

## Introducción

*Joaquín Goyache Goñi*

---

En el mundo globalizado que caracteriza al siglo XXI, se han puesto de manifiesto los riesgos y amenazas a la seguridad biológica derivados de una nueva situación caracterizada por el intercambio a nivel mundial de personas, productos, conocimientos y tecnologías.

El actor principal hasta ahora, caracterizado por el Estado, ha tenido que compartir espacio con otros que eran menos relevantes, pero que han adquirido una importancia significativa. De este modo se observa cómo se han posicionado con fuerza las organizaciones, grupos e individuos, que han demostrado en ocasiones unas capacidades que en otros tiempos no hubieran podido ser ni siquiera imaginadas.

En este nuevo entorno, la humanidad ha sufrido recientemente una pandemia a escala global, de cuyas consecuencias todavía no se ha repuesto. Igualmente, en diversas ocasiones se ha producido la transmisión de enfermedades de todo tipo a los humanos, los animales y las plantas, ocasionando graves daños que han repercutido globalmente en los sistemas de salud, las economías o el medio ambiente.

Si se tiene en cuenta que lo anteriormente mencionado se ha producido, en la mayoría de los casos, por motivos naturales, o a lo sumo por causas no intencionadas, podríamos preguntarnos qué es lo que podría ocurrir si nos enfrentásemos a una crisis biológica en la que existiese la intención deliberada de producir un daño.

En este sentido, en el inicio del siglo XXI, concretamente entre los meses de septiembre y octubre del año 2001, se produjo la llamada «crisis del ántrax» en los EE. UU. En dicha ocasión el envío de esporas de *Bacillus anthracis* a través de cartas, utilizando el sistema de envío postal, ocasionó la infección de 22 personas y la muerte de 5 de ellas. Más allá del daño sobre dichas personas, la contaminación producida paralizó varios servicios públicos y obligó a realizar labores de descontaminación de determinadas instalaciones, ocasionando cuantiosas pérdidas económicas. Al igual que en otros muchos países, en España tuvieron que ponerse en marcha mecanismos de alerta, diagnóstico y respuesta.

Desde ese principio de este siglo, crítico desde el punto de vista biológico, hasta el día de hoy, se han producido una serie de acontecimientos que se han desarrollado a medida que evolucionaba el nuevo orden mundial. Comenzando por la posibilidad del empleo de agentes biológicos por parte de grupos terroristas, se ha llegado, de nuevo, a contemplar escenarios en la que actores estatales pudieran desarrollar armas relacionadas con la guerra biológica. En este entorno, las campañas de desinformación pueden actuar con un cierto grado de impunidad, por lo que la falsa e interesada atribución de acciones de este tipo pueden ser utilizadas para cambiar las percepciones de las élites dirigentes o las poblaciones contra las que van dirigidas.

Para poder comprender el panorama que se dibuja y complementar la participación de los proliferantes actores potenciales y sus posibilidades de actuación en lo que constituyen riesgos y amenazas, se hace necesario hablar de vulnerabilidades. En un sistema sanitario robusto como el de nuestro entorno, parece que las posibilidades de que ocurran sucesos relacionados con la intención deliberada de causar un daño biológico son escasas. No obstante, ningún sistema es invulnerable y, en el caso de una evolución de la amenaza, se impone una evolución en paralelo que la reduzca.

La vulnerabilidad no debe contemplarse en el plano exclusivo de la salud humana, sino que hay que tener en cuenta la anterior-

mente referida necesidad de integrar como un todo a las personas con los animales y plantas dentro de un entorno y en un ecosistema que sea lo suficientemente resiliente. De ahí que el concepto *One Health* sea tan importante en este ámbito.

«El éxito solo se logra anticipándose a las circunstancias futuras y desarrollando mecanismos de respuesta que en el futuro puedan aplicarse para evitar desviarnos del camino». Como les sucede a los habitantes del país de la Reina Roja de Lewis Carroll, que deben correr lo más rápido posible solo para permanecer en el punto donde se encuentran debido a que la tierra que pisan se mueve con ellos, así la sociedad en la que vivimos debe mantener el movimiento, haciendo que el desarrollo tecnológico nos permita, si no evolucionar a una posición más favorable, sí mantenernos en la posición actual.

Es en este sentido en donde podemos afirmar que el desarrollo tecnológico ha evolucionado de la misma forma, manteniendo un movimiento constante e incesante que ha permitido el desarrollo de nuevas tecnologías y herramientas que han sido consecuencia del crecimiento exponencial, si no de la humanidad, sí de la especie humana. Podemos decir que los avances tecnológicos que han permitido el progreso que hemos conseguido hoy en día son buenos per se, no obstante, a pesar de su esencia benévola pueden ser potencialmente peligrosos. La aplicación de cualquier desarrollo tecnológico con un mal fin es un hecho posible, la tecnología en las manos inadecuadas puede convertirse en la peor de las armas, pudiendo producir el mayor retroceso que jamás haya tenido lugar en la historia de la humanidad. Este hecho recibió originalmente el nombre de «tecnología de doble uso», pero con el tiempo ha añadido la coletilla «que pueda ser motivo de preocupación». Avances tan recientes, algunos galardonados con el Premio Nobel como los sistemas de edición génica basados en la tecnología CRISPR o el desarrollo de terapias y vacunas basadas en el uso del ARN, han supuesto un increíble avance, no solo en el campo de la investigación básica, sino, también, en el campo de la investigación aplicada, como el desarrollo de fármacos frente a pandemias.

La estrecha relación que existe entre el desarrollo tecnológico y el defensivo es un hecho histórico constatado, caracterizado en esencia por su naturaleza bidireccional. El desarrollo y la evolución de la tecnología ha propiciado diferentes avances en táctica, logística y armamento, pero, también, en las necesidades defensivas (u ofensiva en algunos casos, desgraciadamente), que han

permitido, condicionado y obligado, el desarrollo de las tecnologías que actualmente, en el mundo que habitamos, son esenciales para nuestro día a día.

El siglo XX fue un punto de inflexión en la historia de la ciencia y la tecnología. Durante ese siglo se creó el concepto de investigación y desarrollo (I+D), que actualmente ha evolucionado de una forma reiterativa hacia la investigación, el desarrollo y la innovación (I+D+i). Así pues, podemos plantearnos la siguiente cuestión: ¿qué es el desarrollo si no la innovación en estado puro? Pues bien, el desarrollo en tecnología, y especialmente la investigación en tecnología biológica, ha permitido avances innegables en la calidad de vida de las personas, en la salud, la agricultura y la ganadería, la industria y la protección, tanto individual como colectiva, frente a diversos agentes biológicos.

Pongamos uno de los ejemplos que en la actualidad es de sobra conocido por toda la sociedad, la pandemia del SARS-CoV-2. Los diferentes avances tecnológicos han permitido controlar y responder de una manera rápida y eficaz a esta terrible epidemia comparable a la de la gripe de 1918 o la peste de la Edad Media. Los diferentes campos de la ciencia que se han visto implicados en el desarrollo de respuestas y tratamientos durante esta pandemia son aquellas áreas de la ciencia que mayor desarrollo tecnológico han experimentado a lo largo de los últimos siglos.

En el siglo XXI vivimos en un mundo tecnológico. Si rápidamente pensamos en porqué decimos que nuestro mundo actual es tecnológico, innegablemente aparece el campo de la informática. Bien, pues de la misma forma que el desarrollo informático ha tenido un gran impacto en la sociedad actual, también lo ha tenido sobre todas las ciencias, y más concretamente en las ciencias de la vida. En este caso en concreto el impacto ha sido tan importante que ha obligado a crear una nueva disciplina, la bioinformática, que permite el análisis, almacenamiento y difusión de grandes volúmenes de datos de origen biológico (análisis de metadatos). Junto con el progreso de la bioinformática se han desarrollado e implementado las tecnologías basadas en la secuenciación del ADN. No se puede afirmar cual ha jugado el papel de motor y cual el director en la pareja, ya que el avance y la sincronización entre ambas disciplinas ha ido siempre en paralelo.

El avance de las plataformas de secuenciación de ácidos nucleicos persigue un único objetivo, obtener datos certeros de la secuencia de estos, cada vez con menor material de partida,

procesamiento y coste. Si volvemos al ejemplo anterior, gracias al desarrollo de estas dos herramientas puestas al servicio de la investigación, hemos conseguido, en cuestión de muy pocos meses, no solo determinar el agente causante de la enfermedad respiratoria grave, posteriormente denominada COVID-19, sino también hacer un análisis sobre la trayectoria evolutiva del mismo, su control y vigilancia de las nuevas cepas o variantes, así como el diseño y producción de vacunas, y el desarrollo de herramientas diagnósticas y de tratamientos efectivos.

El despliegue de técnicas diagnósticas y de tratamientos, a pesar de poseer toda la información génica relativa al virus causante de la enfermedad, jamás habría sido posible sin el empleo de las herramientas de edición génica. Las herramientas de edición génica comenzaron a desarrollarse a mediados del siglo XX, siempre imitando, y aprovechando, la maquinaria y estrategias disponibles en la naturaleza. El desarrollo de la edición génica siempre se ha basado en la mejora y adecuación a las condiciones de aplicación de diferentes procesos que ocurren en diversos organismos presentes en la naturaleza. La reacción en cadena de la polimerasa (PCR) no es otra cosa sino la adecuación a las condiciones disponibles en el laboratorio del proceso de síntesis de ADN de una bacteria que habita en las lagunas termales del Parque Nacional de Yellowstone (EE. UU.). Las herramientas de corte del ADN se basan en mecanismos de reparación del mismo que suceden de forma habitual en la naturaleza. Por ejemplo, las herramientas de edición génica mediante el sistema CRISPR se basan en el funcionamiento del sistema de defensa de las bacterias frente a bacteriófagos que las infectan. Así, el desarrollo de este campo de las ciencias de la vida se nutre, y nutrirá, de la observación de los procesos naturales que ocurren en los (micro) organismos y en la adecuación de estos por la ciencia.

La biología sintética es el fruto de todo el desarrollo tecnológico anterior y el conocimiento obtenido hasta este momento. Se basa en la síntesis de microorganismos *ex nov* u organismos quimera aprovechando toda la información génica disponible en las bases de datos. De esta forma se pretende desarrollar organismos cuyo material genético se haya sintetizado *in vitro*, donde, posteriormente, se introduce en una carcasa funcional, o bien, crear organismos con nuevas capacidades aprovechando el potencial que otros organismos, que son más difíciles de manejar, presentan. De esta forma, por ejemplo, se han desarrollado vacunas eficaces frente a diferentes enfermedades.

Innegablemente, todos estos avances tienen una repercusión directa en la investigación básica y en el desarrollo de sus diferentes aplicaciones. El empleo de estas técnicas conlleva la aparición de varias consecuencias secundarias, entre ellas, el impacto sobre el ambiente y sobre la bioseguridad.

Si entendemos como ambiente todo aquello que rodea al ser humano, incluyendo los animales y plantas que habitan con nosotros (algunos de los cuales nos sirven como alimento), así como el entorno en el que desarrollamos nuestra vida. La salud del ambiente que nos rodea innegablemente tiene un impacto sobre la salud de las personas, y viceversa. En esta sola frase podríamos resumir el concepto, tan actual, de *Una Salud*, o *One Health* en inglés.

Entendemos, que, si interferimos sobre la seguridad, ya sea humana o del ambiente, la contraria se verá modificada y reaccionará de manera recíproca. La liberación (intencionada o accidental) de agentes biológicos modificados genéticamente que puedan afectar a la salud pública, a la sanidad animal o vegetal, o a la salud medioambiental, indudablemente tendrá su repercusión en todos los demás actores que forman parte del ciclo. Es por ello que es necesario establecer medidas preventivas que impidan la liberación accidental de estos organismos al medio, así como diseñar medidas correctoras para paliar los efectos que estos pudieran tener si ese caso se llegase a producir. El empleo de instalaciones de contención biológica, en sus diferentes niveles (sobre todo las de nivel III y IV), son fundamentales para lograr este objetivo, tanto a nivel sanitario (hospitales) como de centros de investigación.

En numerosas ocasiones el número de instalaciones de este tipo que un determinado país posee es un indicativo del riesgo de que un escape al que nos estamos refiriendo pueda ocurrir. Pero no solo indicativo del riesgo de escape (intencionado o no), si no de la capacidad que ese país tiene de desarrollar diferentes agentes biológicos que puedan emplearse con fines ofensivos, pues, tal y como comentamos anteriormente, toda tecnología puede ser como el dios romano Jano y mostrar dos usos (o caras) absolutamente contrarios.

No solo los distintos estados a través de sus instituciones académicas e investigadoras pueden desarrollar y aplicar las distintas tecnologías. También otros actores, fuera de los marcos de control gubernamentalmente establecidos, pueden emplearlas para

alcanzar sus objetivos (lícitos o ilícitos). En ocasiones el objetivo es absolutamente noble a pesar del riesgo que pueda llevar asociado, como el estudio de enfermedades causadas por agentes biológicos emergentes, su tratamiento farmacológico y su prevención. Pero en otras ocasiones, la propia intención, puede ser ilegítima, como en el caso de la manipulación de los citados agentes para su uso como armas de destrucción masiva. Grupos alternativos o incluso lobos solitarios que se planteen un ataque empleando agentes biológicos, pueden utilizar la tecnología desarrollada para su creación o transformación, y así alcanzar su fin gracias a la difusión incontrolada de manuales para la producción y manipulación de estos, ya existentes en Internet o a través de la red oscura (*dark web*). Por ello, en ocasiones, es necesario poner puertas al conocimiento.

El conocimiento, como decía Sir Francis Bacon, es poder. Está claro que nadie debe poder ostentar el dominio sobre el conocimiento, y que este debe ser democrático y de fácil acceso, pero sí se debe controlar las posibles consecuencias que ese conocimiento puede tener. La difusión del conocimiento solo puede contribuir a su crecimiento y enriquecimiento, y actualmente, gracias a los sistemas de comunicación, la velocidad a la que este se distribuye es gigantesca. La inquietud por la ciencia y por el desarrollo ha llevado a la creación de nodos o grupos de trabajo, denominados en inglés *do-it-yourself*, que se basan en la divulgación y aplicación del conocimiento científico y tácito que se requiere para la aplicación de las nuevas herramientas disponibles en las ciencias de la vida. En ocasiones, cuando se trata de información sensible, cuya aplicación por actores no formados adecuadamente, o con intenciones maliciosas, pueda conducir al desastre, esta información debe mantenerse en cuarentena hasta que se puedan desarrollar medidas preventivas para evitar el daño que su mala utilización pueda ocasionar.

Debemos ser capaces de comprender que jamás podríamos haber llegado al punto en el que nos encontramos como sociedad sin la ayuda del desarrollo tecnológico y la constante evolución de este. Es por ello que no debemos huir de la innovación, de la renovación y de la actualización constante del conocimiento, que nos permitirá seguir avanzando, pero siempre, considerando los riesgos que ello puede conllevar y estableciendo las medidas necesarias para disminuir y controlar el peligro al que, como colectividad, podríamos estar expuestos. También debemos ser conscientes que una sociedad donde el desarrollo tecnológico no

evolucione de forma paralela a uno ético, será una sociedad abocada a la autoextinción.

En este nuevo entorno hacía falta tener una iniciativa que tratase este tema como complemento holístico de otra obra ya realizada, ya que con anterioridad se había publicado el Cuaderno de estrategia del CESEDEN n.º 203 titulado *Emergencias pandémicas en un mundo globalizado: amenazas a la seguridad*, que presentado el 9 de marzo de 2020 fue un verdadero anticipo de la grave crisis que se avecinaba.

En esta ocasión se trata de culminar una inquietud y poder trasladarla al público en general, y a los órganos de decisión y trabajo relacionados con el tema en particular, para crear una verdadera conciencia de bioseguridad. Esta conciencia debe permitir crear un conocimiento real de la situación, que refuerce las bases para que la sociedad perciba un problema que le afecta directamente. Mediante la anticipación se pueden diseñar soluciones que permitan que nuestro sistema de vida se vea lo menos afectado posible en el caso de producirse una crisis de estas características.

Por ello, se necesita crear una estructura aún más eficaz para la prevención y respuesta ante una crisis biológica. Ello implica una participación más coordinada de los principales actores en todos los niveles. Dado el carácter específico del caso español, ello implicaría a todas nuestras administraciones, pero, también, debería contar con la participación internacional y por parte del sector privado.

La creación de una estructura coordinada podría ser la base de la identificación de capacidades disponibles, duplicidades y carencias, así como la posible asignación de roles y responsabilidades para evitar la realización de actividades superpuestas o, lo que es peor, que no se cubriese una determinada necesidad de actuación. Otro posible campo de trabajo de esta estructura sería la identificación de futuros escenarios de crisis y la investigación de nuevas tecnologías que permitiesen una respuesta con mayores capacidades que las actuales.

La existencia de una estructura coordinada permite que sus componentes intrínsecos sean capaces de enfrentarse a una crisis mediante el establecimiento de planes de prevención y actuación de todo tipo. Dentro de ellos, la dotación de medios, el establecimiento de procedimientos, la instrucción y el adiestramiento continuos serán la clave del éxito, algo que señalará que se han



alcanzado grados de respuesta adecuados a las previsiones más exigentes.

El mantenimiento de la estructura creada sería también un importante punto de apoyo, pues es lo que proporciona continuidad en el tiempo. Para ello se necesita una actualización continua de personal, materiales y conocimientos, que permitan que la estructura se adapte progresivamente a los cambios de situación que se puedan ir derivando de los diferentes escenarios críticos que se presenten. Uno de los aspectos más relevantes puede venir dado por la facultad de adquisición de datos e información, así como por su capacidad de procesamiento e, incluso, respuesta rápida en todos los niveles. En este tipo de casos el uso de procedimientos de tratamiento de la información e inteligencia artificial serán muy importantes.

Todo ello nos lleva a pensar en la necesidad de partir de un documento base que identifique necesidades y asigne determinadas responsabilidades. Analizando la Estrategia de Seguridad Nacional (ESN) del año 2021, se aprecia que esta cuenta con la posibilidad de la existencia del riesgo biológico dentro de la posibilidad accidental de catástrofes y emergencias.

Además, la ESN identifica claramente la posibilidad del uso deliberado de agentes biológicos por parte de actores de todo tipo, incluyendo a estados, organizaciones terroristas, redes criminales e incluso individuos aislados. A todo ello habría que añadir la ya referida posibilidad de que se produzcan epidemias o pandemias por causas naturales.

También hay que tener en cuenta la interconexión que puede tener cualquier tipo de riesgo y amenaza, la importancia del componente tecnológico y la posibilidad del empleo de estrategias híbridas por parte de los diversos actores. Al estudiar en detalle todas estas interconexiones en cada uno de los ámbitos de la ESN, se comprende que de ella se hayan derivado otras de segundo nivel, con mayor o menor grado de actualización. Entre todas ellas se pueden relacionar las de seguridad marítima, seguridad aeroespacial, ciberseguridad, seguridad energética, contra crimen organizado/delinuencia grave, contra el terrorismo o protección civil.

Haciendo una comparación con el resto de los países del entorno en el que se encuentra España, existe una similitud en sus estrategias de primer y segundo nivel, relacionadas directamente con temas de seguridad nacional. Sin embargo, se observa que

muchos de estos estados cuentan con estrategias de seguridad específicas para el ámbito biológico, y que muchas de estas se encuentran en periodo de revisión, debido a la vertiginosa evolución de los acontecimientos y los avances científicos que nos sorprenden día a día.

Cabe plantearse si tras haber abandonado el periodo más crítico de la pandemia, el incremento de la conflictividad global y el salto científico y tecnológico ante el que nos encontramos, se necesita diseñar una estrategia biológica para España, al igual que el resto de países con un nivel de desarrollo equiparable.

Sea cual sea la resolución final de los decisores, se hace necesario dotar a estos y a sus órganos de apoyo y planeamiento, de una base documental lo suficientemente amplia, unificada y clarificadora que les permita abordar un tema de una importancia tan trascendental. Igualmente, la comunidad científica debe dotarse de una aproximación holística a un problema que trasciende más allá de los ámbitos académicos o de la investigación. Por otra parte, es necesario el respaldo social para abordar este tipo de temas, y qué mejor que contar con una información veraz.

Por todo ello, nos hemos aventurado a la realización de este Cuaderno de Estrategia, que distribuido en módulos, pretende abordar de una forma holística la amenaza biológica en la actualidad.

En el primer módulo, denominado «Historia», se aborda el uso malintencionado de agentes biológicos a través de sucesos recientes y pasados. Consta de un extenso capítulo elaborado por D. Domingo Marquina Díaz y D. Javier Vicente Sánchez, en el que se realiza un repaso de los principales acontecimientos en los que el ser humano ha empleado agentes biológicos de una forma estratégica y táctica. De forma paralela a este uso, los autores también realizan un camino por la evolución de los grandes descubrimientos que se han ido sucediendo en el campo de la microbiología y la bioquímica, y que abren nuevas posibilidades al empleo de los microorganismos y sus toxinas con fines malintencionados.

El segundo módulo lleva por título «Evaluación de la amenaza». En él se han agrupado cinco capítulos que permiten realizar una valoración del estado actual de la amenaza biológica. En el primero de ellos, realizado por el Cor. José Ignacio Castro Torres, D. Domingo Marquina Díaz y D. Javier Vicente Sánchez, se definen aquellas características que permiten considerar qué tipo de

agentes biológicos pueden ser considerados como potenciales armas, y qué factores, tanto intrínsecos como extrínsecos, resultan determinantes para su elección.

A continuación de este capítulo, el Cor. Castro aborda la amenaza actual procedente del diseño de los programas nacionales. Además de los escenarios de conflicto abierto, las nuevas condiciones de empleo de agentes biológicos abarcan la denominada zona gris y un entorno de guerra híbrida, que junto con los avances tecnológicos, añaden complejidad tanto en la prevención del uso de armas biológicas por actores estatales como en determinación de la autoría real.

Además de la amenaza de empleo de agentes biológicos por parte de agentes estatales, el Cor. Castro aborda, en otro capítulo, el problema del terrorismo de base biológica. Si bien es cierto que la probabilidad de que se produzca con éxito un acto de bioterrorismo es baja, el empleo de agentes biológicos puede resultar, como demuestra la historia, atractivo para determinadas organizaciones, grupos o individuos. Además, si se tienen en cuenta los avances en biotecnología o incidentes de biocustodia o biocontención en las instalaciones de alta seguridad, el número de posibles escenarios en los que se puede originar una amenaza biológica se amplía considerablemente.

Teniendo en cuenta que la motivación de empleo de agentes biológicos no es solo el causar un gran número de víctimas, si no, también, la posibilidad de originar graves daños económicos, el cuarto capítulo de este módulo está dedicado al agroterrorismo. En él, los autores, el Cor. Alberto Cique y D. Pedro L. Lorenzo, nos recuerdan que el riesgo biológico no solo se circunscribe a los seres humanos, sino que puede afectar a otros seres vivos, ya se trate de plantas o de animales. El empleo estratégico de agentes biológicos en sectores que son claves para la seguridad alimentaria de un país puede implicar, además de riesgos para la salud de las poblaciones, cuantiosas pérdidas económicas y el propio desprestigio de la región o país.

Una vez planteadas la amenaza biológica, el módulo se cierra con un capítulo dedicado a la inteligencia y a las medidas de preparación y respuesta ante el empleo intencionado de agentes biológicos. En él, la Cor. M.<sup>a</sup> del Carmen Aríñez aborda la necesidad de disponer de un sistema de inteligencia afianzado con el fin de afrontar con éxito los posibles factores que modulan el contexto de seguridad ante un ataque biológico. La inteligencia proporciona un conocimiento del contexto, con frecuencia complejo, de

los actores en juego en una situación concreta, su interrelación y su impacto en la seguridad de los ciudadanos en el momento presente y en el futuro.

El módulo 3 está dedicado a los avances tecnológicos en el ámbito de las ciencias de la vida, necesarios para el progreso y el bienestar de las sociedades, pero también preocupantes por su uso dual. El primer capítulo de este módulo está realizado por D. Domingo Marquina, D. Javier Vicente y D. Pedro L. Lorenzo, quienes ofrecen un repaso de aquellos avances que pueden suponer un mayor riesgo de que sean utilizados de forma malintencionada. El estado actual de la bioinformática, de la bioprospección, de las nuevas herramientas de edición genética y de la biología sintética es analizado de una forma magníficamente equilibrada entre el rigor científico y el necesario enfoque pedagógico para facilitar una mejor comprensión para el lector no iniciado en estos temas.

Los avances tecnológicos se producen a un ritmo trepidante y es difícil establecer unos límites que permitan seguir trabajando en unas condiciones que no pongan en cuestionamiento la propia esencia del ser humano. Por este motivo, en este módulo hemos considerado conveniente incorporar un capítulo dedicado a la bioética y la deontología. D. Pedro L. Lorenzo, autor del mismo, desarrolla los conceptos éticos en el contexto de la investigación biomédica y el análisis de las peculiaridades de su posible uso dual. También analiza la necesidad de que los estudiantes y los profesionales en ciencias biomédicas se formen en bioética.

El módulo 3 se cierra con un capítulo dedicado a tecnologías silenciosas, aquellas que pueden parecer de ciencia ficción pero a las que hay que prestar atención por su posible implantación y/o evolución. El capítulo está escrito por el Cor. (ret.) Luis Enrique Martín Otero quien nos advierte del posible desarrollo de armas sónicas, armas psicotrónicas, armas ambientales, armas genéticas, etnobombas, entomológicas y robóticas.

Identificadas las amenazas biológicas y los desafíos asociados, cabe preguntarse qué herramientas existen, a nivel nacional e internacional, para el establecimiento de una arquitectura de seguridad sólida para hacerles frente. Los dos capítulos que tratan esta cuestión forman parte del módulo 4, dedicado a las medidas institucionales. La perspectiva nacional es abordada por D. Ricardo Valverde Ogallar, quien explora la relación entre la seguridad nacional y los riesgos o amenazas biológicas. Por otro

lado, el capítulo realizado por D.<sup>a</sup> Mar Hidalgo García está enfocado al análisis de aquellas estructuras e iniciativas que conforman la arquitectura internacional de seguridad para hacer frente a la amenaza biológica, con especial atención a los desafíos futuros a los que se enfrenta la Convención para la Prohibición de Armas Biológicas y Toxínicas.

El último módulo está dedicado a las estrategias y respuesta para hacer frente a la amenaza biológica. El primer capítulo de este módulo aborda la conveniencia de elaborar una estrategia de biodefensa. Su autor, el Cor. Alberto Cique Moya, partiendo de la base de que resulta más económico la prevención que la repuesta, argumenta la necesidad de aprobar una estrategia de esta temática que emane de la Estrategia Nacional de Seguridad de 2021, y que tenga en cuenta el nivel estratégico, el operacional y el táctico, relacionándose todos ellos para una mejor preparación y respuesta.

Esta visión nacional se complementa con el enfoque holístico que proporciona el concepto de *One Health* que nos describe el Cor. (ret.) Luis Enrique Martín Otero en su capítulo. La aproximación *One Health* es la referencia a una nueva estrategia mundial que persigue y tiene como finalidad incrementar la colaboración interdisciplinar en el cuidado de la salud de las personas, los animales y el medio ambiente, y con la pretensión de elaborar e implementar programas, políticas y normas legales.

Para finalizar el módulo y también la obra, el Cor. Jesús Díaz Alcalde y D. Alejandro González Fernández realizan un exhaustivo análisis de la importancia de la desinformación y estrategias de comunicación frente a las amenazas biológicas. Hoy en día las campañas de desinformación son menos costosas, al tiempo que más difícilmente atribuibles y con un mayor alcance. Es necesario incrementar el conocimiento de los ciudadanos sobre el campo de las amenazas biológicas, así como articular estrategias de comunicación, para prevenir futuras campañas de desinformación y, en su caso, paliar sus efectos.

Esperamos que esta obra contribuya a ampliar ese conocimiento tan necesario de la sociedad española en relación con las amenazas biológicas y fomentar con ello una cultura de seguridad y defensa. La estructura coherente de este cuaderno y su redacción utilizando un lenguaje sin demasiados tecnicismos, aunque con rigor científico —avalado por los profesionales que han participado en su elaboración— seguro que facilitará la tarea al lector.