

IA y ÁTOMOS: CÓMO LA INTELIGENCIA ARTIFICIAL ESTÁ REVOLUCIONANDO EL MATERIAL NUCLEAR

Por Jingjie El, Nikita Degtyarev, 11 de septiembre de 2023

Durante la última década, ha habido una integración acelerada de la inteligencia artificial (IA)[1] en los campos civil y militar. Como resultado de ello, la creciente atención a los desafíos de la gobernanza de la IA se ha manifestado de tres maneras. El primer desafío radica en la naturaleza de doble uso de la IA en los ámbitos civil y militar, lo que hace difícil supervisar y supervisar su militarización. El segundo se deriva del poder de influencia de la política del sector privado, que tradicionalmente se ha limitado a utilizar instrumentos de cabildeo. La dificultad final resulta de la naturaleza cambiante de las relaciones entre gobierno y industria, donde las industrias están liderando el desarrollo y la aplicación de la IA, y los gobiernos están quedando rezagados a la industria en la comprensión de su potencial tecnológico y regulando las aplicaciones militares.

Una revisión de la literatura existente demuestra que la IA está bien discutida dentro del dominio militar y de estabilidad estratégica más amplia[2], incluyendo discusiones en torno al uso de IA dentro de la esfera nuclear para hackear sistemas cibernéticos, envenenar datos de entrenamiento de IA y manipular sus aportes (Avin y Amadae 2019). La comunidad de expertos aborda además la IA y su aplicabilidad a las salvaguardias nucleares.[Sin embargo, la investigación disponible actual ignora en gran medida la producción de materiales nucleares, que es una fase esencial en el desarrollo de armas nucleares

Este artículo cierra esa brecha evaluando el papel potencial de la IA en la producción de material nuclear al tiempo que examina las prácticas industriales.[4] Al emplear un enfoque industrial para el uso de la tecnología, argumentamos que la IA tiene un potencial significativo para mejorar la producción de material nuclear mejorando la eficiencia del sistema con el objetivo de optimizar la producción, reducir los costos e impulsar la seguridad en la producción asociada con el desarrollo y la producción de armas nucleares. En el apéndice 1 (de inmediato, el texto principal figura una lista completa de las aplicaciones existentes de IA a los equipos críticos para la producción de materiales nucleares y a las aplicaciones no nucleares relacionadas que integrables con la producción de materiales nucleares.

El proceso de producción de materiales nucleares impulsado por IA plantea preocupaciones sobre el desarrollo ilícito y encubierto de las armas nucleares. Por lo tanto, en la sección final se examina una solución triple con planes de acción viables. Aunque la producción de material nuclear es el centro de este artículo, las conclusiones, preocupaciones y soluciones que se están abordando también son aplicables al debate más amplio sobre la producción de material utilizado para construir armas de destrucción en masa, incluidas las armas radiológicas, biológicas y químicas.

Etapas sensibles a la proliferación en la producción de materiales nucleares

La producción de material nuclear consta de varios pasos, incluyendo minería y molienda, conversión, enriquecimiento, fabricación de combustible, generación de electricidad, almacenamiento de combustible gastado y reprocesamiento.[5] Si bien cada paso de producción es importante, las fases de enriquecimiento y reprocesamiento son las fases más sensibles a la proliferación. Estas fases proporcionan la base para enriquecer uranio y/o la separación de los isótopos de uranio y plutonio que son pilares[6] integrales para el desarrollo de un arma nuclear;

por lo tanto, una mejor accesibilidad a estas tecnologías a través de la IA presenta riesgos de proliferación horizontal y vertical[7] (Gartzke y Kroenig 2014).

Aunque la aplicación de la IA en las fases de enriquecimiento y reprocesamiento es un esfuerzo constante para promover la aplicación de la ciencia y la tecnología nucleares para siempre, la IAM como tecnología de doble uso dentro del espacio de producción de materiales nucleares se ha descuidado en gran medida en las comunidades académicas y profesionales. Por lo tanto, existe una oportunidad cada vez mayor para ayudar a la IA en aplicaciones ilícitas y encubiertas no pacíficas.

Aplicaciones potenciales de IA en la producción de materiales nucleares

Las aplicaciones industriales de IA pueden dividirse ampliamente en tres categorías: detección de anomalías, optimización automatizada y descubrimiento automatizado. Cada una de estas técnicas ha funcionado y se ha aplicado en industrias civiles, y cada una puede afectar a etapas de producción de materiales nucleares sensibles a la proliferación. En el cuadro 1 se ilustra un resumen de la aplicación potencial clave de la IA en la producción de material nuclear, con posibles casos de uso especificados en el apéndice 1.

Cuadro 1. Principales aplicaciones potenciales de IA en la producción de materiales nucleares

Detección de anomalías. Un algoritmo de detección de anomalías de IA está entrenado para reconocer los datos de la máquina o del sistema con comportamientos normales. Cuando los datos en tiempo real se desvían del patrón de normalidad, el algoritmo de IA identificará la anomalía. Las alarmas de deserción en estadio temprano hacen posible la inspección y la fijación antes de la avería mecánica o del sistema.

Los casos de uso de la detección de anomalías de la IA se dividen en dos categorías. Primero, la IA es utilizada por las industrias para monitorear, detectar y diagnosticar fallas en máquinas. Un ejemplo es la detección de anomalías de bombas centrífugas (Al Tobi et al. 2022; Nabli y Hassani 2009). En segundo lugar, la IA también se aplica ampliamente en productos de defensa cibernética para detectar anomalías lideradas por ciberataques o infecciones, lo que es una amenaza creciente para sofisticados programas nucleares (Al Tobi et al. 2022; Nabli y Hassani 2009). Un ejemplo es la solución de defensa cibernética General Electric de IA, Digital Ghost, que sirve al Departamento de Energía de EE.UU., una agencia responsable de la gestión del suministro de uranio enriquecido a la nación, en la protección de la infraestructura crítica (General Electric n.d.a).

Las aplicaciones mencionadas pueden integrarse fácilmente en el proceso de producción de materiales nucleares, siempre que se puedan acceder a los datos de capacitación, ensayo y verificación de las máquinas y sistemas informáticos críticos que participan en el proceso de producción. Las aplicaciones específicas incluyen la adopción de soluciones de detección de anomalías de IA para evitar el fracaso de los equipos críticos de producción de materiales nucleares (como centrifugadoras) y sistemas informáticos (como sistemas de gestión o de defensa cibernética). Soluciones similares de IA también pueden promover la eficiencia y la seguridad en los procesos de producción de conocimientos centrados en el ser humano que facilitan la producción de material nuclear (como métodos avanzados de separación de isótopos fisionables[8]).

Optimización automatizada. Soluciones de optimización automatizada entren en tren algoritmos de IA para analizar datos con parámetros predefinidos en un proceso industrial. A partir de este análisis, los algoritmos pueden predecir la calidad del producto y corregir parámetros problemáticos para mejorarlo. Cuando se aplican a sistemas complejos, los algoritmos de IA pueden configurar muchos factores en diferentes niveles, simular su rendimiento e identificar la mejor combinación para lograr soluciones optimizadas.

Los casos de utilización de la optimización automatizada de IA en las industrias civiles se triplican. La primera es la producción industrial. Por ejemplo, las redes neuronales artificiales, un tipo de algoritmo de aprendizaje profundo, se utilizan para monitorear y ajustar el rendimiento de centrifugadoras en los procesos de separación (Funes et al. 2009; Jiménez y otros. 2008; Menesklou et al. 2021). El segundo es el diseño industrial. Ejemplos incluyen la determinación de la configuración óptima para los coches de carreras utilizados en diferentes carreras (Monolith AI n.d.), el diseño óptimo de chips de computadora (Mirhoseini et al. 2021), y la forma óptima para la corona de un pistón en un motor diésel (Bogaitsky 2019). El tercero es la planificación logística. Ejemplos de esto incluyen la reducción del tiempo de respuesta del avión y la optimización de la ruta de la flota de entrega (General Electric n.d.b; Google n.d.).

Estas soluciones de optimización de IA también pueden integrarse en la producción de material nuclear con la disponibilidad de datos de máquinas o sistemas. Esto ya se ha aplicado para optimizar las dimensiones de un desmontaje giratorio en centrifugadoras de gas para el enriquecimiento de uranio (Migliavacca et al. 2002). Otros casos potenciales de utilización de materiales nucleares de producción incluyen la mejora de la máquina, como centrifugadoras nucleares, la configuración; el diseño de piezas de máquinas (incluida la centrifugadora); y la eficiencia de las líneas de producción de materiales nucleares, como la disposición de cascadas de centrifugadoras y la gestión más amplia del proceso de producción de materiales nucleares. Otras investigaciones nucleares centradas en el ser humano también pueden beneficiarse de soluciones de optimización automatizada, que a su vez pueden revolucionar la producción de material nuclear.

Descubrimiento automatizado. Los algoritmos de IA se entrenan para entender las reglas de un juego identificando parámetros clave en una etapa inicial, luego desarrollando sus propios algoritmos para determinar la mejor solución para el juego. Por ejemplo, de jugar juegos como AlphaGo, AlphaZero (Silver et al. 2017; Silver et al. 2018), a la predicción de la estructura de proteínas, como AlphaFold (Jumper et al. 2021), generación de código (por ejemplo, AlphaCode) (Li et al. 2022), y descubrimiento de multiplicación de matriz más rápida (por ejemplo, AlphaTensor) (Fawzi et al. 2022), AI ha demostrado su capacidad para revolucionar el mundo científico a un ritmo exponencial. Sin embargo, en las ciencias nucleares, la aplicación del descubrimiento automatizado se mantiene en las primeras etapas de desarrollo. En consecuencia, pocas aplicaciones industriales existentes están listas para integrarse en la producción de material nuclear o incluso en la investigación de viabilidad.

RELACIONADOS:

Seis maneras en que AI podría causar la próxima gran guerra, y por qué probablemente no lo hará.

Las técnicas de descubrimiento automatizada no sólo avanzan en la potencia computacional y de procesamiento de datos a través de la innovación de hardware (ejemplos incluyen chips de IA y ordenadores), sino que también aceleran el desarrollo y la actualización de sistemas informáticos a través de la generación automática de código (como en ciberdefensa o sistemas de gestión industrial). Más significativamente, la técnica prevé la realización de la producción de conocimiento de materiales nucleares centrados en la máquina, como en el caso de la predicción de la estructura de proteínas[10], que acelera la velocidad y exactitud de la investigación basada en el ser humano, por ejemplo sobre los nuevos métodos de separación de isótopos fisionables[11] y materiales más eficientes[12]. El descubrimiento automatizado es el que más potencial tiene entre las tres aplicaciones de IA mencionadas; a medida que tales aplicaciones avancen, podrían afectar fundamentalmente la totalidad del proceso del ciclo de vida de la producción de materiales nucleares.

El camino a seguir

Como se ha demostrado, la IA ya ha afectado a varias etapas de la producción de material nuclear, y su premisa como tecnología de doble uso debe gestionarse adecuadamente. Si bien este esfuerzo requiere un esfuerzo total de todas las partes involucradas, el alcance de esta discusión puede centrarse en una solución tridimensional.

Recomendación 1: Los agentes estatales deberían encargarse de diseñar y ejecutar datos relacionados con la producción de materiales nucleares eficaces y la gobernanza de la infraestructura.

Para dar cuenta de la aparición de nuevas tecnologías de doble uso, como la IA, los marcos legales y no jurídicos existentes deben evolucionar[Sin embargo, el entorno político actual ha limitado la creación de consenso global, incluso en los casos en que alcanzar consenso beneficia a todas las partes. Sin embargo, los Estados siguen siendo agentes decisivos en la vigilancia y regulación de las aplicaciones de doble uso de la IA en lo que se refiere a la producción de materiales nucleares.

El alcance de la vigilancia y regulación de las aplicaciones de doble uso de la IA debe excluir los algoritmos de IA; son de código abierto y accesibles a nivel mundial, y por lo tanto, esencialmente imposibles de controlar y regular. En cambio, el alcance debería centrarse en dos elementos que apoyan la IA, el primero de los cuales son datos. Dado que la precisión de una solución de IA depende de la calidad y cantidad de los datos de capacitación y ensayo, la transferencia de datos sensibles en torno a la producción de material nuclear, incluida la producción pacífica de material nuclear, debe salvaguardarse mediante la promulgación de medidas reglamentarias adecuadas sobre tecnologías, transferencia de datos y normas de seguridad como la ciberseguridad. 15] El segundo enfoque debe centrarse en la infraestructura de la información. Dado que la función de los sistemas alimentados por IA depende de infraestructuras de información avanzadas, incluida la banda ancha de rápida velocidad, el almacenamiento en la nube, los chips de IA y las supercomputadoras, entre otras cosas, también debe ser supervisada la adquisición y transferencia de estas infraestructuras críticas de IA. Por lo tanto, el control de las exportaciones de los sistemas de IA debería centrarse en la transferencia de datos de formación y ensayo, así como en la infraestructura de apoyo.

La gobernanza de los datos y la infraestructura puede lograrse mediante soluciones unilaterales, bilaterales o multilaterales, así como por medios oficiosos y formales. Una plataforma lista para su aplicación son los regímenes nacionales de control de las exportaciones. Hasta ahora, Estados Unidos, la Unión Europea, Rusia, la República Popular China y otras entidades políticas con capacidades nucleares han fortificado cada vez más legislación nacional en torno a mecanismos funcionales de control de exportaciones para tecnologías y datos críticos para sus intereses de seguridad nacional (Pacific Northwest National Laboratory, n.d.; PRC 2017; PRC 2020; PRC 2021; Unión Europea 2021; Servicio Federal para el Control Técnico y de Exportación de Rusia n.d.; Vladimirova et al. 2014). Además de los esfuerzos unilaterales, los Estados también deberían proseguir los debates multilaterales conexos basados en un interés común en mejorar los mecanismos del régimen de control de las exportaciones específicos de IA, en lugar de permitir que las posiciones políticas divergentes obstaculicen esos debates (Fisher 1991). Un conducto existente para facilitar las discusiones y las futuras negociaciones a este respecto es el Grupo de Suministradores Nucleares (NSG), en el que los participantes en los Estados miembros acordaron implementar voluntariamente las directrices para las exportaciones nucleares y las exportaciones nucleares. (Grupo de Proveedores Nucleares n.d.a).

Recomendación 2: El sector de la no proliferación debería desarrollar una mano de obra con capacidad de IA apoyada por asociaciones externas de la industria de la IA.

Los agentes estatales, las organizaciones no gubernamentales y las organizaciones intergubernamentales dentro del ámbito nuclear han tenido una interacción limitada con expertos IA, lo que ha dado lugar a una brecha de conocimientos que puede reducirse mediante discusiones colectivas. Como tal, es vital crear conciencia y asociaciones sostenibles, tanto formales como informales.

Para movilizar la participación de la industria en la esfera de la no proliferación, los Estados, las organizaciones no gubernamentales y las organizaciones intergubernamentales deben adoptar un enfoque en tres etapas. En primer lugar, los investigadores y científicos deben desarrollar y mantener una comprensión completa con respecto a la investigación de vanguardia de la IA, así como la mayoría de los casos avanzados de uso industrial asociados con la producción de material nuclear. Un ejemplo visualizado se ilustra en el Apéndice 1. Esto puede ser autoiniciado o bajo cooperación institucional[18]. Idealmente, un cuadro plenamente desarrollado, como se ilustra en el apéndice 1, en el que se resume la aplicabilidad de la IA a la producción de materiales nucleares se compartiría en la comunidad de formulación de políticas nucleares para desarrollar un entendimiento común sobre el tema, que a su vez podría servir de base para futuros debates políticos.

En segundo lugar, deben crearse plataformas e iniciativas que se amplíen para integrar la industria relacionada con la IA en el debate sobre la política nuclear. Por ejemplo, varias organizaciones con sede en la Organización de las Naciones Unidas iniciaron un programa de la Comisión para el Bien para identificar y promover aplicaciones de IA que aceleren la promoción de los Objetivos de Desarrollo Sostenible de las Naciones Unidas (ODDUN). Una reciente subiniciativa, titulada "AI for Atom", aborda las aplicaciones de la IA, metodologías y herramientas que pueden avanzar en la ciencia y la tecnología nucleares (Peeva 2021). Sin embargo, aún no se ha abordado el impacto de la IA en la producción y modernización de materiales nucleares, así como sus riesgos potenciales. El programa más amplio de la empresa para el bien podría ampliarse para incluir a los socios industriales de IA a fin de facilitar el intercambio de conocimientos en torno a las aplicaciones de doble uso de la IA y sus posibles consecuencias para el mantenimiento del régimen de no proliferación.

En tercer lugar, las juntas consultivas industriales deben establecerse en los órganos normativos pertinentes. Estas juntas consultivas tendrían dos objetivos: la reducción al mínimo de la brecha de conocimientos de IA y la creación de directrices eficaces para el control de las exportaciones. Este esfuerzo podría basarse en organizaciones intergubernamentales, incluidos el Organismo Internacional de Energía Atómica y la Oficina de Asuntos de Desarme de las Naciones Unidas, y, por extensión, en el Acuerdo de Wassenaar y la Organización Mundial de Aduanas, para promover debates sobre las tecnologías emergentes y sus posibles consecuencias para el mantenimiento del régimen de no proliferación. Mientras tanto, el Grupo de Suministradores Nucleares, como mecanismo vinculante, presenta otro medio para que los Estados miembros creen directrices eficaces de control de las exportaciones mediante la inclusión de un consejo asesor industrial.[19]

Recomendación 3: La sociedad civil y la comunidad internacional deberían promover la IA ética como medio de incentivar el cumplimiento por el Gobierno y el autoservicio en la industria de la IA.

Las industrias no siempre cumplen con los objetivos políticos o los intereses colectivos de los estados. Por lo tanto, deben adoptarse medidas para estimular el cumplimiento y la participación de la industria en los esfuerzos de no proliferación. La construcción de una narrativa que fomente el cumplimiento de las directrices y regulaciones éticas de IA puede implicar resaltar los costos de reputación de no cumplir y apoyar las consideraciones morales de los empleados; tales esfuerzos

podrían requerir programas de extensión y acción gubernamental (Stewart et al. 2016). Por ejemplo, la asociación demostrable basada en la industria con los objetivos de desarrollo sostenible de las Naciones Unidas se ha vuelto cada vez más importante a medida que las empresas gestionan las expectativas de los empleados y los clientes en torno a la sostenibilidad, la integridad y los valores en un mercado cada vez más global y competitivo (Pacto Mundial de las Naciones Unidas n.d.). Algunos de los principales proveedores de tecnología de IA, incluyendo Amazon (Amazon n.d.), IBM (IBM 2018) y C3.ai (C3.ai n.d.), han ampliado su modelo de negocio hasta este fin. Por lo tanto, los objetivos de sostenibilidad de las Naciones Unidas son instrumentos prometedores para que los gobiernos, las organizaciones no gubernamentales y las organizaciones intergubernamentales se aprovechen cuando se negocian por la transparencia y la rendición de cuentas dentro de la industria de IA.

Las organizaciones de la sociedad civil deben ser plenamente conscientes de su responsabilidad como guardianes del régimen de no proliferación y utilizar su influencia para contrarrestar las preferencias de política gubernamental y los incentivos industriales que pueden afectar negativamente la eficacia de los esfuerzos para gestionar el riesgo asociado al uso de la IA en el procesamiento de materiales nucleares. El primer paso para lograr este objetivo es aumentar los esfuerzos de la sociedad civil para exponer el potencial de las actividades industriales impulsadas por la IA para aumentar la proliferación de materiales nucleares. El segundo paso consiste en traducir las preferencias políticas de la sociedad civil en costes de reputación basados en el cliente para la industria de la IA. Por ejemplo, los grupos de la sociedad civil podrían fomentar una iniciativa de base que alienta a las empresas a acordar informar a los usuarios finales al transferir datos, sistemas impulsados por IA y apoyar infraestructuras con potencial para facilitar la producción de uranio y plutonio altamente enriquecido. Tal esfuerzo podría estimular la autorregulación del mercado, ya que las empresas ven una manera de reducir la posibilidad de daño a la reputación adhiriéndose a los preceptos de los programas de IA para Objetivos de Desarrollo Buen y Sostenible de las Naciones Unidas.

RELACIONADOS:

La IA está contaminando la verdad en el periodismo. Aquí está cómo interrumpir el bucle de retroalimentación de desinformación.

Apéndice 1. Aplicaciones de IA existentes para la producción de material nuclear equipo crítico y a la industria no nuclear integrable en la producción de material nuclear. (Haga clic en imágenes abajo para ampliar, o descargue PDF.)

Descargo de responsabilidad

Las opiniones presentadas en este artículo son las de los autores por sí solas y no representan las opiniones de las organizaciones o instituciones con las que están afiliadas.

Agradecimientos

Esta investigación se ha llevado a cabo como un proyecto de la Academia de Negociación de Control de Armas (ACONA) dirigida por el Centro Davis de la Universidad de Harvard para Estudios Rusos y Euroasiáticos. Le damos las gracias a Adlan R. Margoev, Dmitry Kovchegin, Maria Roskoshnaya, Isaac Ben-Israel, nuestros colegas de ACONA, y colaboradores y revisores anónimos por sus comentarios perspicaces y constructivos.

Notas finales

[1] Inteligencia Artificial (IA) se refiere a una recopilación de sistemas informáticos capaces de empoderar a las máquinas para generar conocimientos similares a los humanos a través de una

formación basada en datos. El concepto de IA surgió en la década de 1950 y se realizó con la introducción del aprendizaje automático en la década de 1990 y el aprendizaje profundo en la década de 2000.

[2] AI se analiza como parte del sistema de apoyo a la toma de decisiones (sin participación directa en el lanzamiento nuclear) (Geist y Lohn 2018); inteligencia, vigilancia y reconocimiento (ISR) (especialmente útil en la guerra antisubmarina y el seguimiento del ICBM móvil) (Geist y Lohn 2018); reconocimiento automatizado de objetivos y guía de terminales (Rickli 2019); sistema de armas nucleares autónoma (Geist y Lohn 2018); y sistemas de entrega y defensa utilizados contra ataques nucleares (incluido el sistema de alerta) (Vincent 2019). Hay tres puntos de vista principales sobre la IA y la estabilidad estratégica. Un punto de vista sostiene que la creación de tecnologías basadas en IA capaces de socavar la disuasión nuclear es un desafío. En contraste, el segundo afirma que las tecnologías basadas en IA serán capaces de este tipo de tareas en el futuro (Rickli 2019; Avin y Amadae 2019), causando así una carrera armamentista y una inestabilidad estratégica. El tercer punto de vista se sitúa entre los argumentos anteriores que afirman que la IA tiene efectos desestabilizadores y estabilizadores (Horowitz 2019; Geist y Lohn 2018; Kaspersen y King 2019).

[3] Por ejemplo, una investigación del Centro de Viena para el Desarme y la No Proliferación reconoce que la IA podría aumentar la eficiencia en el análisis de grandes cantidades de información, como lo demuestra el uso actual de técnicas de IA del Organismo Internacional de Energía Atómica para categorizar datos, detectar cambios y procesar el lenguaje natural a través de su plataforma de análisis colaborativo (Rockwood et al. 2021, 48).

[4] Hoy en día, los gigantes técnicos son los principales actores en el desarrollo y entrega de IA. Sin embargo, hasta la fecha estos principales interesados han tenido una influencia limitada en los debates sobre políticas iniciados por el Gobierno en torno al riesgo de la proliferación de la IA para promover la capacidad de destrucción en masa de armas. La inclusión del sector privado en estos debates, al tiempo que se equilibra la necesidad de innovar con fines pacíficos es un mecanismo importante para construir un régimen eficaz de no proliferación, de medios informales o formales.

[5] Hoy en día el NMP más comúnmente utiliza uranio, un elemento natural. El uranio natural (U) está compuesto predominantemente por dos isótopos, U-238 (99.3 por ciento) y U-235 (0,7 por ciento); sin embargo, para sostener un reactor nuclear, el combustible de uranio debe contener aproximadamente cuatro veces más U-235 que se encuentra en el uranio natural. Como tal, es necesario el enriquecimiento de U-235 a 3 a 5 por ciento y la mayoría se persiguió utilizando tecnología de centrifugadora de gas. Tras el enriquecimiento, el combustible se fabrica en una estructura, como un montaje de combustible, que permite que se queme dentro de un reactor nuclear. El reactor, sin embargo, sólo utiliza una cantidad muy pequeña del material nuclear total antes de que el combustible se vierta, y por lo tanto, gran parte del material nuclear, predominantemente uranio y isótopos de plutonio, en el combustible descargado, o más comúnmente conocido como combustible gastado, puede ser reutilizado. A fin de facilitar su reutilización, el uranio, plutonio y los productos de desecho que se encuentran en el combustible gastado están separados químicamente y el plutonio (Pu) y el uranio se reintroducen en el proceso de MP que le permite comenzar de nuevo.

[6] Los isótopos fisionables de uranio y plutonio son fundamentales para el desarrollo de un arma nuclear u otro artefacto explosivo, y por lo tanto requieren el enriquecimiento de U-235 utilizando tecnología centrífuga, la producción de plutonio-239 mediante la irradiación de uranio, y/o la producción de U-233 mediante la irradiación de torio-232 (Consejo de Relaciones Exteriores n.d.). Los isótopos de fibril, Pu-239 y U-233, deben someterse a la separación química mediante una operación llamada reprocesamiento, como material fisible nuclear, ya sea plutonio o uranio. Este

material nuclear se integra entonces en un sistema de armas, que generalmente incluye una carcasa, un sistema de reflectores, un sistema de comunicación y componentes desencadenantes. Tras lo cual, la configuración se prueba para determinar su eficacia (Cochran et al. 2022).

[7] La proliferación horizontal es la propagación de las armas nucleares a nuevos países mediante la prohibición del comercio de armas nucleares y ...detener cualquier capacidad ... para producir armas nucleares, mientras que la proliferación vertical se refiere al avance y almacenamiento de armas nucleares (The Nuclear Times 2016).

[8] Para la investigación correspondiente, véase Kerman 2022a.

[9] Ejemplos de investigación existente son limitados, pero incluyen el uso de descubrimiento automatizado para acelerar la toma de decisiones en lo que se refiere a la selección de la concentración óptima de aleación para su uso en revestimiento de combustible nuclear (Universidad de California - Berkeley Nuclear Engineering, n.d.).

[10] La predicción de la estructura de proteínas es importante para el desarrollo de vacunas, pero al mismo tiempo, esta tecnología, sin controles regulatorios adecuados, también podría mejorar la producción, entrega y accesibilidad de las armas biológicas.

[11] Para la investigación relevante, véase Kerman 2022a.

[12] Para la investigación pertinente, véase Universidad de California - Berkeley Nuclear Engineering, n.d.

[13] Un ejemplo de marco jurídico es el Protocolo Adicional (Agencia Internacional de Energía Atómica, 1997) y un ejemplo de marco no legal son las directrices del Grupo de Suministradores Nucleares (Grupo de Proveedores Nucleares n.d.b).

[14] Por ejemplo, en 2021, muchos estados, incluyendo Estados Unidos y Rusia, trabajaron juntos en el marco de un Grupo de Trabajo de composición abierta sobre la evolución en el campo de la información y las telecomunicaciones para crear un código de comportamiento responsable en el ciberespacio en el contexto de la seguridad internacional. A pesar de haber construido un consenso en torno a una solución viable, los Estados finalmente presentaron dos resoluciones contrapuestas a la Asamblea General de la ONU como resultado de opiniones divergentes sobre la guerra en Ucrania (Chernenko 2022).

[15] Si bien el marco internacional existente y muchos marcos jurídicos específicos estatales salvaguardan la transferencia de tecnología nuclear sensible, como conjuntos de datos sensibles, se reconocen amenazas cada vez más sofisticadas para la seguridad cibernética y la incapacidad de la industria para protegerse suficientemente de esas amenazas (Nuclear Threat Initiative, n.d.).

[16] Maria Roskoshnaya, jefa del Departamento de Control de Exportaciones de Rosatom, afirmó en comunicación personal con los autores que AI no está siendo discutida actualmente en el contexto de mejorar las directrices de control de exportación emitidas por el NSG (Roskoshnaya 2023). No hay documentos de acceso público con referencia a AI en el sitio web del NSG.

[17] Maria Roskoshnaya indica que las conversaciones informales en curso con la industria y el mundo académico no siempre son fructíferas, dado que el regulador no siempre tiene la cantidad completa de información ni comprensión de tecnologías avanzadas relacionadas con la IA (Roskoshnaya 2023).

[18] La Comisión Reguladora Nuclear de los Estados Unidos (NRC) ha iniciado un plan para desarrollar una fuerza de trabajo competente en IA en el marco de su Plan Estratégico de AI a partir de 2023 (Dennis et al. 2022).

[19] El NSG alienta actualmente a las autoridades nacionales a trabajar estrechamente con la industria para garantizar regímenes eficaces de control de las exportaciones (Grupo de Proveedores Nucleares n.d.A) pero no ofrece un mecanismo para internalizar esta sugerencia.

Referencias

Al Tobi, M. A. S., G. Bevan y K. Okedu. 2022. Métodos de Inteligencia Artificial para Diagnóstico de Fallas en Bombas de Centrifugal. Nueva York: AIP Publishing, Melville.

Amazon. n.d. Sostenibilidad: Objetivos y Progreso. <https://sustainability.aboutamazon.com/our-apmbarach/goals-and-progress>.

Avin, S., y Amadae, S. M. 2019. Autonomía y aprendizaje automático en la interfaz de las armas nucleares, las computadoras y las personas. Instituto Internacional de Estocolmo de Investigación para la Paz. 1 a 14

Beumer, L. y Niemeyer, yo. 2022. Detección de instalaciones nucleares Cambiar de detección de instalaciones nucleares Clasificación automática de Sentinel-1 y 2 Datos que utilizan un aprendizaje profundo. Simposio sobre Salvaguardias Internacionales: Reflexionando sobre el pasado y Anticipando el Futuro.

Bogaisky, J. 2019. G. dice que apalanca la inteligencia artificial para cortar los tiempos de diseño de productos en la mitad. Forbes, 6 de marzo. <https://www.forbes.com/sites/jeremybogaisky/2019/03/06/general-electric-ge-artificial-inteligencia/?sh=22e2e2e5d881>.

Cabral, D. et al. 2005. Un enfoque de inteligencia artificial genético-neural para la optimización de resinas. Actas del INAC 2005: Conferencia internacional de atlántica nuclear Reducción del calentamiento global. 14 Reunión nacional brasileña sobre física del reactor e hidráulica térmica; 7 reuniones nacionales brasileñas sobre aplicaciones nucleares, editada por el Organismo Internacional de Energía Atómica, p. 4886.

Chen, L. 2013. Sistema de reconocimiento estatal de la centrifugadora automática automática. Patente CN104338624A.

Chernenko, E. 2022. Proyecto de Manhattan [Mankhettenskiye proyekty]. <https://www.kommersant.ru/doc/5651792>.

Cochran, T., Norris, R., & The Editors of the Encyclopaedia Britannica. 2022. Principios de las armas de la atom (fisión). 15 de noviembre: <https://www.britannica.com/technology/nuclear-arma/Principles-of-atómico-fission-homs>.

Consejo de Relaciones Exteriores. n.d. Proliferación nuclear: Cómo crean los países las armas nucleares? <https://world101.cfr.org/global-era-issues/nuclear-proliferation/how-do-countries-create-nuclearweapons>.

C3.ai. n.d. C3 AI Sustainability for Manufacturing: Reduce Waste and Energy in Manufacturing.

<https://c3.ai/products/c3-ai-manufacturing-sustainability/>.

Dennis, M. Lalain, T. et al. 2022. Plan Estratégico de Inteligencia Artificial: Año Fiscal 2023 - 2027 Proyecto de Informe para la Observación. Comisión de Regulación Nuclear de los Estados Unidos NUREG-2261. <https://www.nrc.gov/docs/ML2217/ML22175A206.pdf>.

Unión Europea. 2021. Reglamento (UE) 2021/821 del Parlamento Europeo y del Consejo, de 20 de mayo, por el que se establece un régimen de la Unión para el control de las exportaciones, la intermediación, la asistencia técnica, el tránsito y la transferencia de elementos de doble uso (refundición). PE/54/2020/REV/2. <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=CELEX%3A32021R0821>.

Fawzi, A., M. Balog, A. Huang, T. Hubert, B. Romera-Paredes, M. Barekatin, A. Novikov y... y P. - Kohli. 2022. Descubriendo algoritmos de multiplicación de matrices más rápidos con aprendizaje de refuerzo. Naturaleza 610(7930): 47-53. <https://www.nature.com/articles/s41586-022-05172-4>

Servicio Federal para el Control Técnico y de Exportación de Rusia. n.d. Legislación sobre control de las exportaciones [Zakonodatelstvo v oblasti eksportnogo kontrolia]. En ruso. <https://fstec.ru/normotvorcheskaya/eksportnyi-kontrol>

Fisher, R., Ury, W, & Patton, B. Llegar a SI: Negociando acuerdo sin ceder. Penguin Books, 1991.

Funes, E., Y. Alouche, G. Beltrán, M.P. Aguilera y A. Jiménez. 2018. Modelos predictivos de ANN para la optimización del aceite de oliva virgen extra mediante centrifugación vertical. Journal of Food Process Engineering 41(1): e12593. doi: 10.1111/jfpe.12593 .

Gartzke, E., & Kroenig, M. 2014. La postura nuclear, la política de no proliferación y la proliferación de las armas nucleares. Journal of Conflict Resolution, 58(3), 395-401.

Gastegger, M., Schat, K., & Máller, K.R. 2021. Aprendizaje de maniracine de efectos solventes en los espectros moleculares y las reacciones. Ciencia Química 34. doi: 10.1039/d1sc02742e.

General Electric. n.d.a. Obstáculos Inmobiliaria, Solución de Defensa Cibernética Activa para Sistemas de Control Industrial llamada Digital Ghost. <https://www.ge.com/research/newsroom/ge-unveils-real-time-active-cyber-defense-solution-industrial-control-systems-called> .

General Electric. n.d.b. Tecnologías de GE Research Unleashed. <https://www.ge.com/research/newsroom/12-technologies-ge-research-unleashed>.

General Electric. n.d.c. Investigando \$6.4 millones en ARPA-E Financiamiento para avanzar en la tecnología de procesamiento de combustible nuclear usado. <https://www.ge.com/research/newsroom/ge-research-receive-64-million-arpa-e-funding-advance-used-nuclear-fuel-reprocessing>.

Geist, E. y Lohn, A. 2018. Cómo podría la Inteligencia Artificial afectar el riesgo de guerra nuclear?. Santa Mónica, CA: RAND Corporation. <https://www.rand.org/pubs/perspectives/PE296.html>.

Google. n.d. Documentación de la API de Optimización de la Nuez <https://cloud.google.com/optimization/docs>.

Agarwal, G., McConkey, Z., & Hassard, J. 2020. Optimización de tubos de vórtice y el potencial de

uso en la separación atmosférica. Journal of Physics 54(1). doi: 10.1088/1361-6463/abb977.

Horowitz, M.C. 2019. Inteligencia artificial y estabilidad nuclear. El impacto de la inteligencia artificial en la estabilidad estratégica y el riesgo nuclear. SIPRI, Estocolmo, pp.79-83.

IBM. 2018. Contribuciones de IBM-s para alcanzar los Objetivos de Desarrollo Sostenible. <https://www.ibm.com/ibm/environment/news/ibm-unsdgs-2018.pdf>.

Organismo Internacional de Energía Atómica de 1997. INFCIRC/540 (corregido), Modelo de Protocolo Adicional al Acuerdo (s) entre los Estados y el Organismo Internacional de Energía Atómica para la Aplicación de Salvaguardias. <https://www.google.com/search?q=infcirc-540&rlz=1C5CHFA-enAT833AT83/03&oq=in&aqs=chrome.1.69i57j69i59j69i6l69i65i3.178j0j7&sourceid=chrome&ie=UTF-8:-:text=INFCIRC/540%20%2D%20Model%20f92%E2%8BA%20files%20%E2%80%BA%20in%20fc> i...

Jadhev, S. 2018. Construyendo una aplicación de diseño de válvulas basada en el aprendizaje automático. <https://www.linkedin.com/pulse/building-machine-learning-valve-design-app-sandip-jadhav/>.

Jiménez, A., G. Beltrán, M.P. Aguilera y M. Uceda. 2008. Un software de sensores basado en red neuronal artificial para la optimización del proceso de elaboración de aceite de oliva. Sensores y Actuadores B: Químico 129(2): 985 .990. doi: 10.1016/j.jfoodeng.2009.04.021.

Jumper, J., R. Evans, A. Pritzel, T. Green, M. Figurnov, O. Ronneberger, K. Tunyasuvunakool, ... y D. Hassabis. 2021. Predicción de estructura de proteínas altamente precisa con AlphaFold. Naturaleza 596(7873): 583-589. doi: 10.1038/s41586-021-03819-2.

Kaspersen, A. y King, C. 2019. La migración de los desafíos del riesgo nuclear, asegurando al mismo tiempo los beneficios de la tecnología, en The Impact of Artificial Intelligence on Strategic Stability and Nuclear Risk, Volume I, Euro-Atlantic perspectives ed. by Vincent Boulanin, 119-127. SIPRI.

Kerman, M. 2022a. Advances in Nuclear Fuel Cycle Nonproliferation, Safeguards, and Security Using an Integrated Data Science Approach. DOE Inventory of AI Use Cases. https://www.energy.gov/sites/default/files/2022-07/DOE_Inventory_of_AI_Use_Cases.pdf.

Kerman, M. 2022b. Development of a multi-sensor data science system used for signature development on solvent extraction processes conducted within Beartooth facility. DOE Inventory of AI Use Cases. https://www.energy.gov/sites/default/files/2022-07/DOE_Inventory_of_AI_Use_Cases.pdf.

Krass, A., Boskma, P., Elzen, B., & Smit, W. 1983. Uranium Enrichment and Nuclear Weapon Proliferation. SIPRI. Taylor & Francis Ltd. <https://www.sipri.org/sites/default/files/files/books/SIPRI83Krass/SIPRI83Krass.pdf>.

Li, Y., D. Choi, J. Chung, N. Kushman, J. Schrittwieser, R. Leblond, T. Eccles, ...y O. Vinyals. 2022. Generación de código a nivel de competencia con alfacódigo. Ciencia 378(6624): 1092-1097. doi: 10.1126/science.abq115.

Marquez, A. J., M. A. Herrera, M. U. Ojeda y G. B. Maza. 2009. Red neuronal como herramienta para la optimización del proceso de elaboración de aceite de oliva virgen. Revista de Ingeniería Alimentaria 95 (1): 135-141.

Menesklou, P., T. Sinn, H. Nirschl y M. Gleiss. 2021. Modelado de caja gris de Decanter Centrifugs mediante el emparejamiento de un modelo de proceso numérico con una red neuronal. *Minerales* 11(7): 755. doi: 10.3390/min11070755.

Migliavacca, S. C. P., Rodrigues, C., & Nascimento, C. A. O. 1999. Uso de Red Neural para la Simulación de una centrifugadora de gas. *Journal of Nuclear Science and Technology* 36(4): 364-370. doi: 10.1080/18811248.1999.9726219.

Migliavacca, S. C. P., Rodrigues, C., & Nascimento, C. A. O. 2002. Análisis y optimización de la separación gas-centrífuga de isótopos de uranio por redes neuronales. *Revista Brasileña de Ingeniería Química* 19(3): 299-306. doi: 10.1590/S0104-66322002000300005.

Mirhoseini, A., Goldie, A., Yazgan, M. et al. 2021. Metodología de colocación de gráficos para el diseño rápido de chip. *Naturaleza* 594, 207-212. doi: 10.1038/s41586-021-03544-w.

Mohan, S. "Applications of artificial intelligence techniques in heat exchanger systems." *Advanced Analytic and Control Techniques for Thermal Systems with Heat Exchangers*, edited by Pekar, L., 2020, pp. 325-334.

Monolith AI. n.d. Joota Sport Cuts Car Setup Time by 50% With Monolith. <https://www.monolithai.com/case-studies/automotive-test-jota-sport>.

Nabli, L. y M. Hassani. 2009. Monitoreo y diagnóstico de asistencia de una bomba centrifugadora mediante el uso de las redes Petri borrosas. En 2009 Conferencia Internacional sobre Computadoras e Ingeniería Industrial, Julio. IEEE. pp. 1568-1573.

Nath, A. G., Udmale, S. S., & Singh, S. K. 2021. Role of artificial intelligence in rotor fault diagnosis: A comprehensive review. *Artificial Intelligence Review*, 54, 2609-2668. doi: 10.1007/s10462-020-09910-w.

Nuclear Suppliers Group. n.d.a. Outreach. <https://www.nuclearsuppliersgroup.org/en/outreach>.

Grupo de Suministradores Nucleares. n.d.b. Preguntas frecuentes de NSG. <https://www.nuclearsuppliersgroup.org/en/nsg-faq>.

Nuclear Threat Initiative. n.d. Abordando las amenazas de seguridad cibernética. <https://www.nti.org/about/programs-projects/project/addressing-cyber-nuclear-security-threats/>.

Laboratorio Nacional del Noroeste del Pacífico. n.d. Controles de exportación. <https://www.pnnl.gov/explainer-articles/export-controls>.

Amigo, B., Gillmeister, S., & Purohit, A. 2016. El predictivo y el mantenimiento preventivo de la bomba de vacío basado en máquinas temporales de la real Time. Patente 20160245279.

Papich, K. 2021. No tan básica: Avances en pH y monitoreo de fosfatos mejoran la seguridad en el reciclaje de combustible nuclear. Pacific Northwest National Laboratory. <https://www.pnnl.gov/news-media/notes-so-basic-advances-ph-and-phosphate-monitoring-enhance-safety-nuclear-fuel-recycling>.

Peeva, A. 2021. Equipos del OIEA con la UIT y la Familia de la ONU para promover la IA para el Bien.

Organismo Internacional de Energía Atómica, 17 de noviembre.
<https://www.iaea.org/newscenter/news/iaea-teams-up-con-itu-and-un-family-to-promote-ai-for-good>.

República Popular de China (PRC). 2017. Ley de Ciberseguridad de la República Popular China.
<https://digichina.stanford.edu/work/translation-cybersecurity-law-of-the-peoples-republic-of-ki-effective-june-1-2017/>.

RPC. 2020. El Catálogo revisado de tecnologías prohibidas o restringidas de exportación. En chino.
<https://www.gov.cn/zhengce/zhengceku/2020-08/29/5538299/files/135c5cdd6baa466ac5e51a1a49ac3.pdf>.

PRC. 2021. Data Security Law of the People's Republic of China.
<http://www.npc.gov.cn/englishnpc/c23934/202112/1abd8829788946ecab270e469b13c39c.shtml>.

Pouraria, H., et al. Modeling the cooling performance of vortex tube using a genetic algorithm-based artificial neural network. *Thermal Science* 20(1): 53-65. doi: 10.2298/TSCI140126112P.

Rickli, J. M. 2019. Las perspectivas desestabilizadoras de la inteligencia artificial para la estrategia nuclear, la disuasión y la estabilidad. El impacto de la inteligencia artificial en la estabilidad estratégica y el riesgo nuclear. SIPRI, Estocolmo, 91-98.

Rockwood, L., Mayhew, N., Lazarev, A., & Pfneisl, M. 2021. Operaciones del OIEA: Permanecer antes del juego. <https://vcdnp.org/wp-content/uploads/2019/09/201914-ea-safeguards-staying-ahead-of-the-game.pdf>.

Roskoshnaya, Maria. 2023, February 1. Personal communication.

Shabani, M. O., & Mazahery, A. 2012. Artificial intelligence in numerical modeling of nano sized ceramic particulates reinforced metal matrix composites. *Applied Mathematical Modelling*, 36(11), 5455-5465. doi: 10.1016/j.apm.2011.12.059.

Shelly, A. n.d. Featured Story – A predictive smart valve application. <https://valve-world.net/a-predictive-smart-valve-application/>.

Silver, D., T. Hubert, J. Schrittwieser, yo. Antonoglou, M. Lai, A. Guez, M. Lanctot, ... y D. Hassabis. 2017. Maestando ajedrez y shogi por auto-juego con un aprendizaje de refuerzo general <https://www.linkedin.com/pulse/building-machine-learning-valve-dis-app-sandip-jadhav/algorithm>. arXiv preprint arXiv:1712.01815.

Silver, D., T. Hubert, J. Schrittwieser, yo. Antonoglou, M. Lai, A. Guez, M. Lanctot, ... y D. Hassabis. 2018. Un algoritmo de aprendizaje de refuerzo general que domina el ajedrez, shogi, y Pasa por el auto-juego. *Ciencia* 362(6419): 1140-1144. doi: 10.1126/science.aar6404.

SKF. 2020. Machine learning-based predictive maintenance changes the game.
<https://www.skf.com/au/news-and-events/news/2020/2020-11-02-machine-learning-based-predictive-maintenance-changes-the-game>.

Stewart, I. & Brewer, J. 2016. Engaging the Private Sector in Nonproliferation: Reflections from Practitioners. *Strategic Trade Review* 2 (3): 143-152. <https://strategictraderesearch.org/wp-content/uploads/2017/09/Engaging-the-Private-Sector-in-Nonproliferation-Reflections-from->

[Practitioners.pdf](#).

Stoutland, O. 2019. Inteligencia artificial y modernización de las fuerzas nucleares de los Estados Unidos en *The Impact of Artificial Intelligence on Strategic Stability and Nuclear Risk, Volume I, Euro-Atlantic perspectives* ed. by Vincent Boulanin, 63-67. SIPRI.

Tecli, yo. 2021. Aprendizaje de máquinas para el diseño de tuberías en etapas tempranas. Asociación Internacional de Ingeniería e Investigación Hydro-Environmental (IAHR), 89-93. <https://henry.baw.de/bitstream/20.500.11970/109519/1/HydroLink-2021-3-Machinelearning%20for%20ear%20prily%20stage%20piping%20piping%20project.pdf>.

El Times Nuclear. 2016. Proliferación horizontal y vertical. <https://thenucleartimes.wordpress.com/2016/12/12/horizontal-vs-vertical-proliferation/>.

Topychkanov, P. 2019. Autonomía en las fuerzas nucleares rusas en *The Impact of Artificial Intelligence on Strategic Stability and Nuclear Risk, Volumen I, Euro-Atlantic perspectives* ed. by Vincent Boulanin, 68-75. SIPRI.

Naciones Unidas. n.d. Objetivo 16: Promover sociedades pacíficas e inclusivas para el desarrollo sostenible, proporcionar acceso a la justicia para todos y crear instituciones eficaces, responsables e inclusivas a todos los niveles. Departamento de Asuntos Económicos y Sociales. <https://sdgs.un.org/goals/goal16>.

Pacto Mundial de las Naciones Unidas. n.d. Los TeDGCN explicaron para las empresas. <https://www.unglobalcompact.org/sdgs/about>.

Universidad de California - Berkeley Nuclear Engineering. 2020. Otoreo 2020 Series de Coloquio: Kevin Field. <https://nuc.berkeley.edu/rapid-nuclear-materials-discovery-through-innovative-approaches-to-characterization/>.

Universidad de London City. n.d. Instrumentos de inteligencia artificial para la predicción acelerada del rendimiento y el diseño en sistemas de compresores. <https://www.city.ac.uk/prospective-students/finance/funding/artificial-intelligence-tools-for-accelerated-performance-predictions-and-design-in-compressor-systems>.

Vincent, B. 2019. El futuro del aprendizaje automático y la autonomía en los sistemas de armas nucleares, en *The Impact of Artificial Intelligence on Strategic Stability and Nuclear Risk, Volume I, Euro-Atlantic perspectives* ed. by Vincent Boulanin, 53-62. SIPRI.

Vinoth Kumar, K. Y Angel Michael, P. Detección de las Fallas de Stator y Rotor en Motor Asíncrono Usando Método de Inteligencia Artificial. *Soft-Computing-Based Nonlinear Control Systems Design*, editado por Pratap Singh, U., Tiwari, A., & Kumar Singh, R. IGI Global, 2018, pp. 278 a 2885.

Vladimirova, S., Ziabkin, M., Klochko, G., Koriagin, S., Merzlikin, V., Khabarov, V., Shevchenko, N. Exportar el control. Libro de texto para especialistas exportadores [Eksportnyi kontrol. Uchebnik dlia spetsialistov po eksportnomu kontroliu]. 2014. En ruso. <https://ippe.ru/images/export-control/uch-pos-2014.pdf>

Wood, H., Glaser, A., & Kemp, S. 2008. La centrifugadora de gas y la proliferación de armas nucleares. *Física Hoy* 61(9): 40. doi:10.1063/1.2982121.

Xu, X., et al. 2023. Un método de diseño aerodinámico combinado de inteligencia artificial para un mentor transónico de compresor basado en el aprendizaje de refuerzo y el Algoritmo Genético. *Aplica Ciencias* 13(2). doi: 10.3390/app13021026.

Yazdani-Asrami, M., et al. 2022. Métodos de inteligencia artificial para la superconductividad aplicada: material, diseño, fabricación, pruebas, operación y monitoreo de condiciones. *Superconductor Ciencia y Tecnología* 35(12). doi: 10.1088/1361-6668/ac80d8.

Juntos, hacemos el mundo más seguro.

El Boletín eleva las voces expertas por encima del ruido. Pero como organización independiente sin fines de lucro, nuestras operaciones dependen del apoyo de lectores como usted. Ayúdanos a seguir entregando un periodismo de calidad que responsabilice a los líderes. Su apoyo a nuestro trabajo a cualquier nivel es importante. A cambio, prometemos que nuestra cobertura será comprensible, influyente, vigilante, orientado a la solución y de mente justa. Juntos podemos marcar la diferencia. Haz tu regalo ahora.

1 Comentario

El más viejo

Mary Jane Williams

Hace 1 año

En mis más de 40 años como activista antinuclear este artículo me asusta y enferma más que cualquier experiencia desde que escuché por primera vez al Dr. Helen Caldicott cuenta lo que pasaría si una bomba nuclear explotara. Eso fue en 1979. Iglesia de Arlington Street en Boston. No, en realidad leer este artículo es peor. Al menos el escenario Dr. Caldicott advirtió que se llevaría a cabo entre los SER HUMANOS -que tal vez podrían ser razonados con.

He hecho todo lo que se me ocurrió para terminar la era nuclear total desde que escuché hablar a Helen. Incluyendo escribir 2 obras de teatro, una novela corta y hacer videos youtube.

Qué puedo hacer ahora? Tal vez escribir otra obra. Lo que no servirá de nada. Como todo lo demás que he hecho. (Tal vez una obra de los líderes de los 9 países poseedores de armas nucleares reunidos a instancias del nuevo presidente estadounidense en el año 2025. Ellos charlarán y admitirán que ninguno de ellos sabe lo que el infierno es el IA... Sin duda, Al podría escribir una mejor obra que será la mía. Aquí está una pregunta: Puede la IA eliminarse a sí misma?)