

# Neurociencia y tecnología emergentes (NeuroS/T): riesgos y amenazas actuales ya corto plazo para la bioseguridad de la OTAN

Dr. James Giordano

“La clave para la victoria o la derrota en la guerra es la gente... la clave para la gente está en el cerebro”<sup>1</sup>

## Introducción: Avances y Viabilidad de la Neurociencia y la Tecnología (NeuroS/T)

La neurociencia emplea una variedad de métodos y tecnologías para evaluar e influir en sustratos neurológicos y procesos de cognición, emoción y comportamiento. En general, la ciencia del cerebro puede ser investigación básica o aplicada. La investigación básica se enfoca en obtener conocimiento y promover la comprensión de las estructuras y funciones del sistema nervioso en una variedad de niveles mediante el empleo de métodos de las ciencias físicas y naturales. La investigación aplicada busca desarrollar enfoques traslacionales que puedan utilizarse directamente para comprender y modificar la fisiología, la psicología y/o la patología de los organismos objetivo, incluidos los humanos.

Los métodos y tecnologías neurocientíficas (neuroS/T) pueden clasificarse adicionalmente como aquellos que se usan para evaluar y aquellos que se usan para afectar las estructuras y funciones del sistema nervioso, aunque estas categorías y acciones no son excluyentes. Por ejemplo, el uso de ciertas drogas, efectos y sondas para dilucidar las funciones de varios sitios del sistema nervioso central y periférico también puede afectar la actividad neuronal.

NeuroC/T se considera ampliamente como una ciencia natural y/o de la vida y existe una intención implícita y limpia, si no una expectativa, de desarrollar y utilizar herramientas y resultados de la investigación en medicina clínica. Dados los objetivos de la medicina para obtener un tratamiento correcto y "bueno" en el mejor interés de los pacientes, la investigación neuroC/T se lleva a cabo de acuerdo con una máxima fundamental de no daño (no maleficencia). Sin embargo, no siempre se puede asegurar la ausencia de daño por el uso

---

<sup>1</sup> Jin H, Hou LJ, Wang ZG (2018). Ciencia del cerebro militar: cómo influir en las guerras futuras. Chino J Traumatología. 21: 277-280.

de los resultados y/o productos de la investigación. Este último punto se ha vuelto algo polémico y es el enfoque de este informe en lo que respeta a los usos potenciales y reales de la investigación en neuroC/ T que son distintas de las aplicaciones previstas, y/o específicamente destinadas a incurrir en consecuencias amenazas demostrables para la salud individual y pública y/o aparato ambiental. Estas aplicaciones de la investigación científica y tecnológica se denominan "uso dual".

## Definición práctica de doble uso<sup>2</sup>

Axiomáticamente, la investigación de doble uso se refiere a la investigación o productos de estudios científicos y/o tecnológicos que pueden emplearse para más de un propósito. De acuerdo con esta definición, las técnicas, tecnologías e información neurocientíficas podrían usarse con fines médicos y no médicos (educativos, ocupacionales, de estilo de vida, militares, etc.). De particular interés es que esta definición formal, aunque general, de doble uso no indica ni sugiere que dichos usos secundarios incurran en cargas, riesgos o daños más allá de los previstos para la intención principal. Tampoco es especialmente útil, ya que todo lo que podría emplearse para más de un propósito entraría en el "uso dual". Para reducir la ambigüedad, aumentar la especificidad y resaltar los posibles riesgos y amenazas de daño, la Oficina de Política Científica (OSP) de los Institutos Nacionales de Salud de los Estados Unidos (EE. UU.) establecida la clasificación de "Investigación de interés de uso dual" (DURC) que implica investigación en ciencias de la vida que se puede anticipar o esperar que proporción información, tecnologías y/o productos que pueden generar consecuencias nocivas para la salud y la seguridad pública, la agricultura, los animales, el medio ambiente y/o la seguridad nacional. Intrínseco a esta definición es la posibilidad, si no la Probablemente, de que tales resultados de investigación puedan ser usurpados para causar daños ilícitos. Además, la clasificación de DURC incluye el uso de herramientas y tecnologías que pueden representar un riesgo y una amenaza de daño como consecuencia de un mal uso involuntario (p. ej., por laxitud en la contención del laboratorio, contaminación, etc.). Cabe señalar que, si bien las aplicaciones y militares de seguridad nacional ciertamente están implicadas en la definición de OSP, si no constituyen parte de ella, y por lo tanto merecerían consideración y tratamiento, no se explicarán específicamente.

La Comisión Europea proporciona una definición aún más específica, que identifica de manera más estricta dichas aplicaciones y objetivos, y clasifica los bienes, productos y tecnologías de doble uso como aquellos "...normalmente utilizados con multas civiles, pero que pueden tener aplicaciones. " Sin embargo, esta definición tampoco especifica con precisión qué tipos de usos dentro de las fuerzas armadas plantearían preocupaciones particulares que podrían ser diferentes o exacerbar

---

2 Giordano J, Evers K. (2018). Uso dual en investigación neurocientífica y neurotecnológica: una necesidad de orientación ética. Ética e aparato en la investigación de las ciencias de la salud y la vida: avances en la ética e aparato de la investigación.4: 129-145.

a otras aplicaciones ocupacionales (p. ej., alteraciones cognitivas, emocionales o conductuales) que podrían representar riesgo o amenaza de daño. Entonces, por ejemplo, ¿el uso no autorizado de neurofármacos o formas de estimulación cerebral no invasiva (NIBS) para optimizar el desempeño del personal militar suscitaría diferentes preocupaciones dadas su posible participación en operaciones de guerra, inteligencia o seguridad nacional? Aquí, si bien la optimización del rendimiento representa un objetivo aproximado, podría también ser visto como un medio instrumental para la guerra.

Por supuesto, también podría argumentarse que tales usos, habilitaciones de desempeño y capacidades resultantes podrían (y tal vez deberían) usar en operaciones de inteligencia y/o diplomáticos para reducir y subvertir la agresión, la violencia y el conflicto. Esto sigue siendo un tema de debate en curso.

De mayor preocupación son los usos de los resultados y productos de la investigación para facilitar directamente el desempeño de los combatientes, la integración de interfaces hombre-máquina para optimizar las capacidades de combate de los vehículos semiautónomos (p. ej., drones) y el desarrollo de armas biológicas y químicas (p. ej., neuroarmas). El potencial para tales usos está respaldado por ejemplos históricos de adopción militar de desarrollos científicos y tecnológicos, que datan al menos de mediados del siglo XIX.

El papel cada vez mayor del apoyo gubernamental en las empresas científicas tanto académicas como industriales a del siglo XX fortaleció el establecimiento de principios de programas inequívocos de usos militares y de inteligencia de la ciencia y la tecnología, incluidos los desarrollos iterativos en química y biología que podrían usar para afectar el sistema nervioso.

Además, dado que una definición formal de un arma es “un medio de luchar contra otros”, se vuelve difícil especificar si y qué herramientas y tecnologías neurocientíficas, cuando se utilizan en contextos militares, pueden y deben preferir armas.

Además, si se ejerce una definición amplia de uso dual o DURC, entonces el criterio de seguridad o daño individual o público podría requerir un tratamiento y análisis más granular de las aplicaciones ofensivas o defensivas, cuestiones de protección versus daño, y una exploración más exhaustiva de medios y multas, en letras grandes. En ausencia de tal aclaración conceptual, las categorías de uso dual y DURC podrían sospechar vagas e interpretarse como demasiado amplias o demasiado limitadas. Esto podría tener implicaciones tanto prácticas como filosóficas.

Esfuerzos más sobrios se han reflejado en informes de asesoramiento del Consejo Nacional de Investigación de EE. UU. encargados por agencias como el Ejército de EE. UU. y la Agencia de Inteligencia de Defensa a principios de la década de 2000. Estos informes surgieron recomendaciones para que la comunidad militar y de inteligencia se identifique y buscara neuroC/T que pudiera desarrollarse para uso operativo. Esto fue profético; porque mientras un Informe de las Academias Nacionales de EE. UU. de 2008, Neurociencia Cognitiva Emergente y Tecnologías Relacionadas, fue algo cauteloso en su visión de la utilidad operativa de la ciencia del cerebro, informes posteriores, incluidos varios documentos técnicos del Pentágono, han reconocido que las técnicas y tecnologías neurocientíficas tienen un alto potencial para

uso operativo en una variedad de empresas de seguridad, defensa e inteligencia. Estos documentos también defendieron la necesidad de abordar los problemas éticos, legales y sociales actuales ya corto plazos generados por dicho uso. Un informe posterior de las Academias Nacionales en 2014, Tecnologías emergentes y fácilmente disponibles y seguridad nacional: un marco para abordar cuestiones éticas, legales y sociales, reflejó este punto de vista y la importancia del compromiso ético. En la actualidad, los productos operacionalmente viables de la ciencia del cerebro incluyen agentes microbiológicos, toxinas, fármacos, dispositivos y datos. Ciertos agentes microbiológicos, tóxicos y productos químicos están regulados y restringidos por políticas, convenciones y tratados internacionales (como las políticas de DURC, y la Convención Biológica y de Toxinas y Armas (BTWC) y la Convención de Armas Químicas (CCA); sin embargo, otras sustancias (incluidos los agentes novedosos que se pueden crear utilizando nuevas herramientas de biología molecular), dispositivos y datos, no lo son. Por lo tanto, neuroC/T no está completamente regulado y gobernado, y por lo tanto es viable para su uso en iniciativas militares, de inteligencia y políticas y operaciones.

## Uso militar y de inteligencia de NeuroS/T3

El uso de neuroS/T para fines militares y de inteligencia es realista y representa una preocupación clara y real. De manera ilustrativa, un informe de 2008 del Comité ad hoc sobre Metodología Militar y de Inteligencia para la Investigación de Ciencias Neurofisiológicas y Cognitivas/Neurales Emergentes en las Próximas Dos Décadas del Consejo Nacional de Investigación de la Academia de Ciencias de EE. UU. afirmó que la neurociencia y la tecnología, si bien poseen potentes capacidades, aún no eran demostrablemente empleables en operaciones militares. Sin embargo, para 2014, el informe posterior del Comité afirmó que la neurociencia y la tecnología habían madurado con cuidado y se fallaron cada vez más y, en algunos casos, se evaluaron para uso en operaciones operativas de seguridad, inteligencia y defensa. Esta evaluación reflejó un Informe del Consejo Nuffield de 2013 y una serie de libros blancos del Grupo de Evaluación Estratégica de Capas Múltiples (SMA) del Estado Mayor Conjunto del Pentágono que ilustraron la viabilidad y el valor de las ciencias del cerebro para la seguridad, la inteligencia y las operaciones militares (para obtener una descripción general y acceder a los informes, consultar: <http://nsiteam.com/sma-publications/> ).

En gran parte, el reconocimiento iterativo de la viabilidad de la neurociencia y la tecnología en esta agenda refleja el ritmo y la amplitud de los desarrollos en el campo. Si bien varias naciones han realizado y actualmente realizando investigaciones y desarrollos neurocientíficos con fines militares, tal vez los esfuerzos más proactivos en este sentido los haya llevado a cabo el

---

3 Giordano J. [ed.] (2015) Neurotecnología en la seguridad y defensa nacional: consideración prácticas, Preocupaciones neuroéticas. Boca Ratón: CRC Press.

Departamento de Defensa de los Estados Unidos; con la investigación y el desarrollo más notables y de rápida maduración realizada por la Agencia de Proyectos de Investigación Avanzada de Defensa (DARPA) y la Actividad de Proyectos de Investigación Avanzada de Inteligencia (IARPA). Sin duda, muchos proyectos de DARPA están claramente dirigidos hacia el avance de los tratamientos e brotes neuropsiquiátricos que mejorarán tanto la medicina militar como la civil (por ejemplo, Neurotecnologías basadas en sistemas para terapias emergentes - SUBREDES; Restauración de la memoria activa - RAM; Neuromodulación no invasiva de próxima generación - N3; etc.; véase: [www.darpa.mil](http://www.darpa.mil), para una descripción general). Sin embargo, como se representa en la Tabla 1, es importante tener en cuenta los esfuerzos destacados en curso, y en expansión, en este ámbito por parte de las naciones competidoras estratégicas transpácificas y europeas de la OTAN.

Tabla 1. Programas de investigación competitivos representativos en NeuroC/T para aplicaciones militares/de inteligencia: China y Rusia

País	Principales instituciones de investigación y recursos de financiación	Temas de investigación
<p>Porcelana</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Fundación Nacional de Ciencias Naturales de China</li> <li>• Ministerio de Ciencia y Tecnología (MOST) • Instituto de Neurociencia (ION) de China</li> <li>Academia de Ciencias (CAS) •</li> <li>Sociedad China de Neurociencia • Segunda Universidad Médica Militar • Tercera Universidad Médica Militar • Cuarta Universidad Médica Militar en Xi'an o Instituto de Neurociencias • Hospital de Zhujiang, Instituto de Neuromedicina</li>   <li>Socios</li> <li>• Sociedad de Neurociencias de Pekín • Instituto de Investigación de Neurociencias, Pekín Universidad</li> <li>• Instituto IDG/McGovern para la Investigación del Cerebro en universidad de pekin</li> <li>• Universidad Normal de Pekín, Clave Nacional Laboratorio de Neurociencia Cognitiva y aprendizaje</li> <li>• Universidad Normal del Este de China –Escuela de Psicología y Ciencias Cognitivas</li> <li>• El Centro de Neurociencia Traslacional de Hospital de China Occidental de la Universidad de Sichuan</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• “Bio-chips” y biotecnología</li> <li>• Trauma</li> <li>• Neuro degeneración •</li> <li>Biología tumoral •</li> <li>Dolor y analgesia • Abuso de drogas y adicción</li> </ul>
<p>rusia</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Fundación Rusa para la Investigación Avanzada Proyectos o Laboratorio de Neurotecnología Percepción y Reconocimiento con áreas de enfoque</li> <li>• Academia Rusa de las Ciencias o Instituto de Actividad Nerviosa Superior • 30º Instituto Central de Investigaciones Científicas, Ministerio de Defensa</li> <li>• Centro Estatal de Investigación en Virología y Biotecnología (VECTOR)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Neurotecnología</li> <li>• integrado Biosistemas</li> <li>• Memoria, percepción y reconocimiento</li> <li>• Salud pública y seguridad</li> <li>• Neurotrauma</li> </ul>

Como afirmaba el informe del Consejo Nacional de Investigación de 2008, "... para bien o para mal, la capacidad de comprender mejor las capacidades del cuerpo y el cerebro... podría explotarse para recopilar inteligencia, operaciones militares, gestión de la información, seguridad pública y análisis forense". Parafraseando a Aristóteles, todas las actividades y herramientas humanas pueden preverse como destinadas a algún "bien" definible. Sin embargo, la definición de "bueno" puede variar, y lo que se considera bueno para algunos puede representar un daño para otros. El potencial de la neuroC/T para brindar conocimiento, comprensión y capacidad para afectar aspectos cognitivos, emocionales y conductuales de individuos y grupos hace que las ciencias del cerebro sean particularmente atractivas para su uso en seguridad, inteligencia y militar. iniciativas de guerra.

Para abordar este tema, es importante establecer cuatro premisas fundamentales.

- En primer lugar, neuroS/T se incorpora y se incorporará cada vez más en los enfoques de seguridad nacional, recopilación y análisis de inteligencia y aspectos de las operaciones militares.
- En segundo lugar, las capacidades otorgan un poder considerable.
- Tercero, muchos países están desarrollando y subsidiando activamente la investigación en neuroC/T bajo agendas de uso dual o para su incorporación directa en programas militares (ver Tabla 1).
- Cuarto, como se dijo en los informes de las Academias Nacionales de 2008 y 2014, estos esfuerzos internacionales podrían conducir a una "capacidad de carrera de" a medida que las naciones reaccionaran a los nuevos desarrollos intentando contrarrestar y/o mejorar los descubrimientos de los demás.

Este tipo de escalada representa una posibilidad realista con potencial para afectar la seguridad internacional. Tal "política arriesgada" debe reconocerse como un impedimento potencial para los intentos de desarrollar análisis y lineamientos (que informen o impulsen políticas) que busquen limitar o controlar estas vías de investigación y desarrollo.

Las técnicas y tecnologías neurocientíficas que se utilizan para los esfuerzos militares incluyen:

1. Modelado de sistemas neuronales y redes interactivas humano/cerebro-máquina en inteligencia, sistemas de entrenamiento y operativos;
2. Enfoques neurocientíficos y neurotecnológicos para optimizar el rendimiento y resiliencia en el personal de apoyo militar y de combate;
3. Armamento directo de la neurociencia y la neurotecnología.

Cabe destacar que todos y cada uno pueden contribuir a establecer un papel para la ciencia del cerebro en el campo de Batalla del siglo XXI.

## Optimización del rendimiento del personal militar y de inteligencia: histórico fondo4

drogas

Los combatientes han utilizado durante mucho tiempo innumerables sustancias tanto para fortalecer el desempeño de las tareas como militares para hacer frente a los factores estresantes operativos. El estado de alerta, la vigilia y el enfoque, las clave de toma de decisiones capacidades de un combatiente, se han mejorado durante siglos. Una hierba que contiene efedrina estimuló los sentidos de los guardias de la Gran Muralla China, tal como lo hicieron las hojas de coca para los combatientes incas. Los soldados bávaros usaron cocaína durante la Primera Guerra Mundial; las anfetaminas fueron ampliamente utilizadas por las fuerzas armadas alemanas durante la Segunda Guerra Mundial, y otros estimulantes, conocidos como "píldoras go", han sido utilizados, en diversos grados, por el personal militar y de inteligencia en varias operaciones posteriores.

Los combatientes incluso han usado alucinógenos y combinación intoxicantes de hierbas psicoactivas para mejorar su efectividad en el combate, o al menos la apariencia de ferocidad. Según los informes, los turcos usaron el opio para mejorar la valentía en tiempos de guerra en el siglo XVI. Según los informes, el consumo de amanita muscaria, un hongo psicoactivo y alucinógeno, facilitó la ira "berserker" característica de las incursiones vikingas. Los guerreros tribales sudafricanos fumaban dagga, un tipo de cannabis, en combinación con el consumo de otras hierbas para mejorar la valentía y la insensibilidad al dolor.

Los combatientes no solo han usado sustancias para mejorar las capacidades para participar en el combate, la historia de la guerra es rica en ejemplos de guerreros que usan sustancias para retirarse del combate.

En este último sentido, los combatientes estadounidenses han usado recientemente "píldoras para no ir" para inducir el descanso en la preparación para el combate o en la recuperación del mismo. Estas investigación presagian la investigación en curso sobre medicamentos como el propranolol, que en última instancia podría permitir a los combatientes retirarse del combate sin haber formado recuerdos traumáticos.

dispositivos

La historia de la neuromodulación a través de la electricidad y el magnetismo también se remonta a siglos, si no milenios.

Scribonius Largus, un antiguo médico romano, escribió el relato más antiguo que se conoce sobre la neuroestimulación. Como remedio para el dolor de cabeza, describió el aparente beneficio de la aplicación de un pez eléctrico en el cuero cabelludo.

Mucho más recientemente, los científicos del siglo XVIII demostraron el potencial terapéutico de la corriente eléctrica transcraneal y la estimulación eléctrica de las contracciones musculares. Durante los siguientes dos siglos, los investigadores intentaron tratar varias condiciones mentales con corriente eléctrica, pero el éxito varió. Se extrajo terapia electroconvulsiva (TEC)

---

4 Tennison M, Giordano J, Moreno J. (2017). Amenaza a la seguridad versus verdades agregadas: Cuestiones éticas en el uso de la neurociencia y la neurotecnología para la seguridad nacional. En: Illes J, Hossein S (eds.) Neuroética: Anticipando el futuro. Oxford: Oxford University Press, págs. 531-553.



para tratar la depresión desde la década de 1930 hasta el presente. Y la estimulación cerebral profunda (DBS), surgió en la década de 1980 como tratamiento para el Parkinson y otros trastornos del movimiento. Más, los recientemente avances en el hardware, la colocación y el control de los sistemas DBS han impulsado las aplicaciones de esta técnica en el tratamiento de otras afecciones neurológicas y psiquiátricas.

Además, la investigación en curso destinada a desarrollar métodos menos invasivos o no invasivos de establecer de dispositivos y sistemas permanentes (como el proyecto N3 de DARPA) está proporcionando una base para una consideración más amplia del uso de DBS para afectar la cognición, la emoción y el comportamiento a fin de optimizar el desempeño de las tareas (incluidas aquellas tareas focales operaciones para militares y de inteligencia).

A medida que el siglo XX llegó a su fin, los investigadores redescubrieron el potencial de aplicar corriente eléctrica de bajo nivel a través del cráneo para afectar el cerebro y sus funciones. Se han utilizado tipos de estimulación eléctrica transcraneal (tES) para modular la excitabilidad cortical. A diferencia de DBS, tES no "estimula" las neuronas forzando o bloqueando sus posibilidades de acción; más bien, "modula" las neuronas aumentando o disminuyendo su umbral para activarse. Los estudios se han centrado en los efectos de tES sobre la neuroplasticidad y los sustratos neurológicos de la cognición y la actividad motora. Aunque se ha demostrado la seguridad de tES, la comprensión actual de su eficacia para la mejora es incompleta. Algunos estudios sugieren que tES "puede mejorar los procesos cognitivos que ocurren en áreas específicas del cerebro", pero otros científicos no han podido replicar este hallazgo. Los análisis recientes revelan que "el contexto importa", y los tipos y el alcance de los efectos que pueden provocar el tES depende en gran medida del entorno y del estado neurocognitivo del sujeto. Además, los dispositivos tES recreativos están disponibles en el mercado de consumo y las tecnologías tES clínicas y directas al consumidor son de creciente interés y utilidad potencial para las fuerzas armadas.

El magnetismo también se utiliza para manipular funciones neurológicas. Las tecnologías incluyen la terapia de convulsiones magnéticas y la estimulación magnética transcraneal (TMS). Aprobado para tratar la depresión mayor, TMS puede tener aplicaciones adicionales para mejorar. En 2009, el Consejo Nacional de Investigación de EE. UU. identificó un TMS como una mejora de la vigilia para el Ejército de EE. UU. De manera similar, DARPA y el Ejército de EE.UU. UU. financiaron estudios de dispositivos portátiles que se llevan en el casco para afectar la función neurológica a través de la entrega de pulsos de ultrasonido con patrones.

Las interfaces cerebro-máquina (BMI, también conocidas como interfaces cerebro-computadora, BCI) constituyen otra área importante de investigación de dispositivos neurológicos militares. Los IMC pueden traducir señales neurológicas en entradas para computadoras o máquinas, o viceversa. Los BMI tienen potencial para avances terapéuticos en medicina civil y militar, y aplicaciones operativas militares y de inteligencia. Se han empleado BMI unidos a brazos robóticos para prótesis articulares utilizando resultados neurológicos. La investigación actual de DARPA se enfoca en fortalecer la retroalimentación entre el cerebro y las prótesis para brindar retroalimentación táctil, como la presión y la temperatura, de los sensores en la prótesis.

El programa DARPA AugCog (abreviatura de "Cognición aumentada") buscaba integrar completamente las neurocognitivas y las capacidades percepciones sensoriales con la entrada y el control en yugo de los entornos de los vehículos de combate. A medida que las computadoras monitorean la memoria de trabajo, la atención, la función ejecutiva y la entrada sensorial, el personal militar y de inteligencia puede mantener información en tiempo real sobre la carga cognitiva, para administrar y dirigir de manera más efectiva las funciones y capacidades neurológicas. Aunque el programa AugCog titular ha terminado, continúa una investigación similar, más capaz y excedente.

El informe de las Academias Nacionales de 2014 afirmó que la investigación, el desarrollo y el uso de la ciencia del cerebro en escenarios militares y de seguridad internacionales representa una preocupación importante y creciente. En los Estados Unidos y la mayoría de las naciones occidentales, los programas de neurociencia financiados por el gobierno se adhieren a las políticas de investigación de preocupaciones de uso dual (DURC), de acuerdo con las construcciones generales de BTWC y CWC. pero tal control también puede crear un dilema: seguramente crea parámetros para la conducción de la ciencia del cerebro en estados participativos. Sin embargo, al mismo tiempo, puede crear oportunidades para que otras naciones o incluso actores no los estados aprovechen estas limitaciones para obtener una ventaja competitiva para alcanzar el poder. Pecado duda, las políticas y los tratados internacionales no garantizan la cooperación, y los estudios y aplicaciones de la ciencia del cerebro no tienen por qué ser clandestinos o encubiertos. Como se dijo anteriormente, la CABT y la CAQ actuales no restringen las formulaciones farmacéuticas de fármacos neurotrópicos para uso médico o las neurotecnologías (p. ej., dispositivos neuroestimuladores o moduladores); las exenciones para multas experimentales biomédicos y/o los escudos de los intereses de propiedad comercial y la propiedad intelectual pueden socavar la investigación sobre las aplicaciones militares o de doble uso de la ciencia del cerebro.

## Medicina militar: aplicaciones de "banco a cabecera"

Existe una literatura considerable que aborda y describe las evaluaciones y aplicaciones de la capacidad de las herramientas y técnicas neurocientíficas para mantener la vigilancia, aumentar la coordinación, mejorar la memoria y el aprendizaje, disminuir la fatiga y reducir el estrés. Esto ha fomentado un interés cada vez mayor, el deseo y el uso de ciertos enfoques para afectar el desempeño en ciertos entornos ocupacionales. además, existe un interés creciente en el empleo de neuroC/T con fines educativos, además de vocacionales/estilo de vida (p. ej., juegos, atletismo). En la actualidad, la mayoría de estas aplicaciones se administran en entornos clínicos y/o de laboratorio supervisados (incluidos los usos médicos "fuera de etiqueta"), y están featurely bien controlados y supervisados, ya que se aplican distintas reglamentaciones para el uso fuera de etiqueta en investigación y práctica médica.

Por ejemplo, en entornos de investigación que involucran seres humanos, el uso de cualquiera o todos los medicamentos y dispositivos, cualquier investigación debe cumplir con los mandatos de la Declaración de Helsinki, y debe implicar y obtener:

- Aprobación por parte de una junta de revisión institucional (IRB) y, si la investigación genera un riesgo potencial grave para la salud, la seguridad o el bienestar de un sujeto, la aprobación de una eliminación de dispositivo o fármaco en investigación (en la Comunidad Europea por The European Agencia de Medicamentos)
- Consentimiento informado de todos los pacientes
- Etiquetado del fármaco y del dispositivo solo para uso en investigación
- Seguimiento del estudio y
- Registros e informes necesarios

Mientras que en la práctica médica, la Comisión Europea (CE) define los usos fuera de etiqueta como:

Situaciones en las que un medicamento se usa intencionalmente para un propósito médico que no está de acuerdo con la información del producto autorizado. El uso fuera de etiqueta incluye el uso en categorías de edad pediátrica no autorizada. Salvo que se solicite específicamente, no incluye el uso fuera de la UE en una indicación autorizado en ese territorio que no esté autorizado en

Los Estados Unidos.

Esta definición establece que los medicamentos y dispositivos que cuentan con autorización de comercialización europea eventualmente serán consideradas “fuera de etiqueta”; mientras que aquellos productos sin esta autorización sean considerados como “sin licencia”. Estas descripciones y las reglamentaciones existentes suponen que todo uso fuera de lo indicado en la etiqueta representa una cuestión de juicio médico y ocurre de manera consciente con respecto a las buenas prácticas clínicas.

## Aplicaciones directas al consumidor

Una industria en expansión que proporciona agentes y dispositivos directamente a los consumidores (DTC) puede justifique la preocupación por la salud y la seguridad pública. En general, la investigación que respalda el desarrollo de medicamentos y dispositivos neurocientíficos que se ponen a disposición del mercado de DTC se lleva a cabo en entornos de laboratorio académico o directamente por la entidad comercial. En el primer caso, los estudios publicados de los mecanismos y efectos de los agentes y dispositivos neurotrópicos pueden ser simplemente utilizados por una entidad comercial para el desarrollo, verificación y/o mercadeo de su(s) producto(s). Además, algunas las entidades comerciales subvencionarán directamente la formación académica.

investigación para investigar los mecanismos putativos y los resultados potenciales de un producto en particular, que luego se utiliza para promover afirmaciones de proceso y efecto, seguridad y valor que se pueden aprovechar tanto para la aprobación regulatoria como para la comercialización. En el último caso, una entidad comercial llevará a cabo investigaciones en laboratorio y/o entornos de campo restringidos utilizando recursos y personales internos.

En la UE (como en los Estados Unidos), la investigación y el desarrollo (I+D) de estos fármacos y dispositivos pueden esperar de doble uso en el sentido de que no están claramente destinados a diagnosticar o tratar una afección médica. Además, la provisión y el uso de estos productos no están supervisados por un médico y, por lo tanto, la responsabilidad del uso apropiado es compartido, en cierta medida, por el fabricante comercial y el consumidor. En la medida en que los estudios de investigación son contribuyendo a la comprensión y explicación de los mecanismos, acciones y efectos de estos productos, también existe cierto grado de habilitación ética (si no legal) de los investigadores participantes, aunque la naturaleza y el alcance de estas responsabilidades sigue siendo una cuestión de discurso.

Aquí, las cuestiones clave se centran en si, y en qué medida, los estudios de mecanismos y efectos están directamente enfocados a un producto específico, o representan meras generalizaciones. Además, existen preocupaciones sobre la traducción de los resultados generados en entornos de laboratorio controlados a usos en la práctica variables, el suministro de información (y/o la falta de la misma) con respecto a los efectos, posibles efectos secundarios y adversos; y definición y descripción detallada de los protocolos de uso.

En la UE, las declaraciones de productos son supervisadas tanto por la Comisión Europea de Comercio como por las agencias nacionales dentro de los países miembros. Si bien estos organismos definen los criterios para el etiquetado de productos, se ha pedido un mayor nivel de conformidad en los estándares para la investigación, la comercialización y el etiquetado de agentes y dispositivos neurocientíficos que se ofrecen DTC.

## Hágalo usted mismo/Neurobiohacking

También hay una creciente comunidad de hágalo usted mismo (DIY)/biohacking que se dedica a modificar los productos DTC disponibles comercialmente para realizar diferentes funciones y/o crear nuevos productos capaces de afectar las funciones neurobiológicas. El biohacking generalmente implica modificaciones para fines benévolos (es decir, piratería de "sombrero blanco"), incluido el desarrollo de agentes y dispositivos para mejorar la cognición humana, la emoción y el rendimiento del comportamiento.

Sin embargo, también existe una comunidad de piratas informáticos de "sombrero negro" que utiliza enfoques de bricolaje para modificar la neurobiología para producir patógenos o para incurrir en otras interrupciones en la estabilidad y seguridad individual o comunitaria. El biohacking se puede articular en tres dominios de investigación: biología sintética (p. ej., edición genética y molecular); biotecnología (hombre-máquina)

interfaces, implantes tecnológicos y prótesis); y bioquímica (p. ej., desarrollo de agentes neurotrópicos que pueden usarse solos o en cócteles químicos). Estas categorías y sus productos no son excluyentes.

Los científicos/biohackers de bricolaje a menudo trabajan en coordinación dentro de una comunidad organizada informalmente, y gran parte de su investigación se pone a disposición del público a través de bases de datos de acceso abierto y sitios web de laboratorios comunitarios. El espíritu de la comunidad DIY/biohacking refleja un movimiento para hacer que la biología sea "más fácil de diseñar" y más accesible y disponible públicamente. En parte, esto es parte de una tendencia en expansión hacia la biología de "código abierto" que ha influido tanto en las instituciones de investigación como en el público. Además, la biología de "código abierto" ha capturado un nicho de mercado económico: se pueden vender organismos, medicamentos y dispositivos diseñados y modificados; se pueden comprar laboratorios comunitarios (por entidades comerciales convencionales); y tanto los laboratorios comunitarios como los biohackers de bricolaje individuales pueden recibir subsidios a través de capital de riesgo. Con manuales y métodos disponibles en línea, es fácil de ver y operar un laboratorio, y las personas y grupos interesados pueden obtener orientación sobre la producción y/o manipulación de una variedad de técnicas y tecnologías neurobiológicas.

Estas mismas oportunidades también plantean posibles riesgos regulatorios, de salud y de seguridad.

Los laboratorios e investigadores independientes no siempre cumplen con las políticas integrales que deben seguir las entidades de investigación académica e industrial. Además, hay un uso cada vez mayor de la "red oscura" (Internet a la que se accede de forma encubierta) por parte de biohackers de "sombrero blanco" y "sombrero negro" para facilitar el intercambio de información de manera que impida la vigilancia.

Esta comunidad presenta problemas particulares de investigación de doble uso en que:

1. los resultados y los productos pueden usarse o abusarse de manera que afecte negativamente la salud y la seguridad individual y pública, así como la integridad de la flora y la fauna en el medio ambiente;
2. las limitaciones y/o laxitud en las prácticas de investigación y/o las condiciones de laboratorio pueden provocar la liberación accidental de información o productos que pueden presentar riesgos y daños para la salud y el medio ambiente; tu/o
3. Las actividades pueden ser subsidiadas y los resultados y productos pueden ser utilizados por capitalistas de riesgo Clean nacionales y no estatales con la intención de perturbar la seguridad, la estabilidad y la salud pública.

Estas posibilidades evocan preocupaciones de seguridad a escala local, nacional e internacional, y han justificado la participación de las agencias de seguridad pública y prevención del delito (por ejemplo, la Oficina Federal de Investigaciones de los Estados Unidos) para establecer un diálogo y una visión de la comunidad de biohacking DIY. Lo que es importante tener en cuenta es que la investigación y el desarrollo neurocientífico y neurotecnológico se está produciendo en una variedad de niveles (desde laboratorios académicos e industriales a gran escala hasta experimentadores individuales de bricolaje) y es internacional. En este último sentido, ja

Se ha estimado que un porcentaje significativo y creciente de investigación y desarrollo neurocientífico y técnico se realizarán fuera de Occidente para 2025. Esto aumenta la posibilidad de investigación de uso dual y DURC, y genera preguntas sobre qué constituye investigación con fines de seguridad (es decir, defensa preparatoria) frente a propósitos militares/de guerra (es decir, capacidad ofensiva).

## Inteligencia, Capacitación y Aplicaciones Operacionales<sup>5,6</sup>

La investigación en neurociencia cognitiva y computacional se está realizando para mejorar:

- Desempeño cognitivo humano : a través de una mejor comprensión de los procesos básicos involucrados en la memoria, la emoción y el razonamiento para respaldar y mejorar las capacidades de análisis, planificación y pronóstico de inteligencia.
- Eficiencia en el entrenamiento: mediante el uso del conocimiento y las herramientas de la neurociencia cognitiva para permitir una adquisición y un dominio más rápidos del conocimiento y las habilidades con mayor duración y retención.
- Desempeño del proceso del equipo : a través del compromiso de la ingeniería de sistemas de interfaz humano/cerebro para mejorar la capacidad de procesamiento de información de individuos, organizaciones y sistemas de vigilancia y armas (drones). La investigación en este dominio generalmente emplea un enfoque de preparación tecnológica/transferencia de tecnología que utiliza un esquema de articulación y evaluación de nueve niveles (desde la observación de los principios básicos, pasando por la evaluación y validación en un entorno relevante, hasta la preparación operativa total) para avanzar en la investigación, el desarrollo, prueba y evaluación, hacia un uso rápido. En la actualidad, varias interfaces humano/cerebro-máquina están en transición desde el desarrollo hasta las etapas de prueba y evaluación hacia la preparación operativa dentro de un ciclo de cinco años.

Los estudios neurocognitivos que utilizan diversas formas de neuroimagen, neurogenómica, proteómica y evaluación de biomarcadores se están utilizando para identificar y definir redes neuronales involucradas en varias dimensiones del desempeño operativo del personal militar de combate y apoyo. Estos enfoques buscan identificar y aislar estructuras, sistemas y funciones neuronales que pueden ser "dirigidos" para averías que utilizan cerebro no invasivo.

---

5 Giordano J, Würzman R. (2014). Validez, viabilidad y valor de la ciencia y tecnología neurocognitiva en inteligencia operativa y disuasión. En: Cabayan H, Canna S. (eds.) Evaluación multimétodo de ISIL. pág. 87-94. Departamento de Defensa; Grupo de Evaluación Estratégica de Múltiples Capas - Estado Mayor Conjunto/J-3/Grupo de Estudios Estratégicos del Pentágono.

6 DeFranco JP, DiEuliis D, Giordano J. (2019). Redefiniendo las armas neuronales capacidades: emergentes en neurociencia y neurotecnología. PRISMA 8(3): 48-63.

estimulación, agentes farmacológicos (p. ej., estimulantes, eugeroicos, nootrópicos) o entrenamiento cognitivo conductual para facilitar, mantener y/o mejorar la capacidad de rendimiento y reducir la disfunción. En la Tabla 2 se proporciona una descripción general de estos enfoques.

Tabla 2. Enfoques de NeuroS/T para la optimización del desempeño del personal

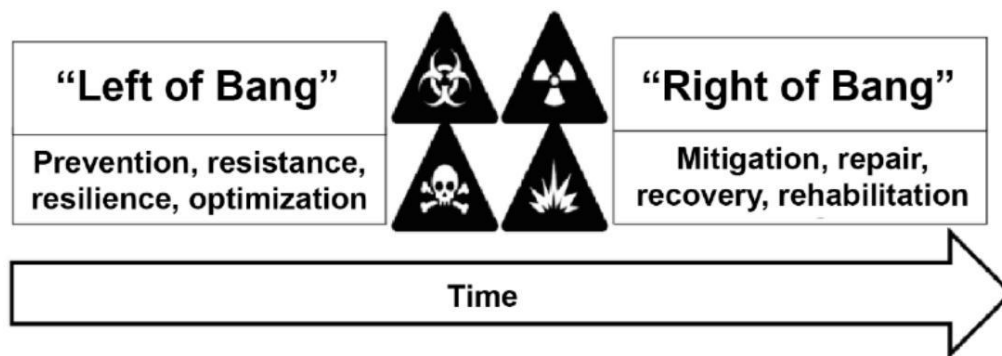
Agentes farmacológicos	tipos	Efectos
estimulantes	Anfetaminas (p. ej., dextroanfetamina)	Atención facilitada, enfoque y excitación; disminución de la fatiga; memoria mejorada.
	sustitución feniletilaminas (p. ej., metilfenidato)	
eugeroísmo	modafinilo; armodafinilo	Aumento de la vigilia; disminución de la fatiga; razonamiento facilitado.
Racetams	piracetam, oxiracetam, aniracetam	Efectos "nootrópicos" generales putativos; mayor enfoque.
neurotecnológico Métodos	tipos	Efectos
neurorrealimentacion	<ul style="list-style-type: none"> <li>•basado en EEG</li> <li>• Basado en neuroimagen</li> </ul>	vigilancia mayor; atención dirigida; concentración mejorada
transcraneal neuromodulacion	<ul style="list-style-type: none"> <li>• tES</li> <li>• TMS</li> </ul>	Vigilancia mejorada; mayor enfoque; mejora del tiempo de reaccion cognitiva.
cerebro-computadora Interfaz (BCI)	basado en EEG	Reconocimiento y discriminación facilitados de señal-ruido/objeto

**Abreviaturas:** EEG = electroencefalografía; tES = estimulación eléctrica transcraneal (p. ej., estimulación de corriente directa, alterna y/o pulsada); EMT = estimulación magnética transcraneal.

Estas evaluaciones e explosivas han sido, y podrían ser consideradas, como componentes de la medicina militar preventiva (es decir, para usar "a la izquierda de bang", donde "bang" se considera como cualquier evento incitador; ver Figura 1). Además, los estudios realizados dentro de las fuerzas armadas y/o financiados directamente por ellas se han utilizado para sus aplicaciones de "doble uso inverso" en aplicaciones civiles.

contextos médicos ocupacionales y preventivos. Sin embargo, estas técnicas y tecnologías también plantean preocupaciones sobre la creación de "supersoldados" y operadores de inteligencia (es decir, "superfantasmas") que obtienen características cognitivas, emocionales y de comportamientos fortalecidos que maximizan sus capacidades de combate. Una posición contraria postula que tales métodos podrían, y podrían decirse que utilizarían emplearse para producir soldados que posean mejores características y habilidades para la toma de decisiones, incluso interpersonales y quizás empáticas. Estos puntos de vista contrastantes alimentan la discusión y el debate actual.

Figura 1



## Armamento directo de NeuroS/T 7,8,9

La definición formal de un arma como "un medio para luchar contra otros" se puede ampliar para incluir cualquier implemento "... utilizado para herir, derrotar o destruir". Ambas definiciones se aplican a los productos de la investigación neuroC/T que se pueden emplear en el ámbito militar. /escenarios de guerra Los objetivos de las armas nucleares en un contexto militar/de guerra tradicional (p. ej., combate) pueden lograrse aumentar o degradar las funciones del sistema nervioso, de modo que afecten las funciones cognitivas,

7 Würzman R, Giordano J. (2015). NEURINT y neuroarmas: Neurotecnologías en inteligencia nacional y defensa. En: Giordano J. [ed.] Neurotecnología en la seguridad y defensa nacional: consideraciones prácticas, preocupaciones neuroéticas. Boca Ratón: CRC Press, págs. 79-114.

8 Giordano J. (2017.) Cerebro de Battlescape: participación de la neurociencia en las operaciones de defensa. Revista HDIAC 3:4: 13-16 (2017).

9 DeFranco JP, DiEuliis D, Giordano J. (2019). Redefiniendo las armas neuronales capacidades: emergentes en neurociencia y neurotecnología. PRISMA 8(3): 48-63.



actividad y capacidad emocional y/o motora (p. ej., percepción, juicio, moral, tolerancia al dolor o habilidades físicas y resistencia) necesarios para el combate. Se pueden emplear muchas tecnologías (p. ej., fármacos neurotrópicos, dispositivos neuroestimuladores) para producir estos efectos, y se ha demostrado la utilidad de las armas nucleares tanto en la guerra convencional como en la irregular. escenarios.

El uso armado de herramientas y productos neurocientíficos no es nuevo. Históricamente, cuentas armas han incluido gases nerviosos y varias drogas. El armado de gas ha adoptado varias formas: agentes lacrimógenos (también conocidos como gases lacrimógenos), irritantes tóxicos (p. ej., fosgeno, cloro), vesicantes (agentes ampollantes, p. ej., gas mostaza) y paralizantes (p. ej., sarín). Se han utilizado estimulantes farmacológicos (p. ej., anfetaminas) y varios ergogénicos (p. ej., esteroides anabólicos) para aumentar el rendimiento de los combatientes; y se han empleado sedantes (p. ej., barbitúricos) para mejorar la cooperación durante el interrogatorio. Los estímulos sensoriales (pág. ej., sonido de alta intensidad, luces intermitentes prolongadas, música o ruido irritante) se han aplicado como neuroarmas para incapacitar al enemigo, e incluso la privación del sueño y la distribución de información emocionalmente provocativa en operaciones psicológicas (p. ej., PSYOPS) podrían requerir con razón como Formas de aplicaciones armadas de la investigación neurocientífica y neurocognitiva. El conflicto de 2013 en Siria que involucró el uso de gas nervioso y el uso del agente neuroactivo VX para asesinar a Kim Jong-nam, medio hermano del líder norcoreano Kim Jong-un, demuestra la relevancia actual de los objetivos del sistema nervioso.

En la actualidad, los resultados y productos de la neurociencia computacional y la investigación neurofarmacológica podrían usar para aplicaciones mas indirectas, como permitir los esfuerzos humanos mediante la simulacion, la interacción y la optimización de las funciones cerebrales, y la clasificación y detección de estados cognitivos, emocionales y motivacionales humanos. para aumentar la inteligencia o contrarrestar las tácticas de inteligencia. Se están explorando las neurotecnologías de interfaz hombre/cerebro-máquina capaz de optimizar los sistemas de asimilación e interpretación de datos mediante la mediación del acceso y la manipulación de la detección, el procesamiento y/o la integración de señales por su potencial para delimitar los "eslabones débiles humanos" en el cadena de inteligencia.

Además, existe interés en emplear la neurotecnología para aumentar el papel, la capacidad y los efectos de PSYOPS en misiones militares y políticas. Los programas como el Contenido sociocultural en el lenguaje (SCIL) y el programa Metaphor en IARPA se dirigieron a mejorar la comprensión de las normas culturales, lingüísticas y emociones; y Narrative Networks de DARPA implicó un enfoque neurocognitivo para comprender y modelar narrativas en contextos socioculturales.

Como se dijo en varios informes del Grupo SMA al Pentágono, la intención y los resultados deseados de esta investigación es una mejor comprensión de las bases neuronales y los efectos de las narrativas que pueden brindar información sobre las influencias y los procesos que surgen el desarrollo, la función y el comportamiento del cerebro, lo que puede operarse para mitigar la violencia en una variedad de escalas.

Además, la investigación neurofarmacológica, neurotoxicológica, neuromicrobiológica y neurotecnológica que tenga potencial para desarrollar armas no letales o letales en operaciones de disuasión relacionadas con el combate y/o operaciones especiales. Los productos armables de la investigación neurocientífica y neurotecnológica se pueden utilizar para afectar 1) la memoria, el aprendizaje y la velocidad cognitiva; 2) ciclos de vigilia-sueño, fatiga y estado de alerta; 3) control de impulsos; 4) estado de ánimo, ansiedad y autopercepción; 5) toma de decisiones; 6) confianza y empatía; y 7) movimiento y rendimiento (p. ej., velocidad, fuerza, resistencia, aprendizaje motor, etc.). En entornos militares/de guerra, se puede emplear la modificación de estas funciones para mitigar la agresión y fomentar cogniciones y emociones de afiliación o pasividad; inducir morbilidad, invalidez o sufrimiento; y "neutralizar" a los oponentes potencialmente o provocar la muerte.

Como se resume en la Tabla 3, las armas nucleares no letales y letales incluyen varias categorías y clases de fármacos psiconeuroactivos, una variedad de agentes microbianos (p. ej., cepas bacterianas y virales) que actúan directamente o ejercen un efecto sobre el sistema nervioso central y/o periférico. sistema; toxinas orgánicas; y dispositivos neurotecnológicos (p. ej., enfoques de estimulación sensorial y cerebral) y productos (p. ej., sustancias derivadas de la nanotecnología). Además, la interfaz cerebro máquina y los sistemas de decisiones computacionales derivados de redes neuronales podrían emplearse para desarrollar capacidades de control remoto o autónomo/semiautónomas para vehículos aéreos, terrestres y marinos (superficiales y subterráneos) no tripulados que podrían funcionar como plataformas de brazo. El uso de vehículos no tripulados como armas no es novedoso, y la realización de una capacidad totalmente autónoma es iterativa. Tal progresión e integración de las capacidades habilitadas por la neurotecnología hacen que estas armas sean cada vez más viables y, por lo tanto, una fuente de inquietud sobre los desarrollos futuros a corto plazo que podrían generarse a partir de la investigación en curso en arquitecturas neuronales y sistemas hombre-máquina.

Tabla 3. NeuroS/T armable

Agentes farmacológicos _____	
agentes tranquilizantes	benzodiazepinas; barbitúricos; neurolépticos; etc.
Agentes que alteran el estado de animo	agonistas de monoamina y bloqueadores de la recaptación
agentes afiliados	metilendioxi metanfetamina-MDMA; oxitocina
Agentes disociativos	ketamina; fenciclidina
Psicodélicos/Alucinógenos	dietilamida del acido lisérgico; derivados de triptamina; psilocibina
Agentes colinérgicos	pilocarpina; fisostigmina; (RS)-propan-2-il metilfosfonofluoridato (sarín)
agentes microbianos _____	
virus	Togaviridae: encefalitis equina; Flaviviridae: flavivirus
bacterias	Bacillus anthracis: ántrax; Clostridium botulinum: botulismo; cianobacterias; Gambierdiscus toxicus: ciguatoxina
Toxinas Orgánicas _____	
Bungarotoxinas	toxina de serpiente krait
conotoxinas	toxina del caracol cono
dendrotoxinas	toxina mamba
maculotoxina	Bacteriotoxina simbiótica del pulpo de anillos azules
toxinas naja	tonos de cobra
saxitoxina	toxina de los mariscos
tetrodotoxina	toxina del pez globo
neurotecnologías _____	
Dispositivos de inmovilización neurosensorial	Estimuladores sensoriales de alto rendimiento (para provocar desorientación/ incomodidad)
Dispositivos neuromoduladores transcraneales	Estimuladores de redes neuronales para uso en operaciones cercanas contra actores/objetivos individuales
Nano-neuroparticulas	Nanofibras de plomo/carbono-silicato de alta agregación del SNC (disruptores de la red del SNC)
	Agentes hemorrágicos neurovasculares (para uso cercano y directo a la población)
neurodatos _____	
	Vea abajo

## Neurodatos 10,11,12

La combinación de múltiples disciplinas (p. ej., las ciencias físicas, sociales y computacionales) y el “compartir técnicas y tecnologías” intencionales han sido fundamentales para los rápidos y numerosos descubrimientos y desarrollos en las ciencias del cerebro. Este proceso, la convergencia científica integradora avanzada (AISC, por sus siglas en inglés), puede verse como un paradigma para desvincular las disciplinas hacia el fomento del uso innovador de conjuntos de herramientas, habilidades y conocimientos diversos y complementarios para delimitar los enfoques existentes para la resolución de problemas. ; y desarrollar nuevos medios para y ampliar los límites de la comprensión y la capacidad. Esencial para el enfoque AISC en neurociencia es el uso de métodos y avances computacionales (es decir, big data) para permitir una visión más profunda y una intervención más demostrado en la estructura y función (es) del cerebro y, por extensión, la cognición humana, la emoción, y comportamiento. Tales en las ciencias computacionales capacidades y del cerebro tienen implicaciones para las iniciativas de bioseguridad y defensa. Varias neurotecnologías pueden emplearse cinéticamente (es decir, brindando medios para herir, derrotar o destruir a los adversarios) o no cinéticamente (es decir, brindando “medios para luchar contra otros”, especialmente en formas disruptivas). Si bien muchos tipos de neuroC/T armables (por ejemplo, productos químicos biológicos, agentes y tóxicos) se han abordado en y por foros, tratados, convenciones y leyes existentes, otras técnicas y tecnologías más nuevas, incluidos los neurodatos, no lo han hecho. En este contexto, el término “neurodatos” se refiere a la acumulación de grandes volúmenes de información; manejo de conjuntos de información a gran escala ya menudo diversos; y nuevos métodos de visualización, asimilación, comparación, síntesis y análisis de datos. Dicha información se puede utilizar para (1) dilucidar con mayor precisión la estructura y función del cerebro humano; y (2) desarrollar repositorios de datos que puedan servir como métricas descriptivas o predictivas para trastornos neuropsiquiátricos.

Sin embargo, la rapidez de ciertos avances puede, ya menudo lo hace, superar la securitización, y la singularidad de la ciencia del cerebro y sus aplicaciones, y significados, genera vulnerabilidades de seguridad particular. Es decir, el hecho de que el cerebro sea considerado como la “fuente de la mente”, y todas las funciones e implicaciones que de él se derivan, fundamentan un aspecto normativo a los neurodatos.

---

10Giordano J. (2014). Intersecciones de “big data”, neurociencia y seguridad nacional: problemas técnicos y sospechas derivados. En: Cabayan H et al. (eds.) ¿Un nuevo paradigma de la información? De Genes a “Big Data”, e Instagrams a Vigilancia Persistente: Implicaciones para la Seguridad Nacional, p. 46-48. Departamento de Defensa; Grupo de Evaluación Estratégica de Múltiples Capas - Estado Mayor Conjunto/J-3/Grupo de Estudios Estratégicos del Pentágono.

11 DiEuliis D, Giordano, J (2016). Convergencia neurotecnológica y “big data”: un multiplicador de fuerza hacia el avance de la neurociencia. En: Collmann J, Matei SA (eds.) Razonamiento ético en Big Data: un análisis exploratorio. Nueva York: Springer (2016).

12 DiEuliis D, CD de laudes, Giordano J. (2018). Riesgos de biodatos y biología sintética: una coyuntura crítica. J Bioterrorismo Biodef 9(1): 2-14.

En pocas palabras, los neurodatos pueden proporcionar bases de lo que constituye la "normalidad" de la estructura y las funciones del cerebro (del pensamiento, la emoción y el comportamiento). El acceso a dicha información puede permitir la inserción de datos (p. ej., en historias clínicas, bases de datos, registros, etc.) para alterar la estatura normativa de las personas seleccionadas (p. ej., desarrollar perfiles de datos que describen que tienen, están premórbidos y/o predispuestos a enfermedades neurológicas y psiquiátricas). Robar y/o modificar dicha información podría afectar la preparación militar y de inteligencia, la conservación de la fuerza y la capacidad de la misión y, por lo tanto, la seguridad nacional. La manipulación de neurodatos tanto civiles como militares afectaría el tipo de atención médica que se brinda (o no), podría influir en la forma en que las personas son consideradas y tratadas socialmente y, de esta manera, perturbar la salud pública e incurrir en un cambio socioeconómico.

Además, los neurodatos pueden proporcionar información genotípica y fenotípica que se puede utilizar para desarrollar "patógenos de precisión" capaces de afectar selectivamente a objetivos específicos (p. ej., individuos, comunidades, animales domésticos, ganado, etc.). El desarrollo reciente en herramientas y técnicas de edición de genes, como CRISPR-Cas 9 (cuando se emplea con otros métodos de biología molecular existentes) puede facilitar la modificación de agentes existentes para que sean más viables, duraderos y/o virulentos; así como el desarrollo de nuevas bacterias y virus que tienen propiedades únicas, afinidades específicas y/o ningún tratamiento conocido. Como ha revelado la actual pandemia de COVID-19, las respuestas públicas e institucionales de salud pública a nuevos patógenos son altamente variables en el mejor de los casos, caóticas en el peor e indudablemente costosas (en muchos niveles) en cualquier caso. Sin duda, tales brechas existen en las infraestructuras y funciones de seguridad y salud pública podrían explotarse mediante el empleo de "patologías de precisión" y un programa agresivo de desinformación para incurrir en efectos disruptivos a escala social, económica, política y militar que amenazarían la estabilidad nacional y seguridad.

La bioseguridad digital, un término que describe la conexión de los sistemas computacionales y la información biológica y cómo prevenir o reducir de manera efectiva los riesgos actuales y emergentes que surgen en este la conmutación, se vuelve cada vez más importante y necesaria. La convergencia de la neurobiología y las capacidades computacionales, al tiempo que facilitan avances beneficiosos en la investigación del cerebro y sus aplicaciones traslacionales, crea un activo vulnerable estratégico que los adversarios buscarán para avanzar en sus propios objetivos para la neurociencia. La piratería de datos biológicos dentro de la academia, la industria y los sistemas de atención médica ya ha ocurrido, y

Los neurodatos están integrados en todos estos dominios.

Por lo tanto, es probable que haya más intentos directos de aprovechar los neurodatos para obtener capacidad informativa, social, legal y militar y ventajas de poder aprovechables, ya que varios países que actualmente son estratégicamente competitivos con los EE. UU. y sus aliados invierten mucho en programas e infraestructuras de investigación neurocientífica y cibernética. La creciente fortaleza de la presencia cuantitativa y económica de estos estados en estos campos puede, y está destinado a, cambiar el liderazgo internacional, la hegemonía y la influencia ética, técnica,

normas comerciales y político-militares y estándares de investigación y uso. Por ejemplo, los líderes rusos han declarado interés en el empleo de “pasaportes genéticos” de modo que aquellos en el ejército que muestren Las indicaciones genéticas de alto rendimiento cognitivo pueden ser dirigidas a tareas militares particulares.

Por lo tanto, se requiere un enfoque integrador de la bioseguridad digital que pueda abordar de manera efectiva y eficiente los desafíos presentes y futuros. La integración debe ocurrir en los dominios y dimensiones que son más relevantes y cruciales para la vigilancia, supervisión y dirección de neurocognitivos y otros tipos de biodatos. Tal enfoque necesitaría: (1) un paradigma científico integrador convergente; (2) al menos un gobierno completo, si no la dedicación de todas las naciones; y (3) una nueva dirección multinacional para guiar y gobernar de manera más efectiva las formas en que los neurodatos, y otra bioinformación, son y pueden usar en compromisos tanto no cinéticos como cinéticos.

## Comercialización y crecimiento de NeuroS/T: hegemonía económica/poder global 13

Neurodatos: acoplados y sinérgicos (otros) avances en neuroC/T han contribuido a un gran crecimiento en la neurobioeconomía. Sin duda, como revelan las evaluaciones y predicciones actuales de la Organización de Industrias de Neurotecnologías y la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos, existe, y seguirá existiendo, una oportunidad de mercado evidente y en expansión para el desarrollo y la producción de neuroC/T. En un análisis de 2016 de datos de 195 países, el Grupo de Estudio de la Carga Global de Enfermedades, Lesiones y Factores de Riesgo (GBD, por sus siglas en inglés) encontró que los trastornos neurológicos son la segunda causa principal de muerte en todo el mundo (con aproximadamente 9 millones de muertes; fatalidades). Además, los trastornos neurológicos son la principal causa de discapacidad, provocando aproximadamente 276 millones de años de vida ajustado por discapacidad. Las evaluaciones del GBD también ilustran la magnitud de las enfermedades neuropsiquiátricas, con estimaciones actuales de que estos trastornos representan un tercio de las discapacidades en todo el mundo. Un informe de la Comisión Lancet estima que entre 2010 y 2030, la pérdida de productividad fiscal sufrida por las condiciones neuropsiquiátricas podría llegar a \$16 billones (USD). El aumento de la prevalencia de enfermedades en una población que envejece está imponiendo estas cargas significativas a los sistemas de salud y gastando gastos sustanciales en términos económicos y sociales.

bienestar.

Al considerar las tendencias demográficas recientes y la continuidad del envejecimiento de la población, es probable que los trastornos neurológicos tengan un impacto más significativo en el futuro cercano. Las estimaciones actuales que la población mundial de personas mayores de 60 años proyectaron 800 millones

---

13 DeFranco JP, Rhemann M, Giordano J. (2020). La neurobioeconomía emergente: Implicaciones para la economía nacional seguridad. Seguridad Sanitaria 18(4): 66-80.

hoy a 2 mil millones en 2050 (lo que representa ~22% de la población mundial). Este porcentaje es desproporcionadamente mayor en los países desarrollados. Por ejemplo, los trastornos demenciales (es decir, patologías que se presentan con una disminución progresiva de la memoria, la emoción y el comportamiento ejecutivo) emerge actualmente a 50 millones de personas; y se proyecta que 152 millones de personas se verán afectados para 2050. Estos trastornos son, y se prevé que sigan siendo, un foco principal de atención mundial. ciencia del cerebro.

Si bien la búsqueda de mejores diagnósticos, tratamientos y la prevención potencial de los trastornos neuropsiquiátricos son los principales impulsores de la investigación de interés del cerebro, existe un creciente comercial en el desarrollo de aplicaciones de neuroC/T en la atención médica, la educación, la información y los servicios directos al consumidor (DTC). la tecnología de la comunicación, la aplicación de la ley y los mercados militares. Por ejemplo, en los últimos diez años, el número de patentes de neurotecnologías DTC se ha más que duplicado; y se pronostica que el mercado mundial de productos de neurotecnología rompió de \$ 8,4 mil millones (USD) en 2018 a \$ 13,3 mil millones en 2022. Además, en 2019, varias nuevas empresas de neurotecnología reveló una financiación anual que oscila entre \$ 1 millón y \$ 50 millones (por ejemplo, Thync, Halo Neurociencia); a \$50 millones - \$100 millones (p. ej., Dreem, Kernel), a \$100+ millones (p. ej., NeuroPace, MindMaze). Tal éxito financiero puede demostrarse por el tamaño y el crecimiento relativo del mercado mundial de dispositivos de estimulación cerebral profunda, que se prevé alcance los 2300 millones de dólares para 2025, con un aumento del 16,1 % en la tasa de crecimiento anual compuesta entre 2019 y 2025. Los desarrollos interactivos en neuroC/T y biología computacional han permitido aprovechar los datos neuropsiquiátricos (es decir, "neurodatos"). La convergencia de diversos enfoques y disciplinas, incluidas las ciencias físicas, sociales y computacionales, y el "compartir técnicas y tecnologías" intencionales han sido cruciales para el número y la rapidez de los avances recientes en las ciencias del cerebro. Los esfuerzos concertados en neuroinformática están produciendo nuevas herramientas computacionales que pueden agregar, organizar, sintetizar y emplear neurodatos para usos en investigación y aplicaciones variadas, incluida la medicina clínica, la ley y la seguridad y defensa nacional.

Como se muestra en la Tabla 1, varios países han iniciado programas de investigación e innovación sobre el cerebro (ver Tabla 1). Estas sugerencias apuntan a: (1) avanzar en la comprensión de los sustratos y mecanismos de los trastornos neuropsiquiátricos; (2) mejorar el conocimiento de los procesos de cognición, emoción y comportamiento; y (3) aumentar los métodos para estudiar, evaluar y afectar el cerebro y sus funciones. Los nuevos esfuerzos de investigación incorporan las mejores prácticas para enfoques interdisciplinarios que pueden utilizar los avances en informática, robótica e inteligencia artificial para fortalecer el alcance y el ritmo de las Capacidades y productos neurocientíficos. Dichos esfuerzos de investigación son fuertes impulsores de la innovación y el desarrollo, tanto al organizar objetivos de investigación más amplios como al dar forma a la investigación en neuroC/T para cumplir con agendas económicas, de salud pública y de seguridad definidas. En un intento de coordinar objetivos y proyectos, la Iniciativa Internacional del Cerebro (IBI) se establece en 2017 con la intención específica de "catalizar y promover la neurociencia ética".

investigación a través de la colaboración internacional y el intercambio de conocimientos, mediante la unión de diversas ambiciones para ampliar las posibilidades científicas y la difusión de descubrimientos en beneficio de la humanidad". Los constituyentes actuales del IBI incluyen Australia, Canadá, China, la Unión Europea, Japón, Corea y los Estados Unidos. Si bien la intención es notable, queda por ver si, y en qué medida (1) el IBI operará en asociación con otras organizaciones existentes (por ejemplo, Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico; Instituto de Ingenieros Eléctricos y Electrónicos; Organización Mundial de la Salud, etc.) que se dedican a objetivos similares, si no idénticos; y (2) la formación y añadirá otro grupo dedicado a estos fines facilitará estos medios y fines, o simplemente se cambió en un ejemplo de "demasiados cocineros arruinando el caldo".

## Retos de Seguridad de la Neuro-bioeconomía

Las Academias Nacionales de Ciencias, Ingeniería y Medicina de EE. UU. Han pedido que EE. UU. y sus aliados reconozcan las obligaciones duales con la bioeconomía emergente. En primer lugar, es una responsabilidad de dirección y supervisión prudentes, ya que la falta de promoción del progreso en/por las industrias biológicas y tecnologías podrían resultar en la pérdida del liderazgo de la comunidad internacional.

Cumplir con esta obligación podría incluir financiar adecuadamente la investigación y el desarrollo en áreas clave, implementar una supervisión adecuada de la investigación y educar a la fuerza laboral de investigación.

En segundo lugar, está la necesidad de proteger la bioeconomía de los actos antagónicos deliberados que podrían impedir el progreso biotecnológico y permitirá que otros individuos, grupos o países internacionales obtengan una ventaja de poder. Asumir esta responsabilidad podría implicar el desarrollo de métodos más rigurosos de manejo y supervisión adecuado de productos biológicos y/o tecnología, brindando una amplia protección de datos e infraestructuras digitales, y el desarrollo e implementación de propiedad intelectual (más efectiva, relevante y receptiva a nivel mundial).

leyes

Además, es importante tener en cuenta que, aunque el informe de las Academias Nacionales de Ciencias, Ingeniería y Medicina de EE. UU. aconteció que los desarrollos recientes en robótica controlada por el cerebro y la interfaz cerebro-máquina (BMI), neuroS/T, en general, no era un núcleo. aspecto de su dirección. En la actualidad, la mayoría de los países aún no identifican las ciencias del cerebro como un enfoque económico principal. De las 41 naciones que siguieran estrategias políticas específicas para expandir y promover sus bioeconomías en 2018, solo 10 incluyeron objetivos de investigación y desarrollo de neuroC/T. Entonces, si bien puede haber pocas dudas de que los trastornos neuropsiquiátricos son un problema importante de salud pública, la investigación del cerebro es relativamente costosa y el retorno percibido

---

<sup>14</sup> Los países u organizaciones multinacionales que incluyen neurociencia, neurotecnología y/o ciencia del cerebro Los objetivos en sus estrategias de bioeconomía son Australia, Brasil, China, Francia, la Unión Europea, India, Japón, Corea del Sur, Tailandia y los Estados Unidos.



la inversión adicional para aquellos países que no tienen cargas neuroepidemiológicas sustanciales no puede ser suficiente para justificar la búsqueda de iniciativas específicas de neuroC/T. Sin embargo, mientras que el capital humano intranacional y las agendas sociopolíticas de una nación determinada no pueden impulsar la inversión y el compromiso en neurobioeconomía, la hegemonía económica relativa, y tal vez cultural y política, que se logra al aprovechar los mercados globales de neuroC/T (y biológicos en general) podrá resultar predominante para cambiar las perspectivas, las posturas y la participación. Sin duda, debido a la actual falta de énfasis en la ciencia del cerebro en las estrategias bioeconómicas nacionales, aquellos países que inician políticas y programas para invertir en neuroC/T pueden lograr éxitos financieros significativos, poder económico y, por lo tanto, dirigir el futuro (ético, técnico, y legal)

estándares de investigación y uso.

Los rápidos avances en la ciencia del cerebro representan un dominio emergente que los actores estatales y no los estados pueden aprovechar las operaciones de guerra, inteligencia y seguridad nacional (WINS). Si bien no todas las ciencias del cerebro generan preocupaciones de seguridad, la autoridad y la influencia predominante en los mercados globales biomédicos, de bioingeniería, de bienestar/estilo de vida y de defensa permiten un ejercicio de poder considerable. Es igualmente importante señalar que tal poder puede ejercerse tanto en dominios operativos no cinéticos como cinéticos, y varios países han identificado neuroC/T como viable, de valor y de utilidad en sus programas GANA. Si bien los tratados existentes (p. ej., la BTWC y la CWC) y las leyes han abordado productos particulares de las ciencias del cerebro (p. ej., productos químicos, agentes biológicos y toxinas), otras formas de neuroC/T (p. ej., neurotecnologías y neuroinformática) permanecerán fuera de estos los focos, el alcance y la gobernanza de las convenciones. La tecnología puede influir, si no moldear, las normas y la conducción de la guerra, y el futuro campo de batalla resultó no solo de lograr el "dominio biológico", sino también del "dominio mental/cognitivo" y el "dominio de la inteligencia". Es y será cada vez más difícil regular y controlar las aplicaciones WINS de neuroC/T sin estándares Recordados y una supervisión internacional adecuada de la investigación y el uso potencial en la práctica.

Además, varios aspectos de las ciencias del cerebro las hacen particularmente problemáticas para la comunidad de bioseguridad. Primero, el campo se ha vuelto cada vez más interdisciplinario y se esfuerza por integrar varias ciencias y tecnologías (p. ej., biología, química, psicología, física, ciencias computacionales) para abordar cuestiones neurocientíficas y forjar descubrimientos e innovadores. Por ejemplo, los actores estatales y no estatales pueden usar neurotecnologías novedosas (p. ej., BMI y dispositivos de estimulación neuronal transcraneal) y avances en neuroinformática (es decir, analizar datos neurocientíficos para evaluar, acceder y afectar mejor el sistema nervioso) para aplicaciones WINS. En la actualidad, el desarrollo y el uso de estos dispositivos están subregulados y no están incluidos en las salvaguardas de exportación de doble uso, lo que dificulta la supervisión efectiva de la investigación potencial de preocupación de doble uso (DURC). En segundo lugar, estas neurotecnologías aún están poco exploradas por sus usos capacitativos y destructivos. A diferencia de otras armas biológicas y químicas convencionales (p. ej., microbios, toxinas, productos químicos), los dispositivos que florecen a la

sistema nervioso son relativamente nuevos y solo recientemente se han utilizado por su potencial WINS. esta combinación de dimensiones de "pizarra en blanco" y "terreno desconocido" de la neurotecnología crea dificultades en la previsión y preparación realistas de bioseguridad.

Durante las últimas dos décadas, las publicaciones en las ciencias del cerebro han permanecido constantemente. Sin embargo, por las razones antes mencionadas, la supervisión sigue siendo un problema, ya que la vigilancia de las posibles aplicaciones WINS se complican por los desafíos persistentes en el seguimiento y la evaluación de (cualquier) investigación y desarrollo de productos de neuroC/T. Por lo tanto, el potencial para el uso dual o directo de neuroC/T con fines disruptivos o destructivos se vuelve cada vez más viable.

Además, gran parte de la neuroC/T depende de los enfoques computacionales y el uso de big data, y la fuerza se multiplica. Sin embargo, es importante tener en cuenta que la rapidez de los avances en cibertecnología y análisis de datos a menudo supera a la titulación. Se ha propuesto el término "bioseguridad cibernética" para describir la transferencia de los sistemas informáticos, la información biológica y los procesos necesarios para reducir y/o prevenir eficazmente riesgos y amenazas nuevas y emergentes. Los datos de NeuroS/T pueden usarse para adquirir "neuroperfiles" de individuos a los que los infames actores podrían apuntar a través del desarrollo y uso de "patologías de precisión". Esclarecimiento reciente de la base de datos de personas clave en el extranjero (OKIDB, por sus siglas en inglés) del gobierno chino, que, a través de la colaboración con una entidad corporativa, Shenzhen Zhenhua Data Technology, ha acumulado datos para proporcionar "perspectivas sobre figuras políticas, militares y diplomáticos extranjeros... que contienen información sobre más de 2 millones de personas... y decenas de millas que ocupan cargos públicos prominentes..." que podrían ser atacados por el "ejército de hackers cibernéticos de Beijing" (ver más abajo).<sup>15,16</sup> Claramente, la ciencia del cerebro se ha convertido en una empresa multinacional

Y, como se dijo anteriormente, aunque algunas naciones no han comprometido inversiones y recursos para escalar las iniciativas de neuroC/T, otras seguramente lo han hecho, y con una intención ardiente. En este sentido, es importante señalar que los diferentes valores culturales y políticos pueden afectar los códigos éticos que guían y rigen la realización de la investigación científica. En algunos casos, estos estándares éticos pueden ser diferentes crear ventanas oportunistas que pueden acelerar la investigación de neuroC/T y avanzar en los resultados y productos para afectar en última instancia a los mercados globales.

---

<sup>15</sup> Grigg A. La base de datos china rastrea a los científicos nucleares estadounidenses. (2020). Australian Financial Review, 17 de septiembre. Disponible en línea en: [www.afr.com](http://www.afr.com).

<sup>16</sup> Delbert C. (2020). Una base de datos china está rastreando a científicos nucleares y militares oficiales estadounidenses. *mecánica Popular*, 28 de octubre; vol. 10. Disponible en línea en: [www.popularmechanics.com](http://www.popularmechanics.com).

## Estudio de caso de estado nacional 1: China<sup>17,18</sup>

Como se describe en los Planes quinquenales (FYP) y otras estrategias nacionales, China ha identificado y el valor técnico, económico, médico, militar y político reconocido de las ciencias del cerebro y ha iniciado esfuerzos para expandir sus programas neuroC/T actuales. . China utiliza horizontes de planificación estratégicamente más amplias que otras naciones e intenta combinar los esfuerzos de los sectores gubernamentales, académico y comercial (es decir, la “triple hélice”) para lograr la cooperación y la centralización de las agendas nacionales. Esta coordinación permite que los proyectos y objetivos de investigación se utilicen para una variedad de aplicaciones y resultados (p. ej., médicos, sociales, militares). Como dije Moo Ming Poo, director del Proyecto Cerebro de China, el creciente envejecimiento de la población de China está contribuyendo a una mayor incidencia y prevalencia de la demencia y otras enfermedades neurológicas. es su FYP más reciente, China abordó las preocupaciones económicas y de productividad fomentadas por esta población que envejece, con un llamado a desarrollar enfoques médicos para los trastornos neurológicos y ampliar la infraestructura de investigación en neuroC/T. Este creciente entorno académico se ha aprovechado para atraer y solicitar colaboración multinacional. De esta manera, China está descendiendo la neuroC/T internacional a través de (1) el turismo de investigación; (2) control de la propiedad intelectual; (3) turismo médico; y (4) influencia en el pensamiento científico global. Si bien estas estrategias no son exclusivas de neuroC/T; pueden ser más oportunistas en las ciencias del cerebro porque el campo es nuevo, se expande rápidamente y sus mercados están creciendo y están definidos por los intereses de los accionistas y las partes interesadas.

El turismo de investigación implica reclutar estratégicamente a científicos experimentados y de renombre (en su mayoría de países occidentales), así como científicos jóvenes para contribuir y promover el crecimiento, la innovación y el prestigio de las empresas científicas y tecnológicas chinas. Esto es evidente por dos esfuerzos principales. En primer lugar, iniciativas como el Programa de los Mil Talentos (lanzado en 2008) y otros programas (p. ej., el Programa de las Cien Personas, el Programa Luz de Primavera, el Programa de los Jóvenes de los Mil Talentos, etc.) tienen como objetivo atraer investigadores extranjeros, nutrir y sostener el talento nacional y traer volver científicos chinos que han estudiado o trabajado en el extranjero. además, las pautas de investigación ética de China son, en algunos dominios, algo más permisivas que las de Occidente (por ejemplo, experimentación con primates humanos y/o no humanos sin restricciones), y el director del Proyecto Cerebro de China, Mu-Ming Poo, ha declarado que esta capacidad para realizar investigaciones que pu

---

17 Chen C, Andriola J, Giordano J. (2018). Biotecnología, velo comercial e indicaciones para la latencia estratégica: el ejemplo de investigación y desarrollo de neurociencia y neurotecnología en China. En: Davis ZS, Nacht M. (eds.) Latencia estratégica: rojo, blanco y azul: gestión de las consecuencias de seguridad nacional e internacional de la tecnología disruptiva. Livermore CA: Lawrence Livermore Press, págs. 12-32.

18 Giordano J, Bremseth LR, DeFranco JP. (2019). Uso dual y no cinético de la ciencia cerebral china: actual actividades e implicaciones futuras. En: Petersen N. (ed.) Intenciones estratégicas chinas: una inmersión profunda en las actividades Mundiales de China. Departamento de Defensa; Grupo de Evaluación Estratégica de Múltiples Capas - Estado Mayor Conjunto/J-3/Grupo de Estudios Estratégicos del Pentágono.

no ser (éticamente) viable en otros lugares puede (y debe) atraer limpiamente a científicos internacionales a Realizando investigaciones en China.

En segundo lugar, China sigue colaborando con las principales instituciones internacionales de investigación del cerebro para fomentar una mayor cooperación. Estos esfuerzos de investigación cooperativos y colectivos permitir a China lograr un "campo de juego" más equitativo en las ciencias del cerebro. China aprovecha la ley de propiedad intelectual (PI) para promover (y velar) la neuroC/T y otras biotecnologías de varias maneras. Primero, a través de la explotación de su proceso de patente mediante la creación de una "maraña de patentes". El sistema de patentes chino se centra en la utilidad final de un producto (p. ej., una función neurológica específico en un dispositivo), en lugar de enfatizar la idea innovadora inicial en contraste con el sistema estadounidense. Esto permite a las empresas y/o instituciones chinas copiar o usurpar patentes y productos extranjeros. Además, las leyes de patentes chinas permiten que los productos e ideas de investigación internacional se utilicen en China "en beneficio de la salud pública" o para "un gran avance tecnológico". En segundo lugar, la coordinación antes mencionada de las instituciones de ciencias del cerebro y el sector corporativo establecido licencias obligatorias bajo las leyes chinas de propiedad intelectual y patentes. Esta estrategia (es decir, "lawfare") permite que las empresas académicas y corporativas chinas tengan apoyo económico y legal, mientras que recíprocamente permite que China dirija las agendas y directivas nacionales de investigación a través de estas colaboraciones internacionales de neuroC/T. China hace cumplir sus derechos de patentes y propiedad intelectual en todo el mundo, lo que puede crear una saturación del mercado de productos significativos e innovadores, y podría crear una dependencia internacional de la neuroC/T china. Además, las empresas chinas han estado invirtiendo duramente en las industrias del conocimiento, incluidas las empresas de inteligencia artificial y las asociaciones académicas de libros y revistas. Por ejemplo, TenCent establece una sociedad con Springer Nature para participar en varios productos educativos. Esto permitirá una apuesta significativa en las narrativas futuras y la difusión de los descubrimientos científicos y tecnológicos.

Clean El turismo medico es una atraccion y solicitud o implicado de individuos o grupos internacionales para buscar explotar que solo están disponibles o son más asequibles en un lugar en particular. verdad, China tiene presencia en este mercado, y en la actualidad, los procedimientos disponibles van desde lo relativamente sublime, como el uso de la estimulación cerebral profunda para tratar la adicción a las drogas, hasta lo aparentemente "de ciencia ficción", como la recientemente propuesta body-to-trasplante de cabeza que se llevará a cabo en la Universidad Médica de Harbin en colaboración con el neurocirujano italiano Sergio Cañavero. China puede avanzar y desarrollar áreas de neuroC/T en formas que otros países no pueden o no quieren, a través de la homogeneización de una fuerte capacidad integrada "del banco a la cama" y el uso de pautas éticas no occidentales.

China puede enfocarse específicamente en tratamientos para enfermedades que pueden tener un alto impacto global y/o podría ofrecer procedimientos que no están disponibles en otros países (ya sea por razones sociopolíticas o éticas). Dicho turismo médico podría crear una dependencia internacional de los mercados chinos a medida que las personas se vuelvan dependientes de productos y servicios disponibles solo en China, además de aquellos que están "hechos en China" para uso ubicuo en otros lugares. China está creciendo

la industria biomédica, el esfuerzo continuo por la innovación y la expansión de las capacidades de fabricación han posicionado a sus compañías farmacéuticas y de tecnología para que destaquen en los mercados mundiales. Tal posicionamiento, y la ética un tanto permisiva que permite aspectos y tipos particulares de experimentación, pueden ser seductores para que los científicos internacionales participen en la investigación y/o la producción biomédica comercial dentro de las fronteras soberanas de China. A través de estas tácticas de infiltración y saturación económica, China puede crear jerarquías de poder que inducen efectos “biopolíticos” estratégicamente latentes que influyen en el dominio posicional real y percibido de los mercados globales.

China no es el único país que tiene diferentes códigos éticos para gobernar la investigación. Es de destacar que Rusia ha estado, y continúa dedicando recursos a neuroC/T, y aunque no está aliada uniformemente con China, ha desarrollado proyectos y programas que permiten el uso de neurodatos para aplicaciones no cinéticas y/o cinéticas (ver más abajo). Dichos proyectos, programas y operaciones pueden llevarse a cabo de forma independiente y/o en colaboración para ejercer la compra sobre los competidores y adversarios a fin de lograr una mayor hegemonía y poder. Por lo tanto, la OTAN y sus aliados internacionales deben (1) reconocer la realidad de las científicas y tecnológicas de otros países; (2) evaluar lo que presagian las tendencias actuales ya corto plazo para posiciones, influencia y poder global; y (3) decidir cómo abordar los diferentes puntos de vista éticos y políticos sobre innovación, investigación y desarrollo de productos.

#### Estudio de caso de estado nacional 2: Rusia<sup>19</sup>

El presidente ruso, Vladimir Putin, ha declarado claramente su intención de implementar un plan de modernización agresiva a través de la Iniciativa Tecnológica Nacional (NTI). Diseñado para otorgar una ventaja superior tanto en dominios comerciales como militares contra los competidores clave actuales y futuros de Rusia, el NTI ha sido visto como algo obstaculizado por el legado de control gubernamental de la nación, la complejidad económica inmutable, la ineficiencia burocrática y la falta general de transparencia. Sin embargo, existen disparidades aparentes entre dicha evaluación de la NTI y sus capacidades, y la invención continua de Rusia y el uso exitoso de tecnologías avanzadas.

A diferencia de las afirmaciones y predicciones abiertas hechas por las comunidades científicas y políticas de China sobre el desarrollo y ejercicio de neuroC/T para reequilibrar el poder global, la explicación y demostración(es) de los esfuerzos rusos en neuroC/T tienden a ser información sutil y detallada. sobre la vigilancia y el alcance de tal empresa y actividad está, en su mayor parte, restringida a

---

<sup>19</sup> Giordano J. (2017). Neurociencia y tecnología como armas en el escenario mundial del siglo XXI. En: Avilés W, Canna S. (eds.) Influencia en una era de conectividad creciente. pág. 58-66. Departamento de Defensa; Grupo de Evaluación Estratégica de Múltiples Capas - Estado Mayor Conjunto/J-3/Grupo de Estudios Estratégicos del Pentágono.

el dominio clasificado. En general, los esfuerzos rusos en este espacio tienden a basarse en trabajos previos realizadas bajo la Unión Soviética y, aunque no tienen un enfoque amplio, han ganado relativa sofisticación y capacidad en áreas particulares que tienen una alta aplicabilidad en enfrentamientos disruptivos no cinéticos. Los empleos de Rusia de información armada y agentes neurotrópicos se han mantenido bastante discretos, si no clandestinos (y quizás encubiertos), a menudo implican a actores estatales o no estatales como representantes, y están velados por una exitosa campaña de desinformación para evitar una evaluación precisa de su ciencia y tecnologías existentes y en desarrollo.

Los esfuerzos de ciencia y tecnología militar de la URSS avanzaron y se mantuvieron principalmente debido al extenso complejo militar-industrial que, desde mediados de la década de 1970 hasta la de 1980, se estima que empleó hasta el veinte por ciento de la fuerza laboral. Esto permitió que la URSS se convirtiera en una líder mundial en ciencia y tecnología, clasificada por la comunidad de investigación estadounidense como la segunda en el mundo en programas clandestinos de ciencia y tecnología (solo porque el sistema general soviético de investigación y desarrollo (I+D) era excepcionalmente ineficiente, incluso dentro del sector militar). El colapso de la URSS puso fin al complejo militar-industrial soviético, lo que resultó en reducciones significativas en el gasto general y el apoyo estatal a los programas de I+D. Cualquier reforma recientemente implementada del estado postsoviético fue relativamente modesto, descubriendo resultados de I+D subóptimos en el mejor de los casos. Durante este tiempo, la I+D rusa tendrá aproximadamente un 60 % y, aparte de la participación de los ministerios en el sector militar, hubo escasez de cooperación directa entre las instituciones rusas de I+D y las empresas operativas de ciencia y tecnología. Esta interacción limitada se vio agravada aún más por la falta de recursos, la incapacidad de llevar a cabo nueva tecnología a los mercados, la ausencia de protecciones para la propiedad intelectual y el éxodo de "fuga de cerebros" de investigadores talentosos a naciones con programas más modernos y de vanguardia con mejores salarios y Oportunidades para avanzar.

Al reconocer los problemas inherentes al monocultivo de los ecosistemas económicos y de ciencia y tecnología rusa, el gobierno de Putin inició un proceso para orientar a Rusia hacia empresas de alta tecnologías más lucrativas. La NTI es ambiciosa, con objetivos para realizar completamente una serie de avances en C&T/I+D para 2035. El objetivo central de la NTI es establecer "el programa para la creación de mercados fundamentales nuevos liderazgo y la creación de condiciones para el tecnológico global de Rusia para 2035." Con este fin, los expertos de NTI y la Agencia para Iniciativas Estratégicas (ASI) identificaron nueve mercados emergentes de alta tecnología para enfoque y penetración principales, incluidas la neurociencia y la tecnología (es decir, lo que ASI denominó "NeuroNet"). La inversión sustancial en este mercado tiene como objetivo superar la "maldición de los recursos" postsoviética, capitalizando los cambios en los mercados tecnológicos globales, y los sectores de participación, para expandir las prioridades y tanto económicos como militares capacidades/de inteligencia. Según ASI, NeuroNet se centra en "elementos artificiales distribuidos de conciencia y mentalidad", con la prioridad de Rusia de

neuroS/T siendo un factor clave en las operaciones operativas de influencia dirigidas y economías y poder globales. Las operaciones no cinéticas representan la intersección y el ejercicio más viable de estas prioridades, focos y capacidades de influencia y efectos globales comerciales, militares y políticos.

## Un Caso de Estudio en Comercialización Corporativa: Neuralink20

En 2019, Elon Musk anunció que su empresa, Neuralink, avanzaría en la traducción clínica de un IMC novedoso que, según él, es "... prometedor para la restauración de la función sensorial y motora y el tratamiento de trastornos neurológicos". El BMI implica la implantación de microelectrodos en el cerebro para registrar la actividad neurológica, que luego transmite señales a sensores que pueden ser detectados por un dispositivo externo, como un teléfono inteligente. Debido a la compleja naturaleza de este procedimiento, Neuralink planea desarrollar un sistema robótico para implantar electrodos.

Este sistema será monitoreado y administrado por un neurocirujano que puede ajustar manualmente el sistema robótico según sea necesario durante el procedimiento. Aunque los esfuerzos de la compañía para desarrollar un IMC de este tipo solo han estado en marcha durante poco más de dos años, ya ha creado una aplicación innovadora y funcional en un modelo de rata in vivo . Musk busca comenzar ensayos clínicos este año para tratamientos de ciertos trastornos neurológicos, y afirma que esta tecnología podría y debería estar disponible para cualquier persona que desee lograr un "mejor acceso" y "mejores conexiones" con "el mundo, entre sí". y nosotros mismos."

Las presentaciones de Musk han afirmado que un objetivo principal es hacer que el procedimiento sea "... tan simple y automatizado como LASIK". Sin embargo, hasta que la robótica, los dispositivos externos y los neurocirujanos están disponibles en todo el mundo, solo habrá unos pocos lugares en el mundo que puede ofrecer esta intervención. Dadas las opiniones actuales de los científicos en los Estados Unidos, Europa, Japón y Australia con respecto a las intervenciones médicas destinadas a multas "no terapéuticos" (es decir, optimización/mejora), parece poco probable que los cirujanos (querrían) realizar el procedimiento Neuralink/ BMI.

Si este es el caso, surgen preguntas sobre dónde se proporcionarían estos procedimientos y cómo se financiarán esta tecnología e intervención. Como se dijo, los puntos de vista culturales, las necesidades, los valores, las filosofías, la ética y la política de algunas naciones pueden hacer que estén más inclinados, si no ansiosos, a adoptar, y apoyar, nutrir y promover, los BMI y otras formas emergentes de neuroC/T. para su uso en el cuidado de la salud, diversas ocupaciones, la población en general y el personal militar y de inteligencia. Esto plantea entonces el espectro de si, y en qué medida, tales empresas podrían ser

---

20 De Franco JP, Giordano J. (2020). Mapear el pasado, presente y futuro de la investigación del cerebro para navegar por el Direcciones, peligros y discursos de doble uso. EC Neurol 12(1): 1-6.

visto, solicitado y utilizado para influir en las bioeconomías locales y globales, y los equilibrios relativos de poder producidos por la posición y la prominencia dentro de estas jerarquías.

En los próximos años, es probable que dicha neuroC/T esté más disponible, sea más eficaz y se emplee. Usar y/o modificar neuroC/T, si bien requiere experiencia disciplinaria específica (p. ej., bioingeniería, neurocirugía, neurociencia computacional, etc.), no supondrá una dificultad excesiva, dado que varias naciones: 1. ya cuentan con programas de neuroC/T que son: y podría ser - dedicado a militares y

esfuerzos de inteligencia;

2. tener una integración relativamente fluida de la “triple hélice” de los sectores gubernamentales, de investigación/académico e industrial que facilite el rápido rendimiento de la I+D en ciencia y tecnología para las agendas económicas y militares/de inteligencia que podrían participar en operaciones no cinéticas y/o cinéticas; y

3. tener diferentes valores culturales y normas éticas y costumbres pueden permitir una investigación más rápida líneas de tiempo, y una traducción y uso más amplios de estas maneras.

## Recomendaciones

En resumen, no se trata de si neuroC/T se utilizarán en operaciones militares, de inteligencia y políticas, sino cuándo, cómo, en qué medida y quizás lo más importante, si la OTAN y sus aliados estarán preparados para abordar, enfrentar, Contrarrestar o prevenir estos riesgos y amenazas. En este sentido (y en base a la información presentada en este informe) es y será cada vez más importante abordar los problemas complejos generados por la influencia de las ciencias del cerebro sobre la bioseguridad global y el alcance y la conducta futura a corto plazo tanto de los no cinéticos y operaciones militares y de inteligencia cinética. 21

Por lo tanto, si los países de la OTAN, y sus aliados internacionales, buscan mantener un papel de liderazgo en el(los) equilibrio(s) global(es) de poder, será esencial establecer y mantener una participación iterativa en la financiación, orientación y supervisión de las ciencias del cerebro en seguridad de operaciones nacionales, inteligencia y defensa. Esto es particularmente importante dada la reciente declaración de opinión y la(s) recomendación(es) del Grupo de Trabajo sobre Neurociencia de Doble Uso del Proyecto Cerebro Humano de la Unión Europea (EU-HBP), que abogó por que todos los proyectos de I+D, resultados, técnicas, y las herramientas realizadas bajo los auspicios y el apoyo del HBP no se utilizarán

<sup>21</sup> DeFranco JP, DiEuliis D, Bremseth LR, Snow JJ, Giordano J. (2019). Tecnologías emergentes para efectos disruptivos en compromisos no cinéticos. *Corrientes HDIAC* 6(2): 49-54.

<sup>22</sup> Evers K, Farisco M, Giordano J, Salles A. (2017). *Uso Dual en Investigación Neurocientífica y Neurotecnológica.*

Un Informe de Antecedentes, Desarrollos y Recomendaciones para el Abordaje Ético, Evaluación y Orientación de las Actividades del Proyecto Cerebro Humano. Informe del Proyecto Cerebro Humano de la Unión Europea.



en/para iniciativas u operaciones militares y/o de inteligencia (u otras formas de seguridad y defensa). Si bien es notable por su postura y defensa pacifistas, la falta de disponibilidad de estos desarrollos de ultima generación para la misión de la OTAN (y la publicación/difusión de estos estudios y métodos en la literatura científica internacional) crean pueden una oportunidad para que las naciones competidoras usurpen y exploten dichos desarrollos para su uso en sus propios programas, proyectos y operaciones militares, de inteligencia y políticos.

Por lo tanto, se recomiendan los siguientes pasos: •

Reconocimiento de que la ciencia del cerebro puede y será desarrollada y utilizada para fines no cinéticos y compromisos cinéticos WINS.

- Reconocimiento de que otros países pueden utilizar diferentes sistemas éticos para regir la investigación y el desarrollo neurocientífico. Esto requerirá un enfoque riguroso, más granular y dialéctico para negociar y resolver problemas y dominios de disonancia ética en discursos de bioseguridad multinacionales e internacionales.
- Revisión y evaluación continua de las leyes nacionales de propiedad intelectual, tanto en relación con la(s) ley(s) internacional(es) como en el escrutinio del posible encubrimiento comercial de las empresas de doble uso.
- Vigilancia continua de las actividades internacionales en ciencia del cerebro, y su doble y uso directo en operaciones militares y de inteligencia.
- Identificación y cuantificación de los riesgos y amenazas actuales ya corto plazo que plantean cuentas empresas
- Evaluación de las capacidades y brechas existentes en la infraestructura y funciones de la OTAN relevante para mantener una postura de preparación, preparación y respuesta en bioseguridad. •
- Superación proactiva o delimitación de brechas en la infraestructura y función de bioseguridad para establecer y mantener recursos, mecanismos y políticas rápidamente activos para reducir las amenazas existentes ya corto plazo.
- Dedicación de recursos para desarrollar y mantener las capacidades de la OTAN (y de las naciones aliadas) para evitar una escalada de riesgos y amenazas futuras mediante (1) vigilancia continua; (2) preparacion organizacional y sistematica; (3) union de cualquiera/todas las entidades necesarias para estabilizar a la par y/o por delante de las capacidades tácticas y estratégicas de los competidores y adversarios en este espacio. • ONU

programa de la OTAN (o red de programas) para:

- o coordinar los sectores gubernamentales, académicos e industriales para estudiar y evaluar los riesgos y amenazas actuales y futuros;
- o establecer institutos/centros (titulares de la OTAN) específicamente dedicados a estas actividades, a fin de obviar la carga de participación/responsabilidad de cualquier/todas las instituciones académicas y científicas que operan dentro/bajo la UE-

Directrices de HBP que prohíben el uso/participación dual o directa con iniciativas militares/ de defensa;

o defender los países de la OTAN y los intereses aliados de estas amenazas; y

o desarrollar métodos para explotar las brechas y debilidades de los competidores en estos dominios para mantener un equilibrio de poder favorable (en ya través de la sociedad).

dominios económicos, políticos y militares) en compromisos globales.

- Desarrollo y coordinación de un enfoque de un conjunto de naciones (OTAN) (en lugar de simplemente un conjunto de gobiernos o ejércitos) para movilizar las organizaciones, los recursos y el personal necesario para cumplir con las capacidades sinérgicas de triple hélice de los golpes globales y los adversarios potenciales para avanzar en neuroC/T que es viable y valioso en operaciones militares y de inteligencia.