



El bioterrorismo es una palabra de actualidad, tanto en medios de comunicación, como en nuestro lenguaje cotidiano, debido a sucesos recientes. Pero no es nueva. Se origina en EEUU que, desde hace años, denomina así a los posibles ataques terroristas utilizando material biológico.

En realidad debiera hablarse de armas biológicas, que es la utilización con fines bélicos de microorganismos (bacterias, virus, hongos, parásitos, rickettsias, etc.) y sus productos. Armas que pueden ser usadas en guerras rápidas o de desgaste, atacando a seres humanos o a vegetales y animales (para destruir fuentes de abastecimiento), o simplemente para crear terror en la población civil o militar (bioterrorismo), afectando a la capacidad de combate y/o productiva del adversario y quebrando su voluntad de lucha. Los microorganismos utilizados pueden usarse tal cual se encuentran en la naturaleza (se habla entonces de procesos de baja tecnología, rústica o cruda) o modificados por métodos biotecnológicos hasta obtener gérmenes de características genéticas nuevas (alta tecnología).

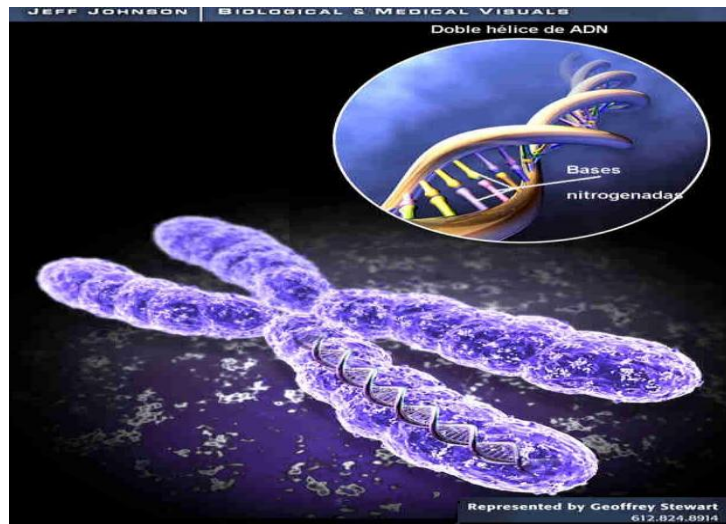
El riesgo biológico supone en la actualidad un reto aún mayor que cuando empezamos a luchar contra la amenaza nuclear. El tamaño de las nuevas armas estratégicas es más pequeño que en el pasado y el sistema de entrega es tan simple como los transportes comerciales. No obstante el mundo tiene capacidad de confinar y hacer frente a una dificultad siempre y cuando la identifique.

Las nuevas amenazas terroristas del siglo XXI, serán variables y con áreas muy extensas, donde el daño que se pueda originar será catastrofista y difícil de detectar. Una de las áreas que más nos preocupan dentro de la amenaza biológica es: la manipulación genética.

## **1. MANIPULACIÓN GENÉTICA**

La amenaza de las nuevas armas biológicas fabricadas gracias a la cartografía del genoma humano, parece un asunto de ciencia ficción. Pero al igual que muchos otros vaticinios que con excesiva rapidez fueron juzgados delirantes, éste podría convertirse en realidad. Los progresos recientes de la investigación quizás se traduzcan en la creación de un arsenal biológico de nueva biotecnología, capaz de atacar a un grupo humano con características biológicas comunes, como podría ser el caso de ciertos grupos étnicos.

El siglo XXI es el siglo en el que el bioterrorismo se ha convertido en la más terrible de las amenazas, ya que es en este siglo en el que se han conseguido los mayores avances en ingeniería genética. Y es cierto que alterar los genes de agentes infecciosos para conferirles capacidades mortíferas se ha convertido, según algunos expertos en genética molecular, en un simple juego de niños. El genoma es un inmenso libro que contiene las instrucciones de todos los procesos que tiene lugar en un organismo vivo, desde un germen a un ser humano.



**Estructura cromosómica**

Con las herramientas disponibles en estos momentos, se puede determinar qué genes de un patógeno le hacen resistente a los tratamientos y cuáles le proporcionan virulencia. Con un simple cortar y pegar, con instrumentos biotecnológicos altamente especializados, se puede crear un nuevo agente candidato a convertirse en una sofisticada arma bioterrorista.

Basta con extraer del ADN de una bacteria el gen que contiene la característica buscada, por ejemplo un gran potencial infectivo, copiarlo e introducirlo en el genoma de otra que es letal, pero muy poco contagiosa. La recién nacida suma las características de sus progenitoras: capacidad para matar y de propagarse.

Cabe hacernos la siguiente pregunta ¿tratamiento o arma? Son las dos caras de una misma realidad: la genómica. Esta disciplina nacida de la mano de la información disponible sobre el genoma de multitud de organismos, entre los que está incluido el ser humano, así como los avances en biotecnología, dan un gran impulso al desarrollo de la biociencia y a sus aplicaciones en medicina, pero abren también la puerta trasera a la creación de armas con un gran poder de destrucción.

Los especialistas en armamento biológico advierten de los peligros de un mal uso de esta ciencia que permite jugar con los genes como si se tratara de piezas de un puzzle con multitud de combinaciones posibles.

A principios de 1999, Craig Venter, uno de los padres del proyecto del Genoma Humano, paralizó un plan cuyo objetivo era la creación de una bacteria partiendo de piezas de ADN. El argumento para tomar esta decisión fue que además de ser un intento de hacer el papel de

dioses, se temía que la bacteria sintética pudiera ser utilizada por grupos terroristas para crear armas.



### Manipulación genética

El avance de las ciencias biológicas nos permite dejar de hablar de ciencia-ficción, y pasar a hablar de una realidad más que probable en un futuro no muy lejano. La sofisticación de las técnicas actualmente disponibles puede dibujar escenarios como el descrito por un grupo de investigadores estadounidenses en la publicación de un estudio sobre las amenazas biológicas. Estos científicos aventuran que, en el futuro, será posible incorporar el ADN de un virus dentro del genoma de una población humana determinada. El mencionado virus podría, según los autores del trabajo, permanecer inactivo hasta que recibiera una señal. La orden vendría dada por un cambio de temperatura o por la ingestión de un determinado compuesto introducido en la alimentación de las personas infectadas. Tras recibir el mensaje, el virus comenzaría a replicarse y desplegaría su arsenal infectivo. Algo así como una bomba por control remoto.

En el colmo del armamento biológico, se podría llegar incluso a diseñar “armas biológicas racistas”. La secuencia completa del genoma humano permitirá tener acceso a más de un millón de los llamados polimorfismos de un sólo nucleótido (SNP, sus siglas en inglés). Se trata de pequeñas variaciones en la secuencia de ADN que en ocasiones determinan un comportamiento distinto del individuo que porta esa diferencia, por ejemplo que metaboliza más lentamente un fármaco.

Las posibilidades para fabricar nuevas armas biológicas, que permitieran eliminar grupos raciales o étnicos específicos, cuya predisposición genética les predispone a ciertas enfermedades, es real.



Secuenciación genómica

La utilización de estos microorganismos o sustancias tóxicas (toxinas) modificadas genéticamente, pueden ocasionar situaciones incontroladas, no solo para el que es atacando con ellas, sino también para el que las está utilizando como arma, ya que estos agentes pueden mutar, reproducirse en grandes espacios geográficos y ser extendidos por el viento, el agua, los vectores, los animales y por las personas. Esto es muy difícil de controlar y el riesgo es total para todos, aunque se hayan desarrollado vacunas (no olvidemos la posibilidad de mutación del microorganismo).



Diferentes razas y estados de ánimo

**2. PROBLEMÁTICA SOBRE LA INFORMACIÓN GENÉTICA POR INTERNET**



Existe una inquietud cada vez mayor en cuanto a un posible uso indebido de las informaciones genéticas accesibles por Internet. Es en la Red donde los científicos del mundo entero se informan mutuamente de los descubrimientos más recientes, y esas informaciones podrían ser interceptadas fraudulentamente por grupos privados. Los que proporcionan servicios por Internet tienen la obligación moral de velar porque no se pueda encontrar en sus sitios ninguna información técnica sobre armas biológicas.

Información de patógenos por Internet



¿Cómo saber si un trabajo de investigación se lleva a cabo con finalidades buenas o malas? Ese es uno de los problemas más serios de la vigilancia. Es imposible hacer una distinción entre la investigación genética encaminada a preparar agentes terapéuticos y la que intenta elaborar agentes mortales o invalidantes. Por eso es aún más necesario velar porque la información se utilice con discernimiento. Según Malcolm Dando (profesor de la Universidad de Bradford (Reino Unido), especialista en temas relacionados con la Paz, habría que lograr que los países en desarrollo compartan los beneficios de la revolución biotecnológica - muy útil contra las enfermedades y para el desarrollo económico - y se comprometan, como contrapartida, a no efectuar ninguna investigación malintencionada. "Ese es el punto esencial de las negociaciones entre los países signatarios de la Convención de 1972".



Secuencias genéticas en Internet

### 3. LA IMPORTANCIA DEL CONTROL EN LOS LABORATORIOS DE ALTA SEGURIDAD BIOLÓGICA Y DE LOS CIENTÍFICOS POCO ESCRUPULOSOS

El desafío biotecnológico no solo radica en la buena o mala utilización de las técnicas, por parte de los científicos, sino en la adecuada seguridad de los laboratorios biológicos, donde se desarrolla esta manipulación genética, que hoy día no está garantizada. La evolución de este desarrollo científico, se manifiesta en los últimos años por los acontecimientos históricos que están sucediendo en el mundo. Comenzó al acabar la II Guerra Mundial, donde los Servicios de Inteligencia de los EEUU reclutan a los científicos alemanes más brillantes del III Reich, sobre todo aquellos que hubieran despuntado en balística, armas químicas y experimentación médica. Esta se denominó "Operación Paperclip". Aun en la actualidad, gran parte de la información concerniente a la Operación Paperclip es considerada material de alto secreto.

También la proliferación de los conocimientos sobre las armas biológicas se agravó con el derrumbe de la Unión Soviética. En la URSS de los ochenta, cerca de 30.000 científicos se dedicaban a la biología. En su mayoría hoy están sin trabajo, debido a las dificultades económicas del país. El año pasado algunos revelaron que ciertos Estados habían establecido contacto con ellos, pues querían obtener informaciones sobre los microbios utilizables en caso de guerra para destruir o proteger cosechas y sobre las técnicas de ingeniería genética que podían servir para fabricar gérmenes mortales sin antídoto. Según Malcolm Dando, existen medios de disuadir a los científicos de la ex-URSS de embarcarse en empresas de esta índole. Por ejemplo, habría que acercarse a ellos para impulsar proyectos comunes de investigación así como la reconversión en actividades civiles de los laboratorios e institutos que en el pasado se dedicaban a la defensa.



Los nazis en el Pentágono en la “Operación Paperclip”

Lo mismo ocurre en África, otro escenario caliente, en la actualidad, donde han crecido este tipo de laboratorios biológicos, donde su protección no está garantizada. En los últimos años, las pandemias de sida, tuberculosis y malaria, que castigan con especial virulencia el continente negro, han propiciado la proliferación de laboratorios biológicos, construidos por las grandes potencias, debido a la abundante cantidad de patógenos para la investigación con fines biomédicos. Sin embargo, los laboratorios del África Subsahariana carecen de sistemas de seguridad adecuados y los patógenos no están correctamente identificados, por lo que no es fácil determinar si implican un riesgo grave para la población. El material biológico que se manipula en estos laboratorios, puede caer en manos de terroristas que lo utilicen contra la salud humana, animal o vegetal, de tal forma que tienen la capacidad de provocar más muertes que en el pasado tenían las armas nucleares. Por ello habría que estrechar la vigilancia en los países de África del Este, donde existen numerosas células de Al Qaeda y es mayor el nivel de radicalización de algunos sectores de la población musulmana. África es sede de varios grupos terroristas y los ataques aquí y en el Magreb han puesto de manifiesto esa amenaza.

Los EEUU sospechan que Al Qaeda en el Magreb Islámico (AQIM) haya intentado desarrollar, en el 2009, la bacteria de la Yersinia Pestis (la peste) en Argelia. Los diarios argelino Echorouk y estadounidense The Washington Times informaron que la filial de Al Qaeda en el norte de África ha tenido que abandonar recientemente un campamento en el norte de Argelia debido a un brote de peste.

Las informaciones apuntan que la epidemia ha provocado 40 bajas en el seno de la organización, y sostienen que la causa es un fallo en el desarrollo de una nueva arma bacteriológica, que tiene la bacteria de la peste como principal componente.

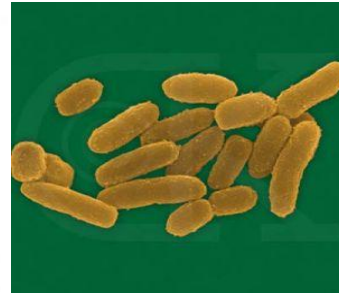
Un alto funcionario de los servicios de inteligencia estadounidenses ha confirmado el percance a “The Washington Times”. La base abandonada está en las proximidades de Tizi Ouzou, en una región boscosa con fuerte presencia de la organización heredera del Grupo Salafista para la Predicación y el Combate (GSPC).



Argelia



Vector transmisor Bacteria Yersinia Pestis



Según otra fuente de información, Counterterrorism Blog, una web solvente, el incidente explicaría que 60 yihadistas de AQIM de la misma región se hayan entregado de pronto a las autoridades argelinas. Más que a un arrepentimiento masivo, la entrega se debería al pánico que ha provocado la epidemia entre los militantes de la organización.

La misma fuente asegura que hace un año, terroristas paquistaníes viajaron a los campos de entrenamiento de AQIM en Argelia para adiestrar a su organización satélite en la producción de agentes biológicos. El desarrollo de armas bacteriológicas siempre ha estado entre las prioridades del yihadismo por el alto poder destructivo que conllevarían, y hace tiempo que Al Qaeda presiona a sus fieles en el Magreb para que cometan atentados de destrucción

masiva en su área de influencia, que incluye a Europa. La presión puede haber jugado una mala pasada a los radicales.



Laboratorio y centro hospitalario en África

Construir la capacidad de biovigilancia en África es prioritario, aunque es una tarea muy complicada que exige el esfuerzo de muchas organizaciones y de la comunidad internacional.

Ante una situación como la actual cabe preguntarse por qué no se han tomado o se toman medidas que impidan que hechos como los descritos lleguen a producirse. Esta pregunta no es nueva. Joshua Lederberg, premio Nobel de Medicina en 1958 por sus descubrimientos en el campo de la genética, dijo en una reunión sobre desarme de las Naciones Unidas celebrada en 1970: es indudable que existe el potencial para diseñar y desarrollar agentes infecciosos mediante la manipulación genética ante los que no hay defensa posible.

Hay laboratorios por todo el mundo donde se están investigando desarrollos biomédicos, para el control de enfermedades infecto-contagiosas, tanto en el campo del diagnóstico como el de la prevención (desarrollo de nuevos medicamentos y vacunas).

Algunos de estos laboratorios son sospechosos de tener una investigación de doble uso, como son el desarrollo de armas biológicas.



Laboratorio de investigación de enfermedades animales en EEUU - Laboratorio de Plum Island

#### 4. PROCEDIMIENTOS DE CONTROL SOBRE ARMAS BIOLÓGICAS

Como consecuencia a la información que se tenía del desarrollo de programas de Armas Biológicas por varios países, unido a los evidentes efectos sobre la población del uso de agentes tóxicos durante los conflictos bélicos que se habían producido en las últimas décadas del siglo pasado, llevaron a la creación en 1972 de la denominada Convención sobre Armas Biológicas y Toxinas. El mencionado organismo está integrado por 160 países y liderado por EEUU, Gran Bretaña y la antigua Unión Soviética.

Esta Convención se ha creado, a nivel mundial, para controlar el desarrollo de la no proliferación de Armas Biológicas. Su andadura comenzó en 1975 y su primera actividad fue el establecimiento de una prohibición total del desarrollo, producción y almacenamiento de sustancias que pudieran convertirse en armas de destrucción masiva. Sin embargo, los propios responsables de la Convención consideran que la ausencia de una buena organización, así como la falta de medidas eficaces para el control, ha provocado que se dé una sucesión de trasgresiones de los dictados por parte de algunos estados miembros.

"La amenaza de nuevas armas genéticas va a convertirse en un problema serio para la comunidad internacional", estima Michel Moodie, Presidente del Instituto de Control de Armas Químicas y Biológicas, con sede en Estados Unidos. La convención se refiere a esas armas pero habría que añadirle un protocolo que establezca medidas de control de las exportaciones y el fortalecimiento de los dispositivos de información sobre los países sujetos a riesgo.

Se aboga por una estrecha vigilancia de todos los campos de la biotecnología a nivel mundial, y porque se abra un debate público acerca del uso del mapa del genoma, esas medidas pueden reducir la amenaza, pero no eliminarla.

En los años 70 se sospechaba que la URSS y los países aliados habían utilizado una toxina conocida como lluvia amarilla en sus campañas en Camboya y Afganistán. Cuando se constituyó la actual Rusia, los nuevos dirigentes admitieron ante la comunidad internacional que la antigua Unión Soviética había mantenido las actividades para el desarrollo de armamento biológico hasta 1992. Desde la década de los 80 se vienen sucediendo los episodios de bioterrorismo provocados por grupos de distinta índole. Los atentados van



desde la contaminación de comida en restaurantes hasta el intento de soltar esporas de ántrax en una ciudad como Tokio.

En 1995 las Naciones Unidas consiguieron acceder a las actividades de Irak para la producción de bombas biológicas. Finalmente en 2003, EEUU entra en guerra con Irak, con la principal justificación de no creer que éstos se hayan deshecho de todo su armamento biológico de destrucción masiva. Por otra parte, los servicios de Inteligencia tienen información de que son numerosos los países que tienen todavía en marcha trabajos para crear armamento bacteriológico. De ahí las llamadas de atención de los especialistas para hacer efectiva la labor de la Convención sobre Armas Biológicas y Toxinas.



**Instituto de investigaciones médicas en enfermedades infecciosas del Ejército EEUU**

Pero todo esto sirve para hacernos una pregunta: ¿Es cierto que ya existe o pronto existirá la posibilidad de modificar características genéticas o étnicas mediante agentes biológicos? En foros internacionales, cuando se trata este tema y se pregunta a expertos en la materia, unos dicen que hay motivo para preocuparse. Sus respuestas son: «Mi gobierno está muy preocupado, pero no le puedo decir más»; «si aún no es posible, pronto lo será»; «sí, pero esta tecnología permitirá que la medicina dé pasos de gigante, y los intereses comerciales en juego son enormes.

Otros expertos consultados estaban convencidos de que nunca sería posible crear esas armas. ¡Gran dilema! Si no era posible, de nada serviría dar la alarma, pero si era posible, debíamos hacerlo. El problema es que no lo sabemos. Ahora bien, independientemente del hecho de que fuera o no posible crear esa arma, debemos tener en cuenta la responsabilidad que conllevaba decir que no era posible.



La Asociación Médica Británica hizo un estudio en el que se preguntaba lo siguiente: los avances de la biotecnología, la manipulación genética y el conocimiento de la estructura genética, ¿permiten fabricar armas biológicas para alterar características genéticas o grupos étnicos determinados? En el informe *Biotechnology, Weapons and Humanity*, publicado en 1999, se contesta a esta pregunta con un «sí» cauteloso, y se concluye lo siguiente: la profesión médica y veterinaria tiene el deber de plantear esta cuestión; la Convención sobre las armas biológicas debe ampliarse; debe adoptarse un protocolo estricto y eficaz para verificar que los Estados cumplan con dicha convención, y es preciso establecer métodos de control, junto con las comunidades médica y científica, para garantizar que los conocimientos técnicos que conllevan estos notables avances científicos queden en manos de gente responsable.

A los especialistas en control de armamentos les inquieta mucho que las armas biológicas caigan en manos de grupos terroristas o de sectas. Como comentamos anteriormente, en 1995, el atentado con gas sarín (un gas tóxico asfixiante y mortal) cometido por la secta Aum Shinrykio en el metro de Tokio arrojó un saldo de doce muertos y 5.000 heridos.

Frente a esos riesgos, la primera medida que preconizan los expertos es reforzar la Convención sobre Armas Bacteriológicas y Tóxicas de 1972, que prohíbe concebir, fabricar, almacenar o adquirir armas de ese tipo.

La preocupación de los EEUU por el bioterrorismo, sorprendió a la comunidad mundial al rechazar las nuevas propuestas para reforzar la Convención sobre Armas Biológicas y Tóxicas. El escollo principal eran los procedimientos de verificación que permitían a los Gobiernos inspeccionar los laboratorios de las empresas estadounidenses de biotecnología. El 40% de las compañías farmacéuticas y de biotecnología están domiciliadas en EEUU, y dejaron claro a los negociadores estadounidenses que no tolerarían el control de sus instalaciones por miedo al robo de secretos comerciales.

La mayoría de los Gobiernos, alegan que su trabajo en materia de guerra biológica es solo de naturaleza defensiva, y subrayan que el actual Tratado sobre Armas Biológicas permite la

investigación defensiva. Con todo, la mayoría reconoce que en este campo es prácticamente imposible distinguir entre investigación defensiva y ofensiva.

Por consiguiente, el futuro de la actual Convención sobre Armas Biológicas y Tóxicas se encuentra gravemente comprometido, aunque no se aborde la cuestión de la verificación y el cumplimiento.

En el futuro, las aplicaciones destructivas de la nueva revolución biotecnológica serán tan impresionantes como sus usos constructivos.

## 5. EL FUTURO DE LAS ARMAS BIOLÓGICAS

Como acabamos de comprobar, las técnicas de ingeniería genética no solo están al servicio de fines altruistas, de carácter médico o económico-social, sino que al mismo tiempo se emplean con fines militares y terroristas, pues no en vano se trata de una tecnología capaz de aniquilar a millones de seres humanos en un corto espacio de tiempo y de crear inestabilidad a cualquier país que este amenazado. La posibilidad, atractiva para los militares y grupos terroristas, de crear un germen que actúe solo contra determinadas poblaciones, poseyendo al mismo tiempo una vacuna que haga inmune al agresor a sus efectos se está convirtiendo en realidad en la era de la ingeniería genética.

Existe un interesante paralelismo entre las armas biológicas recombinadas genéticamente y la energía nuclear en cuanto a fines bélicos se refiere. Ambas armas tienen un efecto aniquilador parecido, pues, en algunos casos las armas biológicas pueden tener un radio de acción letal todavía más amplio que las radiaciones ionizantes de origen nuclear, tanto las armas atómicas como las biológicas «contaminan» durante decenios los territorios donde son aplicadas, y ambos sistemas conllevan un alto riesgo de manipulación y de producción. Sin embargo, en algunos aspectos las armas biológicas pueden ser para los militares y políticos más atractivas que las atómicas: no destruyen la infraestructura del país conquistado, solo, al estilo de la bomba de neutrones, aniquilan a la población humana; y si además el país agresor se halla en posesión de una vacuna efectiva contra la epidemia, su población y su ejército pueden ocupar sin grandes problemas el territorio conquistado a pesar de la contaminación biológica. Por todas estas razones creemos que en los próximos decenios proliferarán los proyectos y centros dedicados a la investigación de armas biológicas en todo el mundo.

## 6. CONCLUSIONES

Los datos expuestos nos sirven para estar informados, pero no alarmados, ya que si ocurriera un evento de este tipo, se tendría que dar una respuesta rápida y eficaz. Eso se logra con una buena información que nos permitiría darnos cuenta de lo que está ocurriendo. Para eso tenemos que tener preparados, laboratorios, protocolos y equipos de actuación que puedan controlar la amenaza lo antes posible. En España, se aprobó por el Ministerio de la Presidencia, "Orden PRE/305/2009, de 10 de febrero", la Red de Laboratorios de Alerta Biológica (RE-LAB), donde la componen una serie de laboratorios de nivel 3 de Seguridad Biológica, en distintas áreas (Salud Pública, Sanidad Animal, Sanidad

Medioambiental, Sanidad Alimentaria y Sanidad Vegetal) que serían los encargados de dar una respuesta a una Amenaza Biológica.

*Coronel Veterinario (R) Luis Enrique Martín Otero<sup>1</sup>  
Responsable del Laboratorio de Referencia Nacional, en la Crisis Biológica frente al Ántrax  
Coordinador de la Red de Laboratorios de Alerta Biológica (RE-LAB) en el Laboratorio de Vigilancia  
Sanitaria Veterinaria de la UCM (VISAVET)*

---

<sup>1</sup> Las ideas contenidas en los Documentos de Opinión son de responsabilidad de sus autores, sin que reflejen, necesariamente, el pensamiento del IEEE o del Ministerio de Defensa.