condiciones meteorológicas, numéricas de población, de cantidad y concentración de arma biológica utilizada, para lo que se crean los *sistemas de predicción* basados en un *modelo matemático de distribución* que informará del número de bajas con incapacidad o letales, su curva de afectación (epidémica) y de los demás parámetros que requiera el estudio.

Son utilizados medios tecnológicos activos. Algunos de ellos rozan la ficción: uso de láser ultravioleta, utilización de misiles anti-nubes, creación de nubes artificiales o materias desinfectantes de nueva tecnología ⁴³.

10. AVANCES DE LA TECNOLOGÍA BIOLÓGICA

El otro Plan Marshall, que no fue utilizado jamás, surgió en Fort Detrick, Maryland, en la mente de los científicos que allí trabajaban como un ejercicio, por si alguna vez fuera requerido ⁴⁴.

Consistía en la producción de un auténtico “cocktail” biológico, que llevaría la sorpresa, primero, y el desconcierto, después, donde se diseminara. Tres agentes biológicos fueron utilizados: *enterotoxina del estafilococo B* (EEB), el *virus de la Encefalitis equina venezolana* (EEV) y la *rickettsia* causante de la Fiebre Q (FQ), *Coxiella Burnetti*. Ninguno de estos agentes causa una mortalidad alta, pero sí tienen un alto poder incapacitante. Su periodo de incubación abarcaría desde las tres a seis horas que corresponde a EEB, con dolor muscular, fiebre alta, dolor abdominal, diarrea, náuseas y vómitos; los tres a siete días, que necesita la EEV para comenzar a manifestarse clínicamente con dolor de cabeza, aturdimiento, letargia, signos de déficit focal y síntomas generales como fiebre, malestar general; y desde los diez a veinte días que precisaría FQ para su actuación. Afectaría a un 2 por 100 de la población en el lugar donde fuera diseminado y produciría un alto impacto socio sanitario, pánico e impotencia.

⁴³ «NBQ. La triple amenaza», *Revista Defensa. Armas biológicas*, extra núm. 64, Madrid, Edefa, noviembre 2002.

⁴⁴ J. MILLER, S. ENGELBERG y W. BROAD, *Guerra bacteriológica, las armas biológicas y la amenaza terrorista*, Capítulo 5, «Secretos y mentiras». Barcelona: Ediciones B, 2003.

Este avance de la Biología tecnológica actual ha sido posible simplemente con mezclar de forma estable agentes existentes en la naturaleza y en el laboratorio introduciendo sólo variables de durabilidad y concentración.

Aproximadamente en 1972, cuando se adopta la Convención que prohíbe la producción, desarrollo, almacenamiento e impone la destrucción de las armas biológicas, surgen los primeros experimentos, que consiguen mezclas de genes de organismos muy diferentes. Como anécdota, uno de los primeros fue incorporar a la zanahoria el gen de la luminosidad de la luciérnaga, con lo que se consiguieron zanahorias... con luz (de enorme ventaja para la recolección nocturna); en ese instante los científicos percibieron lo que podía ocurrir y presionaron a sus gobiernos a fin que limitaran estas actividades en los laboratorios. En 1975, al vencer la moratoria que se otorgó, la investigación en este campo quedó al libre albedrío de sus protagonistas, y, como ocurrió entre la comunidad científica que participó en la conclusión del arma nuclear, muchos de ellos abandonaron este campo.

Desde entonces, el avance de la Biología ha sido espectacular y, merced a ello, gran número de enfermedades son ahora muy bien conocidas y, o pueden ser tratadas en la actualidad o esto ocurrirá a medio plazo. Como se necesitan laboratorios no muy dotados, la accesibilidad a los avances es fácil por el sistema de comunicaciones, la tecnología es cada vez menos complicada y su costo es muy bajo, ha devenido posible que el avance tecnológico esté al alcance de cualquiera que lo desee, y si son mal utilizados, constituirán una pesadilla para la sociedad, porque la amenaza es real y, una vez más, la norma resulta anticuada en el momento de entrar en vigor.

En la actualidad, la denominada “*Biología negra*” es posible y en laboratorios no controlados se pueden manipular agentes biológicos inofensivos y transformarlos en armas peligrosas. El Premio Nobel Ledersberg dijo que «El avance biotecnológico es como fabricar bombas de hidrógeno y venderlas en los supermercados»⁴⁵. No estaba desacertado, porque es posible por Internet comprar genomas, información genética de gran número de microorganismos y para su reproducción basta poseer un sistema multiplicador.

Son muchas las posibilidades que la Biología moderna ofrece. Se enumerarán a continuación algunas:

- Lograr manipulación de agentes con seguridad.
- Conseguir que las vacunas actuales sean ineficaces por modificación de agentes.

⁴⁵ J. MILLER, S. ENGELBERG y W. BROAD, *Guerra bacteriológica, las armas biológicas y la amenaza terrorista*, Capítulo 5, «Secretos y mentiras». Barcelona: Ediciones B, 2003.

- Hacer que las “*nuevas*” afecciones sean difíciles de identificar y tratar.
- Producir confusión de sintomatología.
- Desarrollar nuevas toxinas creadas “*a medida*”.
- Crear agentes biológicos dotados de propiedades de otros microorganismos y hacerles más virulentos, haciendo necesario vacunar a continuación a los propios contra la acción de estos agentes modificados.
- Dotar a agentes biológicos de especificidad étnica (es conocida la mayor presentación de algunas enfermedades en determinadas razas).
- Producir modificación genética humana por la acción de algunos agentes.
- Reproducir microorganismos, virus, desde material sintético.
- Producir virus “*troyanos*”, que, una vez introducidos en el organismo, precisan tiempo para cumplir su función.

Con ello, la propagación deliberada de enfermedades en el hombre y los animales y la utilización de agentes fitógenos en los medios agrícolas, será un hecho. Es imprescindible la cooperación y el acuerdo internacionales para evitar graves consecuencias por la acción no controlada del progreso en este campo.

11. NORMATIVA VIGENTE

Es una constante el intento de limitar el empleo de determinadas armas y medios de combate. Una de las primeras referencias es la Declaración de San Petersburgo de 1868 que prohíbe el uso de balas explosivas. Para las armas de carácter biológico hay que esperar. La primera referencia de prohibición hacia armas dotadas de material biológico data de la Convención II de La Haya de 29 de Julio de 1899, ratificada por España y en vigor en el momento actual, al prohibirse la utilización de “*veneno o armas envenenadas*” en el *art. 23 apartado A) de la Sección Segunda, dedicada a las Hostilidades, y, en concreto en el Capítulo 1 del reglamento sobre las leyes y costumbres de la guerra terrestre, anejo a dicha Convención. titulado “De los medios de dañar al enemigo, de los sitios y de los bombardeos”*⁴⁶.

Es el uso indiscriminado, durante la primera guerra mundial, fundamentalmente de agentes químicos y tóxicos, y también, en menor medida, de agentes bacteriológicos, lo que fuerza a la elaboración del primer instrumento específico de prohibición del empleo de las armas de

⁴⁶ *Manual de Derecho de guerra m - o - 23 - 1*. Estado Mayor del ejército. Convención II de La Haya de 1899, relativa a la guerra terrestre. Madrid, 1986.

carácter biológico en 1925^{47, 48}. Ulteriormente, en 1972, se elabora un Convenio específico sobre armas biológicas.

En la Sección Primera del Título III, relativa a los métodos y medios de combate, del Protocolo I Adicional de 8 de junio de 1977, se establecen las normas fundamentales sobre el uso de armas en general⁴⁹. A tal efecto el art. 35 de dicho instrumento dispone que:

— En todo conflicto armado, el derecho de las Partes en conflicto a elegir los métodos y medios de hacer la guerra no es ilimitado.

— Queda prohibido el empleo de armas, proyectiles, materias y métodos de hacer la guerra de tal índole que causen males superfluos o sufrimientos innecesarios.

— Queda prohibido el empleo de métodos o medios de hacer la guerra que hayan sido concebidos para causar, o de los que quepa prever que causen daños extensos, duraderos y graves al medio ambiente natural.

Por otra parte, el art. 36 del aludido Protocolo I Adicional se refiere a las armas, medios y métodos nuevos de hacer la guerra y establece que:

— Cuando una Alta Parte contratante estudie, desarrolle, adquiera o adopte estas armas o medios nuevos de guerra, tendrá la obligación de determinar si su empleo, en ciertas condiciones o en todas las circunstancias, estaría prohibido por el presente Protocolo o por cualquier norma de Derecho internacional aplicable a esa Parte.

Lo que incluye el uso de las armas biológicas, ya que, por sus características y forma de actuar, le afecta el apartado 1 y causan lo expresado en todos los apartados del art. 35. Un estudio de sus efectos haría evidente que les sería aplicable el art. 36.

El principio de distinción del art. 48 del Protocolo I Adicional no es respetado por estas armas, dado lo impredecible de su comportamiento⁵⁰.

Un tercer artículo del Protocolo I Adicional, el 55, referido a la protección del medio ambiente natural dispone que:

— En la realización de la guerra se velará por la protección del medio ambiente natural contra daños extensos, duraderos y graves,

⁴⁷ Protocolo de 1925 sobre la prohibición del uso en la guerra de gases asfixiantes, tóxicos o similares y de medios bacteriológicos. Ginebra, 1925.

⁴⁸ «Convención sobre la prohibición, desarrollo, almacenamiento y destrucción de armas biológicas y tóxicas de 1972», *Manual de la Cruz Roja Internacional*. Ginebra, 1995.

⁴⁹ Los Convenios de Ginebra del 12 de agosto de 1949, Comité Internacional de la Cruz Roja. Ginebra, 1986.

⁵⁰ I. DAOUST, R. COUPLAND y R. ISHOEY, «¿Nuevas guerras, nuevas armas? La obligación de los Estados de examinar la licitud de los medios y métodos de hacer la guerra», *Revista internacional de la Cruz Roja*, num. 846, junio 2002.

incluyendo esta protección la prohibición de emplear medios y métodos concebidos de hacer la guerra para causar o de los que quepa prever que causen tales daños al medio ambiente natural, comprometiendo la salud o supervivencia de la población. De igual manera, se prohíben los ataques contra el medio ambiente como represalia ⁵¹.

El empleo de las armas biológicas confrontaría frontalmente con las disposiciones del art. 55.

Por otra parte, la normativa específica, vigente para armas biológicas, está constituida por el Protocolo de Ginebra de 1925 y la Convención de París de 1972.

A. El Protocolo de Ginebra de 1925

Data del 17 de junio de 1925 y se rubrica “*Protocolo de Ginebra de 1925 sobre la prohibición del uso en la guerra de gases asfixiantes, tóxicos o similares y de medios bacteriológicos*”. Sus Instrumentos de ratificación o de adhesión están depositados en los archivos del Gobierno de la República Francesa ⁵².

En él suscriben los plenipotenciarios, en nombre de sus gobiernos, que:

— La opinión general del mundo civilizado ha condenado el empleo en la guerra de gases asfixiantes, tóxicos o similares, así como de líquidos, materias o procedimientos análogos.

— La prohibición de estos usos ha sido formulada en los Tratados suscritos por la mayoría de los países del mundo.

— Se pretende hacer reconocer esta prohibición universalmente como incorporada al Derecho internacional.

Por lo que declaran que:

— Las Altas Partes contratantes, en tanto que no son ya Partes en tratados que prohíben este empleo, reconocen esta prohibición, aceptan extender esta prohibición de uso a los medios de guerra bacteriológicos y convienen en considerarse obligadas entre sí en los términos de la declaración.

— Las Altas Partes contratantes harán todos los esfuerzos para conseguir que otros Estados se adhieran a este Protocolo.

— La adhesión se notificará al Gobierno francés y por medio de éste a las potencias signatarias y adheridas con efecto del día de esta notificación.

⁵¹ *Manual de Derecho de guerra* m - o - 23 - 1. Estado Mayor del ejército. Convención II de La Haya de 1899, relativa a la guerra terrestre. Madrid, 1986.

⁵² Protocolo de 1925 sobre la prohibición del uso en la guerra de gases asfixiantes, tóxicos o similares y de medios bacteriológicos. Ginebra, 1925.

Nótese que el término utilizado es el de “*medios de guerra bacteriológicos*”. Esto se debe a que, en aquella época, los microorganismos mejor conocidos eran las bacterias y de algunos otros gérmenes ni siquiera se suponía la existencia.

Naciones de potencial bélico importante como Estados Unidos o Japón no fueron Partes en este Protocolo de 1925. Eso explicaría la creación de la tristemente célebre Unidad 731 japonesa y sus experimentos, bien conocidos, y algunos intentos, si no actuaciones auténticas de Estados Unidos en este campo como el atentado contra Hjalmar Schacht, presidente del Reich Bank y Ministro de Finanzas en las primeras etapas de la Alemania nacional socialista ⁵³.

B. La Convención del 10 de abril de 1972 y su rúbrica es “sobre la prohibición del desarrollo, la producción y el almacenamiento de armas bacteriológicas (biológicas) y tóxicas y sobre su destrucción

En su Preámbulo, los Estados Partes declaran:

— Estar resueltos a actuar para lograr progreso efectivo en un desarme general y completo, que incluya la prohibición y destrucción de las armas de destrucción masiva, estando convencidos que la prohibición del desarrollo, producción y almacenamiento de las armas biológicas van a contribuir en gran medida.

— Reconocer el gran papel jugado por el Protocolo de 1925.

— Reafirmar su adhesión al Protocolo de 1925.

— Desear contribuir a reforzar la confianza entre las naciones y a la realización de los propósitos de la ONU.

— Estar convencidos de la importancia de la eliminación de los arsenales de este tipo de armas y que un primer paso importante sería esta Convención.

— Reafirmar que el empleo de estas armas biológicas repugnaría la conciencia de la humanidad.

Es por lo que convienen en la elaboración y posterior entrada en vigor de esta Convención sobre armas biológicas de 1972 ^{54, 55}.

⁵³ S. LOVELL, *Sobre espías y estratagemas. Historia de la oficina de servicios estratégicos de Estados Unidos durante la segunda guerra mundial*. Méjico: Diana, 1.ª ed., 1964.

⁵⁴ «Convención sobre la prohibición, desarrollo, almacenamiento y destrucción de armas biológicas y tóxicas de 1972», *Manual de la Cruz Roja Internacional*. Ginebra, 1995.

⁵⁵ J. MILLER, S. ENGELBERG y W. BROAD, *Guerra bacteriológica, las armas biológicas y la amenaza terrorista*, C. 5, «Revelaciones». Barcelona: Ediciones B, 2003.

En ella se distinguen, objetivos generales, prohibición, destrucción, consulta y cooperación, incumplimiento, medidas de confianza, medidas en la legislación nacional y enmiendas y retiradas.

Sobre los *objetivos generales* se infieren tres:

- Exclusión del uso como armas de agentes biológicos
- Prohibición del desarrollo, producción, almacenamiento, adquisición, retención y transferencia de armas biológicas
- Exigencia de destrucción

En cuanto a la *prohibición*, la Convención señala que los Estados Parte se comprometen a no desarrollar, producir, almacenar, adquirir o retener en ninguna circunstancia (art. 1):

- Agentes microbianos u otros agentes biológicos o toxinas, sea cual fuere su origen o modo de producción, de tipos y cantidades que no estuvieran justificados para fines profilácticos, de protección o pacíficos.
- Armas, equipos o vectores destinados al uso de esos agentes.

Asimismo, existe el compromiso para las Partes de (art. 3):

- No traspasar a otros, directa o indirectamente ningún agente, arma o vector.
- No ayudar, alentar, ni inducir a Estados y Organizaciones a la fabricación o adquisición de los agentes, armas o vectores.

Respecto a la *destrucción*, en la Convención se establece compromiso para las Partes de (art. 2):

- La destrucción o desvío hacia fines pacíficos, en el menor tiempo posible, y si no es factible en menos de nueve meses a partir de la entrada en vigor del instrumento legal, de todos los agentes, armas o vectores, adoptando todo tipo de precauciones para evitar daño a la población y al medio ambiente.

Por lo que atañe a la *consulta y cooperación*, ante la posibilidad de que surjan problemas en relación con los objetivos de la Convención, las Partes se comprometen a (art. 5):

- La consulta y cooperación entre sí y en el ámbito de las Naciones Unidas y de acuerdo a su Carta.

Como es evidente que la investigación con fines pacíficos continúa, la Convención prevé (art. 10).

- Que las Partes intercambien información y equipos con fines de investigación y pacíficos, para contribuir al descubrimiento de terapéuticas útiles para las enfermedades.

— Que prosiga el desarrollo económico y tecnológico de las Partes y la cooperación en este campo, siempre con fines pacíficos.

En lo concerniente a *incumplimiento*, si un Estado Parte advierte que otra Parte incumple los objetivos de la Convención (art. 6):

— Podrá denunciar a esa Parte ante el Consejo de Seguridad, con todas las pruebas que haya recopilado y solicitando que sea investigado.

— Adquiere compromiso de cooperar en la investigación de acuerdo a la Carta de la ONU. El Consejo se compromete a informar de los resultados de la investigación.

Por otra parte, el art. 7 recoge el compromiso de asistir o secundar la asistencia de aquella Parte que esté expuesta a peligro tras la denuncia.

Respecto a las *medidas de confianza*, y con el fin de comprobar el grado de cumplimiento, se establece (art. 12):

— Celebración a los cinco años de la entrada en vigor de la normativa o antes, de una Conferencia de examen, donde, además, se daría cuenta de las iniciativas en cuanto a centros y programas de investigación realizadas por las Partes, qué investigaciones se llevan a cabo y la notificación de los centros de vacunación

En cuanto a las *medidas a adoptar en la legislación nacional*, el art. 4 de la Convención establece que:

— Cada Parte adoptará, de acuerdo a su normativa interna, las medidas necesarias para el cumplimiento de la exigencia de prohibición, desarrollo, almacenamiento, adquisición y retención de agentes biológicos, armas y vectores, así como de su destrucción.

España, en el art. 160 del Código Penal de 1995 fija una pena de tres a siete años de prisión para los que utilicen «la ingeniería genética para producir armas biológicas o exterminadoras de la especie humana»⁵⁶ además de inhabilitación especial para empleo o cargo público, profesión u oficio por tiempo de siete a diez años.

De *lege ferenda*, hay que tener en cuenta que el 3 de diciembre de 2001 se concluyó, en el seno del Centro de Estudios de Derecho Internacional de la Cruz Roja Española (CEDIH), una “*Propuesta de modificación del Código Penal español en materia de delitos contra las personas y bienes protegidos en caso de conflictos armados*”, redactada por expertos de dicho Centro, elevada al Gobierno, a principios de 2002, por la Presidencia de la aludida Sociedad Nacional⁵⁷.

⁵⁶ *Código Penal común*. Madrid, 1995.

⁵⁷ «Propuesta de modificación del Código Penal español en materia de delitos contra las personas y bienes protegidos en caso de conflicto armado», *Revista española de Derecho militar*, num. 78, julio-diciembre de 2001, pp. 87 ss.

En dicha Propuesta, y al objeto de que se proceda a tenerla en cuenta en una futura Ley Orgánica de modificación del Código Penal, se contiene una serie de novedades a introducir en el Capítulo III del Título XXIV del Libro Segundo de dicho Cuerpo legal, destacando entre ellas, por lo que afecta al tema que nos ocupa, la adición al actual art. 610 de un segundo párrafo, de nueva factura, dirigido a castigar actos preparatorios relacionados con, entre otros, las armas biológicas. Dicho párrafo castigaría, con la pena ahora prevista (prisión de diez a quince años, sin perjuicio de la que corresponda por los resultados producidos), al «que desarrolle, produzca, almacene, adquiera, conserve, transfiera o no destruya armas bacteriológicas (biológicas) y tóxicas».

Finalmente, se prevé en lo relativo a las enmiendas y retiradas, que todas las Partes podrán:

— Proponer enmiendas que entrarán en vigor cuando hayan sido aprobadas por la mayoría y con carácter de obligatoriedad para los Estados que se incorporen después (art. 11).

— Con antelación de tres meses, un Estado Parte se podrá retirar de la Convención, alegando acontecimientos extraordinarios en relación con la misma (art. 13).

Como colofón, si bien es cierto que la Convención de 1972 ve la luz cuando las posibilidades científicas han avanzado considerablemente más que los planteamientos que se recogen en el documento, no lo es menos que se evidencian importantes lagunas en su articulado, lo que ha hecho que su interpretación haya sido bastante libre. De hecho, en ella se han basado los programas de investigación de armas biológicas de muchos países, aduciendo que se trataba de programas defensivos, lo cual no está prohibido⁵⁸.

Se advierte que no se establece en la Convención de 1972:

— Limitación en la cantidad necesaria de microorganismos precisos para la investigación.

— Estándares de distinción entre trabajos defensivos y trabajos ofensivos.

— Formas concretas de consulta.

— Mecanismos de cumplimiento.

— Sanciones.

Todo ello ha llevado a la situación actual, en la que las diversas Conferencias de examen no han conseguido la firma de un Protocolo de verificación, tal y como ocurre con la Convención sobre Armas Quími-

⁵⁸ J. MILLER, S. ENGELBERG y W. BROAD, *Guerra bacteriológica, las armas biológicas y la amenaza terrorista*, C. 5, «Revelaciones». Barcelona: Ediciones B, 2003.

cas de 1993, por lo que las Partes siguen sin declarar las instalaciones que poseen, no se realizan visitas de inspección, con el consiguiente desconocimiento del grado de cumplimiento, y no se establecen sanciones.

12. CRUZ ROJA Y LOS AVANCES BIOTECNOLÓGICOS

Ante esta situación y la de la política internacional, con un conflicto en la zona del Golfo Pérsico en 1991, la utilización por grupos terroristas de agentes biológicos en los años 2001 y 2002, la amenaza de una segunda conflagración en la misma localización (realidad, meses después, en el año 2003), siempre con las armas biológicas —y las químicas— en el fondo de la cuestión, el Comité Internacional de la Cruz Roja (CICR) advierte de los riesgos, por lo que hace pública su gran preocupación ante el hecho «que los avances biotecnológicos no controlados podían significar un grave peligro sin olvidar que la normativa vigente pudiera sufrir menoscabo por el avance en sí y por el hecho de quedar absolutamente obsoleta».

Por ello, en septiembre de 2002, mediante un Manifiesto, hace pública su preocupación en los términos expresados y recuerda las normas y las responsabilidades de gobiernos, fuerzas armadas y comunidades científica e industrial ⁵⁹.

El *tabú* respecto al uso de armas biológicas recogido en textos sagrados antiguos, manifestado por el diferente trato dado a las víctimas mortales por picaduras de serpientes (como sucede en la India en la actualidad), la prohibición de su uso en todos los tratados generales sobre conflictos, obligan, según el CICR, a recordar el cumplimiento de la normativa vigente y la necesidad de reforzarla.

También recuerda las responsabilidades en este sentido de gobiernos y autoridades, de fuerzas armadas y de las comunidades científica, médica e industrial, como entes, instituciones y personas que en último término manejan en diferentes grados este campo.

Por ello, hace un llamamiento a *gobiernos y fuerzas armadas* instando y recordando:

— A ser Parte del Protocolo de 1925 y de la Convención de 1972 sobre uso, prohibición, adquisición, almacenamiento y destrucción de armas biológicas.

— Obligación de difundir la normativa en el seno de las fuerzas armadas y la sociedad civil.

⁵⁹ Biotecnología, armas y humanidad. Llamamiento del Comité Internacional de Cruz Roja. Ginebra, 25 de septiembre de 2002.

- Garantía de cumplimiento y a adaptar su legislación a los avances de la Biología moderna y un control eficaz de los mismos.
- Juzgar a los culpables.
- Introducir códigos de conducta eficaces en las comunidades científica e industrial.
- Favorecer la cooperación internacional.
- Fomentar el control y la intervención internacional.

Así mismo, se insta a la *comunidad científica e industrial internacionales* a:

- Realizar un control riguroso en los programas de investigación.
- Controlar el acceso de las personas.
- Reglamentar el empleo de las instalaciones.
- Elaborar códigos de conducta preventivos.
- Apoyar programas de prevención de carácter nacional e internacional.

13. CONCLUSIONES

- Las armas biológicas han sido empleadas a lo largo de la Historia aunque inicialmente de forma artesanal.
- Microorganismos y toxinas son capaces de producir graves afecciones que causan alta mortalidad y morbilidad.
- La Microbiología conoce de manera profunda a los agentes biológicos existentes en la naturaleza y su comportamiento frente al organismo.
- Se tiene capacidad de respuesta tanto de prevención como de tratamiento frente a las enfermedades infecciosas aunque no en todos los casos.
- Las armas biológicas son las más baratas en comparación con las demás, convencionales, nucleares o de destrucción masiva, por lo que son elegidas por muchos países.
- El estudio y desarrollo de las armas biológicas está al alcance de cualquier país, debido a que se requieren laboratorios sin gran dotación de medios.
- Los agentes biológicos han sido estudiados en centros creados con ese fin tanto en países poderosos y desarrollados como en vías de desarrollo.
- Los agentes biológicos que se eligen como armas biológicas lo son en función de sus características intrínsecas de virulencia, capacidad de letalidad, resistencia en el medio externo y por haber sido utilizados con anterioridad, habiendo sido algunos de ellos auténticos azotes de la Humanidad.

— La forma de uso más probable es por grupos terroristas. Militarmente puede ser complicado e incluso contraproducente por su principal inconveniente de uso: su falta de predicción.

— Un ataque con armas biológicas puede producir graves dificultades epidemiológicas para discernir si es un ataque o una epidemia o pandemia.

— Existen datos indicadores que, analizados, permiten dilucidar si se enfrenta a un ataque o a un proceso natural, sobre todo en zonas endémicas.

— El fin último de la utilización no tiene por qué ser producir la muerte en el campo enemigo, sino causar un gran impacto socio económico, sanitario, y, por tanto, la necesidad de distraer importantes recursos, quizás necesarios en otros campos.

— En las últimas décadas se ha conseguido el conocimiento y control de muchas enfermedades merced a los avances de la Biología.

— Los avances de la Biología moderna, si son empleados sin control o por intereses ocultos, agravan el problema médico, dado que introducen factores de confusión diagnóstica, dificultad terapéutica y mayor morbilidad y mortalidad.

— La posesión y utilización de agentes modificados no presenta, en principio, grandes dificultades.

— Se puede conseguir que microorganismos no patógenos lo sean con características de otros de gran virulencia.

— Es posible que los procesos de vacunaciones previos sean ineficaces al modificarse el microorganismo o toxina utilizados.

— La normativa convencional vigente data de 1925 y de 1972, y aunque determina la prohibición, adquisición y almacenamiento de agentes biológicos como armas y su destrucción, no recoge disposiciones que impidan las manipulaciones genéticas y otros avances potencialmente peligrosos que la Biotecnología permite en la actualidad.

— Además, no contempla —y los intentos que se han realizado de establecer un Protocolo de verificación han fracasado por influencia, en ocasiones, de países poderosos— mecanismos eficaces tanto de verificación como de establecimiento de sanciones contra los Estados Partes o no Partes que incumplan sus prescripciones.

— La gran defensa ante ellas es el rechazo generalizado que su empleo produce, pero...

— Existe una sensación de comunidad inerme ante estas armas.