

AMBIENTE, CEREBRO, IA UN TRINOMIO NO SUSTENTABLE: ENFERMEDADES Y RIESGOS DEL CYBER TRABAJADOR

VIVIANA DIAZ ¹

Se ha demostrado que las personas que viven en ciudades con mayor concentración de materia particulada, inferior a 2.5 micrones en el aire, tienen hasta el doble de posibilidades de desarrollar enfermedades neurodegenerativas como Parkinson, Alzheimer, Esclerosis lateral amiotrófica y demencia por cuerpo de Lewy. La materia particulada o PM (por sus siglas en inglés) 2.5, son partículas muy pequeñas que se encuentran en el aire y que tiene un grosor inferior al de un cabello humano.

El Dr. German Picciochi, médico argentino especializado en psiquiatría, neuropsiquiatría y neurología, sostuvo que: *“han tomado protagonismo sustancias conocidas como los nanoplásticos, que son imperceptibles para la vista en razón de su pequeño diámetro, pero que están en **condiciones propicias para llegar desde el aire a los alvéolos pulmonares, pasar al torrente sanguíneo y penetrar la barrera que separa la sangre del cerebro (barrera hematoencefálica).** Estos nanoplásticos, una vez dentro de los tejidos cerebrales, son capaces de interactuar con proteínas y **desencadenar respuestas inmunológicas e inflamatorias que culminan en las degeneraciones cerebrales propias de las patologías mencionadas**”.*

CUÁL ES LA RELACIÓN ENTRE LA CONTAMINACIÓN AÉREA Y LAS ENFERMEDADES NEURODEGENERATIVAS?

La contaminación del aire (tanto el exterior como interior) implica la presencia en él de agentes químicos, físicos o biológicos que alteran las características naturales de la atmósfera. Los aparatos domésticos de combustión, los vehículos de motor, las instalaciones industriales y los incendios forestales son fuentes habituales de

¹ Dra. Viviana Laura Díaz. Directora del Diplomado en Negociación UNTREF. Directora del Diplomado en Negociación Sindical, UCA. Cofounder y Directora Académica Consultora GNT Mentoría Neurodigital. Autora del libro Teletrabajo y Neurotecnología, Editorial GRANICA www.metodognt.com

contaminación de aire. Los más preocupantes para la salud pública son las partículas en suspensión, el **monóxido de carbono**, el **ozono**, el **dióxido de nitrógeno** y el **dióxido de azufre**.” Los efectos combinados de la contaminación del aire ambiente y la del aire doméstico se asocian a 6,7 millones de muertes prematuras cada año” señala la Organización Mundial de la Salud (OMS).

En el complejo tejido de desafíos que aborda el panorama climático global, la contaminación del aire emerge como un problema de gran magnitud, por la posibilidad de una conexión entre la contaminación del aire y el desarrollo de trastornos neurodegenerativos, como el Alzheimer y el Parkinson.

Cabe hacer un breve repaso sobre qué son el Alzheimer y el Parkinson, para luego ahondar en la incidencia de la contaminación del aire. El Alzheimer se desarrolla porque se depositan acumulaciones anormales de la proteína **beta amiloide** -que transmite información- en el cerebro, específicamente entre las neuronas. Este proceso provoca una ruptura en el esqueleto interno neuronal, que está formado, entre otros componentes, por la proteína tau, y una posterior degeneración de células nerviosas cerebrales.

La investigadora de la Facultad de Estudios Superiores (FES) Iztacala, perteneciente a la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM), Ana Seubert Ravelo, sostuvo que el Alzheimer no es algo normal del envejecimiento, sino el resultado de cambios complejos en el cerebro que inician años antes de que aparezcan los síntomas y que originan la pérdida de neuronas y sus conexiones , por ende, es necesario analizar cada caso para identificar qué la ocasiona.

Según los Institutos Nacionales de Salud de Estados Unidos (NIH, National Institute on Aging, por sus siglas en inglés), “la enfermedad de Parkinson es un trastorno cerebral que causa movimientos involuntarios o incontrolables, como temblores, rigidez y dificultad con el equilibrio y la coordinación. Si bien se cree que la genética desempeña un papel en el Parkinson, en la mayoría de los casos la enfermedad no parece ser hereditaria. Muchos investigadores ahora creen que es el resultado de una combinación de factores genéticos y ambientales, como la exposición a toxinas”.

Un estudio publicado en la revista *Neurology* en el mes de febrero del 2024, ahondó en los impactos potenciales de la contaminación del aire en la salud cerebral, específicamente aquella generada por el tráfico de vehículos, revelando una conexión preocupante entre altos niveles de contaminantes y un marcador clave de la enfermedad de Alzheimer.

La contaminación del aire relacionada con el tráfico afecta la cantidad de placa amiloide en el cerebro, de acuerdo a la investigadora Anke Huels, profesora asistente de epidemiología de la Universidad de Emory, en Atlanta.

Según los hallazgos, aquellos adultos mayores expuestos a altas concentraciones de partículas provenientes del tráfico tenían casi el doble de probabilidades de presentar mayores niveles de placas amiloides en el cerebro, un factor asociado con esta enfermedad neurodegenerativa.

Los resultados, derivados del análisis de tejido cerebral de 224 individuos ya fallecidos, cuyos cerebros fueron donados para la investigación, evidencian un panorama inquietante sobre los posibles efectos de la contaminación del aire en la salud mental a medida que envejecemos. De acuerdo a los investigadores, aquellos con una exposición más prolongada a la contaminación en los tres años previos a su fallecimiento mostraron un alarmante 87 por ciento más de probabilidades de presentar niveles más altos de placas amiloides en comparación con aquellos que estuvieron menos expuestos.

Las partículas finas presentes en el aire pueden causar inflamación en el cerebro, un mecanismo asociado al desarrollo del Parkinson, indica el trabajo de la revista *Neurology*. La observación de la cantidad de contaminantes en las proximidades de los hogares de los participantes reveló una relación directa entre la exposición a la contaminación del aire y la presencia de placas amiloides en el cerebro, independientemente de la variante genética APOE e4, reconocida según los investigadores por aumentar el riesgo de desarrollar la enfermedad de Alzheimer.

Curiosamente, los individuos que carecían de esta variante mostraron una conexión aún más sólida entre la contaminación atmosférica y los indicadores de Alzheimer, subrayando la amplitud del impacto potencial de la contaminación en la salud cerebral.

El neurólogo Alejandro Andersson, argentino, director médico del Instituto de Neurología Buenos Aires (INBA), reflexionó: “A la inflamación que generan las partículas contaminantes del aire, es decir, la respuesta inflamatoria del cuerpo, incluido el cerebro, algunos la vinculan con enfermedades neurodegenerativas. Después está el estrés oxidativo, que perjudica claramente a las células nerviosas y contribuiría al desarrollo de esas enfermedades” .Sostuvo Andereson , que hay evidencia que la exposición a largo plazo al aire contaminado se asocia con un mayor riesgo de deterioro de nuestras funciones superiores y de demencia. También hay un impacto en el desarrollo cerebral y aquí nos vamos al otro extremo de la vida, es decir, al estar expuestos durante el embarazo, el feto o los niños en su infancia al aire contaminado. Esto claramente tiene efectos negativos en el neurodesarrollo. Consecuentemente, habría un mayor riesgo de accidente cerebrovascular, posiblemente dependiente de los efectos sobre la salud cardiovascular que tiene el aire contaminado”.

Se estima que en 2019 la contaminación del aire ambiente (exterior) provocó en todo el mundo 4,2 millones de muertes prematuras", fuente: OMS

En 2023, investigadores del Instituto Neurológico Barrow, en Estados Unidos, pusieron el foco particularmente en la posible relación entre la contaminación del aire y el desarrollo de Parkinson. El estudio, que fue publicado en la revista *Neurology*, reveló que las personas que residen en áreas con niveles medios de contaminación del aire enfrentan un riesgo significativamente mayor -56%- de desarrollar esta enfermedad, en comparación con aquellos que viven en zonas con bajos niveles de contaminación.

La contaminación del aire ambiente está asociada a enfermedades neurológicas como accidentes cerebrovasculares, demencia y Parkinson, postula Pablo Orellano, epidemiólogo de San Nicolas, investigador del CONICET , que con un equipo argentino de ocupa de relevar los papers sobre contaminación del aire del mundo. Los estudios de Orellano, revelan que si las partículas son lo suficientemente pequeñas, como es el caso del material particulado inferior a 2.5 micrones (PM2.5), éstas pueden ingresar a los pulmones y luego al torrente sanguíneo pasando por los alvéolos pulmonares. Una vez en el torrente sanguíneo pueden llegar a

prácticamente cualquier órgano del cuerpo humano, entre ellos el cerebro, ya que la sangre es la que les proporciona a todos nuestros tejidos y nuestros órganos el oxígeno y los nutrientes”.

Por su parte, Brittany Krzyzanowski, investigadora del Instituto Neurológico Barrow, líder mundial en la investigación de enfermedades neurológicas, reveló que “Estudios anteriores han demostrado que las partículas finas causan inflamación en el cerebro, un mecanismo conocido por el cual podría desarrollarse la enfermedad de Parkinson. Usando técnicas analíticas geoespaciales de última generación, se confirmó, por primera vez, una fuerte asociación a nivel nacional entre la enfermedad de Parkinson incidente y las partículas finas en los EE. UU.”

“Las diferencias regionales en la enfermedad de Parkinson podrían reflejar diferencias regionales en la composición de las partículas. Algunas áreas pueden tener partículas que contienen componentes más tóxicos en comparación con otras áreas. Esto significa que la contaminación en estas zonas puede contener más partículas de combustión procedentes del tráfico y metales pesados procedentes de la industria manufacturera, que se han relacionado con la muerte celular en la parte del cerebro implicada en la enfermedad de Parkinson”, profundizó la experta.

Para llevar a cabo este estudio geográfico poblacional, se identificaron cerca de 90.000 personas con enfermedad de Parkinson a partir de un conjunto de datos de Medicare -la cobertura de seguridad social del gobierno de Estados Unidos- que abarca a casi 22 millones de personas. Esta información permitió a los investigadores codificar geográficamente a los pacientes según su lugar de residencia y calcular las tasas de enfermedad de Parkinson en cada región. También se determinaron las concentraciones anuales promedio de partículas finas en estas áreas específicas.

Después de considerar otros factores de riesgo, como la edad, el sexo, el historial de tabaquismo y la utilización de atención médica entre otros, se pudo establecer una relación entre la exposición previa a partículas finas y el riesgo posterior de desarrollar la enfermedad de Parkinson. Los resultados del estudio fueron reveladores. Según los autores, de los más de 21 millones de beneficiarios, 89.390 tuvieron un diagnóstico de enfermedad de Parkinson en 2009, y se encontró una

asociación a nivel nacional entre el promedio anual de PM 2,5 y el riesgo de esta patología. Evidencias científicas sugieren una asociación entre la contaminación del aire y un mayor riesgo de Alzheimer, demencia y Parkinson.

LA TECNOLOGIA ES ADICTIVA? LA INTELIGENCIA ARTIFICIAL CONTAMINA? LUCES Y SOMBRAS

La inteligencia artificial puede mejorar significativamente nuestra capacidad para monitorear el medio ambiente. Los algoritmos de aprendizaje automático pueden analizar imágenes de satélite para detectar cambios en los ecosistemas. Ejemplo de esto es la deforestación o el blanqueamiento de los corales. Pero, inversamente puede perjudicarla.

En 2019, un estudio de la Universidad de Massachusetts, reveló que entrenar un solo modelo de inteligencia artificial (IA) de última generación puede emitir más de 284,000 libras de dióxido de carbono, lo que equivale a las emisiones de cinco automóviles durante toda su vida útil, incluida la fabricación del vehículo. Esta cifra, que destaca el consumo energético desmesurado asociado con el desarrollo de modelos de IA, ha generado una creciente preocupación sobre el impacto ambiental de esta tecnología revolucionaria.

La inteligencia artificial ha emergido como una de las tecnologías más transformadoras del siglo XXI, con aplicaciones que abarcan desde la medicina y la educación hasta el transporte y el entretenimiento. Empresas como Google, Amazon y Microsoft invierten miles de millones de dólares en desarrollar sistemas de IA que prometen cambiar la forma en que vivimos y trabajamos. Estos avances han permitido mejoras significativas en áreas como el diagnóstico médico, la eficiencia energética en edificios inteligentes y la gestión logística en cadenas de suministro.

Sin embargo, este rápido avance no está exento de consecuencias. El entrenamiento y despliegue de modelos de IA requieren enormes cantidades de energía, que a menudo provienen de fuentes no renovables. La creciente demanda de recursos computacionales ha llevado a la construcción de gigantescos centros de datos, que consumen una cantidad significativa de electricidad y generan una

huella de carbono considerable. A medida que más sectores adoptan la IA, la presión sobre los recursos energéticos y el medio ambiente aumenta proporcionalmente.

Los centros de datos, que son la columna vertebral de la infraestructura de la IA, consumen cantidades significativas de energía. Estos centros albergan miles de servidores que realizan el almacenamiento, procesamiento y transmisión de datos necesarios para entrenar y ejecutar modelos de IA. Según un informe de 2020 del Instituto de la Energía de la Universidad de Cambridge, los centros de datos globales consumen aproximadamente el 1% del suministro mundial de electricidad, una cifra que está en aumento con la proliferación de la IA y otros servicios en la nube.

El diseño y operación de los centros de datos requieren soluciones avanzadas de gestión de energía. Se utilizan técnicas como la virtualización, el uso de fuentes de energía renovable y la implementación de sistemas de refrigeración eficientes para mitigar el consumo energético. Sin embargo, el incremento en la demanda de servicios de IA ha llevado a un crecimiento en la construcción de centros de datos, lo que contrarresta parcialmente los avances en eficiencia energética.

Empresas líderes en tecnología, como Google y Microsoft, han hecho inversiones significativas en infraestructura verde, incluyendo la compra de energía eólica y solar para alimentar sus centros de datos. A pesar de estos esfuerzos, el aumento constante en el uso de IA plantea un desafío continuo para mantener el equilibrio entre la expansión tecnológica y la sostenibilidad ambiental. Amazon Web Services (AWS), la división de servicios en la nube de Amazon, también enfrenta críticas por su consumo energético. AWS es uno de los mayores proveedores de infraestructura para el entrenamiento de modelos de IA y sus centros de datos consumen enormes cantidades de electricidad. Aunque Amazon ha hecho compromisos públicos para alcanzar cero emisiones netas de carbono para 2040 y está invirtiendo en energía renovable, el rápido crecimiento de su negocio de IA y computación en la nube dificulta estos esfuerzos. Microsoft, ha implementado estrategias para reducir las emisiones de carbono asociadas con su uso de IA, como la compra de créditos de carbono y la inversión en proyectos de reforestación. Sin embargo, la escala y la

velocidad del desarrollo de la IA plantean desafíos continuos para mantener las emisiones bajo control.

Pero el impacto ambiental de la inteligencia artificial no se limita solo al consumo energético durante el entrenamiento y la operación de modelos. La producción y eliminación del hardware necesario para estos sistemas también representan una carga ambiental significativa. Los dispositivos utilizados en IA, como unidades de procesamiento gráfico (GPU), unidades de procesamiento tensorial (TPU) y otros componentes especializados, requieren la extracción y procesamiento de minerales raros, como el cobalto, el litio y el tantalio. La minería de estos materiales a menudo causa daños ecológicos severos, incluyendo la deforestación, la contaminación del agua y la degradación del suelo. Además, la fabricación de hardware genera emisiones de gases de efecto invernadero y consume grandes cantidades de energía. Un informe de la Agencia Internacional de Energía (AIE) estima que la producción de equipos electrónicos contribuye a aproximadamente el 4% de las emisiones globales de carbono. Con el aumento en la demanda de hardware para IA, esta cifra podría crecer significativamente. La eliminación de estos dispositivos al final de su vida útil presenta otro desafío ambiental. Los residuos electrónicos (e-waste) son uno de los flujos de desechos de más rápido crecimiento en el mundo, y contienen sustancias tóxicas que pueden contaminar el suelo y el agua. Aunque el reciclaje de hardware puede recuperar materiales valiosos, la infraestructura para el reciclaje de e-waste no siempre es adecuada, especialmente en países en desarrollo, lo que agrava los problemas ambientales y de salud pública.. La inteligencia artificial (IA) tiene un impacto ambiental multifacético, que abarca tanto efectos negativos como positivos. Por un lado, el desarrollo y entrenamiento de modelos de IA requieren vastas cantidades de recursos computacionales, lo que resulta en un consumo energético significativo y, en consecuencia, en emisiones de carbono. La producción y eliminación de hardware especializado para IA también conllevan impactos ambientales negativos, desde la extracción de minerales raros hasta la generación de residuos electrónicos.

Por otro lado, la IA ofrece numerosas oportunidades para la sostenibilidad ambiental. Las aplicaciones de IA en la gestión de recursos naturales, la agricultura

de precisión y la predicción de desastres naturales pueden mejorar significativamente la eficiencia y reducir el impacto ambiental. Casos de éxito, como la optimización energética de centros de datos y la protección de ecosistemas marinos mediante la detección de pesca ilegal, demuestran el potencial positivo de la IA. Además, futuras innovaciones prometen amplificar estos beneficios, contribuyendo a la economía circular, la conservación de la biodiversidad y la gestión inteligente de ciudades.

Es imperativo que investigadores, empresas y gobiernos actúen conjuntamente para equilibrar el desarrollo de la IA con la sostenibilidad ambiental. Los investigadores deben centrarse en la optimización de modelos y la creación de algoritmos más eficientes energéticamente. Las empresas, especialmente aquellas en el sector tecnológico, deben comprometerse a utilizar energías renovables y a minimizar su huella de carbono mediante prácticas sostenibles en toda su cadena de valor. Los gobiernos, por su parte, deben implementar políticas y regulaciones que fomenten el uso responsable de la IA y penalicen las prácticas que dañen el medio ambiente. Solo a través de un esfuerzo colaborativo y concertado se puede asegurar que el avance de la IA no comprometa la salud del planeta.

RIESGOS DEL CYBERWORKER

El uso de IA está cada vez más integrado en nuestra vida diaria. Desde los asistentes virtuales como Siri y Alexa hasta los sistemas de recomendación en plataformas como Netflix y Spotify, la IA nos ayuda a tomar decisiones más informadas y personalizadas. En el sector industrial, la automatización impulsada por IA está optimizando procesos de manufactura, reduciendo costos y mejorando la calidad de los productos. En el ámbito de la investigación científica, la IA está acelerando el descubrimiento de nuevos materiales y medicamentos, ofreciendo soluciones más rápidas y precisas que los métodos tradicionales.

En la evolución del TRABAJO A DISTANCIA, la quinta categoría comprende a los llamados trabajadores digitales, es decir aquellos humanos con habilidades digitales que han sido definidos recientemente el mercado como una categoría de robots de software entrenados para realizar tareas o proceso específicos . Es decir, buscan

colaborar con los humanos. Así mencionamos a ALEXA o SIRI por ejemplo. Y en la línea de tiempo aparecen los cyborworkers o trabajadores cibernéticos. La palabra **cyborg** viene del inglés, CYBER ,que significa cibernético y ORG que proviene de la palabra organismo, es una persona con elementos orgánicos y cibernéticos. El término fue acuñado por Manfred E. Clynes y Nathan KLINE en 1960 para referirse a un ser humano mejorado que podría sobrevivir en entornos extraterrestres.. Llegaron a esa idea después de pensar sobre la necesidad de una relación más íntima entre los humanos y las máquinas

De acuerdo con algunas definiciones del término, la conexión física y metafísica de la humanidad con la tecnología ya ha empezado a influir en la evolución futura del ser humano. Por ejemplo, una persona a la que se le haya implantado un marcapasos podría considerarse un cibernético, puesto que sería incapaz de sobrevivir sin ese componente mecánico, y así podemos continuar pensando en clonaciones o brazos artificiales, piernas cibernéticas.

Es prudente preguntarse en qué momento las mejoras que nos proporciona la tecnología son un apoyo, o se convierten en una problemática que nos aleja de nuestra humanidad; que, por consiguiente, tiene distintas implicaciones en los factores humanos que pueden llegar a ser perjudiciales. La *Cyborg Foundation* es la primera organización internacional del mundo dedicada exclusivamente a ayudar a los humanos a convertirse en cibernéticos La fundación fue creada en 2010 por Neil HARBISSON y Moon RIBAS como respuesta a la multitud de cartas y correos electrónicos recibidos de personas interesadas en convertirse en cibernético. Los principales objetivos de la fundación son extender los sentidos y las capacidades humanas creando y aplicando extensiones cibernéticas en el cuerpo, promover el uso de la cibernética en eventos culturales y defender los derechos de los cibernéticos Amber Case es una antropóloga que estudia la forma en que los humanos y la tecnología interactúan y evolucionan juntos. **Como todos los antropólogos, Case observa a las personas, pero su trabajo de campo implica observar cómo participan en las redes digitales**, analizando las distintas formas en que proyectamos nuestras personalidades, nos comunicamos, trabajamos, jugamos, compartimos ideas e incluso formamos valores. Case sostiene que la convergencia de las tecnologías generará un aprendizaje

y una comunicación sin precedentes **conocida como filósofa digital**. Aplica sus hallazgos a campos como la arquitectura de la información, la usabilidad y la productividad en línea. Según Case, los propios cibernéticos son “una nueva forma de homo sapiens”, una nueva especie de humano que hace clic en cosas y mira fijamente las pantallas. Ahora bien, podremos humanizar la tecnología o nuestra parte humana quedará subsumida en ella?