

Los logros científicos y tecnológicos más importantes del 2025

F. ALEJANDRO SÁNCHEZ FLORES

El Dr. Alejandro Sánchez es investigador del Instituto de Biotecnología de la Universidad Nacional Autónoma de México, Campus Morelos, miembro y expresidente de la Academia de Ciencias de Morelos.

Esta publicación fue revisada por el comité editorial de la Academia de Ciencias de Morelos.

El año 2025 fue un año de especial relevancia para la ciencia, ante la declaración de las Naciones Unidas como el “Año Internacional de la Ciencia y la Tecnología Cuántica”. Pero el mundo científico y tecnológico nunca deja de trabajar y como cada año, se producen avances que cambian o cambiarán el futuro de manera fundamental. El 2025 trajo varias innovaciones que, aunque no fueron noticia de primera plana en su momento, tienen un impacto actual muy importante para la salud humana, la energía y la sostenibilidad planetaria. Los logros que a continuación se describen, nos demuestran que el cambio ya está en marcha.

El respeto y la recuperación del medio ambiente

La destrucción gradual del planeta es algo que nos debería preocupar a todos, ya que la población mundial entera contribuye de una manera u otra. La destrucción de la capa de ozono, el calentamiento global, la desmedida generación de residuos y la devastación de las especies, son problemas que nos afectan a todos. No obstante, la ciencia y tecnología en conjunto con diferentes políticas públicas empiezan a rendir frutos que nos llevan a la restauración y la conservación de nuestro planeta. Podemos comenzar mencionando la *reducción del hoyo en la capa de ozono de la Antártida*, el cual se presenta su tamaño más pequeño desde 2019, lo que indica la recuperación continua de la atmósfera superior protectora de la Tierra. Este agujero se descubrió por primera vez en 1985 y está relacionado al uso de los clorofluorocarbonos (CFC) que emitimos al usar ciertos gases como refrigerantes y aerosoles. El Protocolo de Montreal de 1987 eliminó gradualmente la producción y el uso de los CFC, con lo que se ha logrado frenar las emisiones. Desde 1987,

el tamaño promedio anual del agujero en la capa de ozono ha ido disminuyendo gradualmente (Figura 1). Se estima que la recuperación total del hoyo en la capa de ozono la veamos a finales de la década de 2060, siempre que continúen los esfuerzos para encontrar alternativas a los CFC, respetuosas con el ambiente.

Uno de los problemas más relevantes en la actualidad es el *calentamiento global*, que es el aumento acelerado de la temperatura media de la Tierra y sus océanos, causado principalmente por la quema de combustibles fósiles (petróleo, carbón, gas) y la deforestación. Estas actividades producen gases de efecto invernadero, como el CO₂ y el metano, atrapando más calor en la atmósfera. Como resultado, se generan fenómenos meteorológicos extremos, deshielo de glaciares y subida del nivel del mar. Para detener este problema, se promueve el cambio hacia el uso de energías renovables, proceso que comenzó de manera formal a nivel mundial con “El Acuerdo de París” [1]. Este tratado internacional dio inicio el 4 de noviembre de 2016 y actualmente 193 países (incluyendo México) más la Unión Europea, han firmado el acuerdo. Solamente cuatro países (Estados Unidos, Irán, Libia y Yemen) no se han adherido a este acuerdo. La idea es *impulsar las energías renovables* estableciendo un marco global para acabar con el calentamiento global, con metas de reducción de emisiones y alineando la economía con la protección del ambiente. Esto ha catalizado una inversión masiva en la captación de energía de fuentes solares y eólicas (Figura 2), multiplicando su capacidad y así dejar de usar combustibles fósiles para la generación eléctrica. En este sentido, en este año las energías renovables superaron al carbón como fuente de electricidad en todo el mundo, creciendo lo suficientemente rápido como para cubrir con energía solar y eólica toda la demanda en el uso mundial de electricidad de enero a junio [2]. En septiembre, el presidente de China Xi Jinping declaró en las Naciones Unidas que su país reducirá sus emisiones de carbono hasta en un 10% en una década, no utilizando menos energía, sino duplicando la energía eólica y solar. Tan sólo en 2024, este país instaló tecnología para la generación de energía solar y eólica que equivale aproximadamente a 100 plantas nu-

cleares, y el ritmo se aceleró a principios de este año. Esto incluye nuevas líneas eléctricas de alto voltaje que recorren miles de kilómetros desde los desiertos occidentales, donde se genera gran parte de la energía solar, hasta las ciudades del este, donde se utiliza. Esto va de la mano con el uso de millones de coches eléctricos y una extensa red de trenes eléctricos de alta velocidad que pueden desplazarse miles de kilómetros [3].

Hoy en día, los contenedores de carga en los puertos chinos están llenos de productos listos para exportarse: automóviles eléctricos, celdas solares, palas de turbinas eólicas, entre otros. Al construir su



FIGURA 2. **ENERGÍA** eólica y solar. Fuente: <https://www.nature.com/articles/d41586-025-03505-7>

propio sistema de energía verde, China también ha creado una industria exportadora valorada en 2024 en casi 180 mil millones de dólares, poniendo la energía renovable de bajo costo al alcance de gran parte del resto del mundo. Las importaciones de paneles solares por África y el sur de Asia se han disparado, a medida que las personas en esas regiones se dieñan cuenta de que la energía solar en los tejados puede alimentar luces, teléfonos celulares y ventiladores a bajo precio. Por otro lado, la Perspectiva Mundial de la Gestión de Residuos de las Naciones Unidas para 2024 estimó que los costos anuales combinados de la gestión de residuos —incluidos los costos ocultos de la contaminación, la mala salud y el cambio climático— se duplicarán para 2050. Por ello, las nuevas tecnologías están impulsando el progreso dentro de una *economía circular* donde la *reutilización y el reciclaje* adquieren un papel más importante. Actualmente se están desarrollando nuevos *métodos de reciclaje de baterías* que reutilizan metales valiosos (como el litio, cobalto, níquel, aluminio, hierro y manganeso) mediante métodos como la *biolixiviación*, el reciclaje directo y los *procesos electrohidrometalúrgicos*. Estos nuevos enfoques no solo evitan que las sustancias químicas peligrosas entren en el medio ambiente, sino que también recuperan elementos valiosos, a menudo escasos, que se utilizan en muchas tecnologías populares. Las *tecnologías de conversión de biomasa* se están utilizando para convertir los residuos orgánicos y agrícolas en energía, como una alternativa tanto para la generación de elec-

tricidad como para el acondicionamiento del suelo. Las *bacterias que se alimentan de plástico* están mejorando la eficiencia del reciclaje, al degradar estos materiales a sus elementos constituyentes. Tal es el caso de la bacteria *Ideonella sakaiensis* 201-F6, que produce enzimas que descomponen el tereftalato de polietileno (PET) en etilenglicol y ácido tereftálico, que son inocuos para el medio ambiente. Si esta tecnología escalara, ayudaría a combatir la contaminación por plásticos en el mundo. Finalmente, a estos logros podemos sumar la *recuperación de algunas poblaciones de especies en peligro de extinción*, que estaban casi extintas pero que se re-

cuparon gracias a fuertes esfuerzos de conservación. Ejemplo de esto es la tortuga marina verde (*Chelonia mydas*), que estaba en peligro de extinción desde la década de 1980, pero que ha pasado ahora a la categoría de “preocupación menor” en la lista roja de la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza. Los esfuerzos para proteger los huevos de tortuga y las medidas para evitar su captura accidental en redes de pesca han permitido que las poblaciones se recuperen. Otra especie recuperada es la amputura (*Dasyercus hillieri*), un marsupial australiano del tamaño de una rata, que puede sobrevivir periodos muy largos de sequía sin alimentos. Logra esto a través de hibernación, llamada *torpor* en estos animales. Durante el torpor, no gasta su energía en mantener la temperatura corporal, la cual puede bajar a 10 grados centígrados: al despertar, recupera su temperatura normal asoleándose. Las amputuras pasaron de estar al borde de la extinción a ser “menor preocupación” este año [4]. Entre 2015 y 2021, las amputuras se expandieron en más de 48,000 km², a pesar de las condiciones secas y la escasez de alimentos. Por último, las naciones alcanzaron un hito histórico para la conservación marina en septiembre, cuando el Tratado de las Naciones Unidas sobre Alta Mar recibió la aprobación de más de 60 países [5]. El tratado, que entrará en vigor el próximo enero, tiene como objetivo proteger legalmente la biodiversidad en aguas internacionales y conservar al menos el 30% de las áreas terrestres y marinas.

Avances en la salud humana

Como es de esperarse, la salud humana y el aumento de la calidad de vida son metas para los cuales tenemos logros año con año. En 2025, esto no fue la excepción y tenemos mucho que decir en estos rubros. Posiblemente la noticia más sorprendente fue el *primer tratamiento utilizando edición genética* [6]. La ciencia logró cambiar el futuro y la vida de un bebé con una enfermedad hereditaria rara y potencialmente mortal, al utilizar la tecnología de edición genética basada en el sistema CRISPR para corregir la mutación que causa la enfermedad. El niño llamado KJ Muldoon nació el año pasado en Filadelfia con defectos en un gen llamado *CPS1*, que codifica una enzima producida en el hígado, necesaria para deshechar el amoniaco del cuerpo. La acumulación dañina de este compuesto en la sangre y el cerebro puede llegar a ser mortal y actualmente la única solución es que los bebés afectados sigan una dieta estricta limitada en proteínas. Incluso se puede llegar a necesitar un trasplante de hígado lo cual es difícil y arriesgado. Poco después de que naciera KJ, los investigadores se apresuraron a desarrollar la tecnología basada en la herramienta de edición de genes CRISPR, para corregir el defecto en el gen *CPS1*. Después de probarla en células en cultivo y en animales de laboratorio, el equipo obtuvo la aprobación para tratar a KJ en febrero, cuando tenía solo seis meses. En mayo, después de dos dosis más del tratamiento, KJ podía comer más proteínas, estaba ganando peso y necesitaba menos medicinas para controlar sus niveles de amoniaco, aunque todavía necesita una dieta especial (Figura 3). La terapia experimental por sí sola no fue suficiente para prevenir una peligrosa acumulación de amoniaco en su sangre causada por un gen defectuoso para una enzima hepática clave, pero el rápido desarrollo de una tecnología de edición genética es una demostración histórica de *medicina personalizada*.

Por otro lado, hubo grandes avances en el tratamiento y contención de varias enfermedades infecciosas. Tal fue el caso de la *contención del virus de Ébola*, cuando en septiembre de este año, los esfuerzos de trabajadores de salud y los gobiernos africanos lograron contener un brote de este mortal virus en la República Democrática del Congo en sólo 42 días. El 4 de septiembre, el Ministerio de Salud confirmó el brote en la provincia de Kasai donde en total se notificaron 64 casos. Aunque la ubicación lejana de estas zonas dificultó el acceso de los socorristas, también ayudó a prevenir

Dado que, actualmente, los niños menores de cinco años representan alrededor del 75% de las muertes por malaria en todo el mundo, el medicamento podría acercarnos a la eliminación de la enfermedad. La versión pediátrica del tratamiento, llamada Coartem (arteméter-lumefantrina), proporciona una opción segura para tratar la malaria en bebés y niños pequeños. En un ensayo clínico de fase III de este año, un segundo fármaco contra la malaria, llamado ganaplacida-lumefantrina (GanLum), tuvo éxito en el 97.4% de los participantes. GanLum también eliminó a los parásitos que han desarrollado resistencia al fármaco artemisinina, que es el más utilizado. Si GanLum recibe la aprobación regulatoria, será el *primer medicamento de nueva generación contra la malaria* en más de 25 años.

Ciencia y tecnología cuántica

En este rubro [7], el 2025 trajo varios avances importantes que contribuyen a los ya vistos en años anteriores, como es el desarrollo de la inteligencia artificial (IA). En un paso gigantesco hacia la comunicación cuántica ultra eficiente y la imagenología médica, investigadores desarrollaron un *chip de IA más pequeño que un grano de sal* [8] y que puede montarse directamente en la punta de una fibra óptica (Figura 4). Este chip utiliza una *red neuronal difractiva*, esto significa que el chip procesa imágenes aprovechando la difracción natural de la luz, eliminando así la necesidad de voluminosos componentes electrónicos o procesadores externos.

Este logro resuelve dos limitaciones importantes de la tecnología miniaturizada: el consumo de energía y la velocidad. Al procesar la información a la velocidad de la luz, el chip reduce drásticamente el consumo de energía y la generación de calor. Las redes neuronales difractivas no requieren electricidad para su procesamiento: son esencialmente pilas de superficies diminutas con patrones precisos que realizan cálculos a medida que la luz las atraviesa. La aplicación de esta tecnología permite la obtención de imágenes médicas de alta resolución en tiempo real del cuerpo humano, mediante diminutos endoscopios de fibra óptica. También da las bases para el desarrollo de las redes de comunicación cuántica de baja energía al permitir el procesamiento rápido y local de delicadas señales ópticas cuánticas. Otra noticia fue la reciente presentación del *nuevo*



FIGURA 3. **KJ**, el primer niño tratado con la tecnología CRISPR. Fuente: <https://www.chop.edu/news/worlds-first-patient-treated-personalized-crispr-gene-editing-therapy-childrens-hospital>

la propagación del virus. Esto se logró con la vacunación y el tratamiento con anticuerpos monoclonales que comenzaron poco después de que se declarara el brote, previniendo así un desastre que potencialmente se pudo extender a todo el mundo. Finalmente, en noviembre la Organización Mundial de la Salud (OMS) aprobó el *primer tratamiento contra la malaria para bebés*.

chip Willow de Google, así como el anuncio de Microsoft y Atom Computing sobre su intención de comercializar computadoras cuánticas en 2025, demostrando la rapidez con la que esta tecnología avanza. Si bien no se prevé que domine el panorama tecnológico en los próximos años, la computación cuántica se perfila como un factor clave en diversos campos. La IA siguió dando de qué hablar en 2025, pero

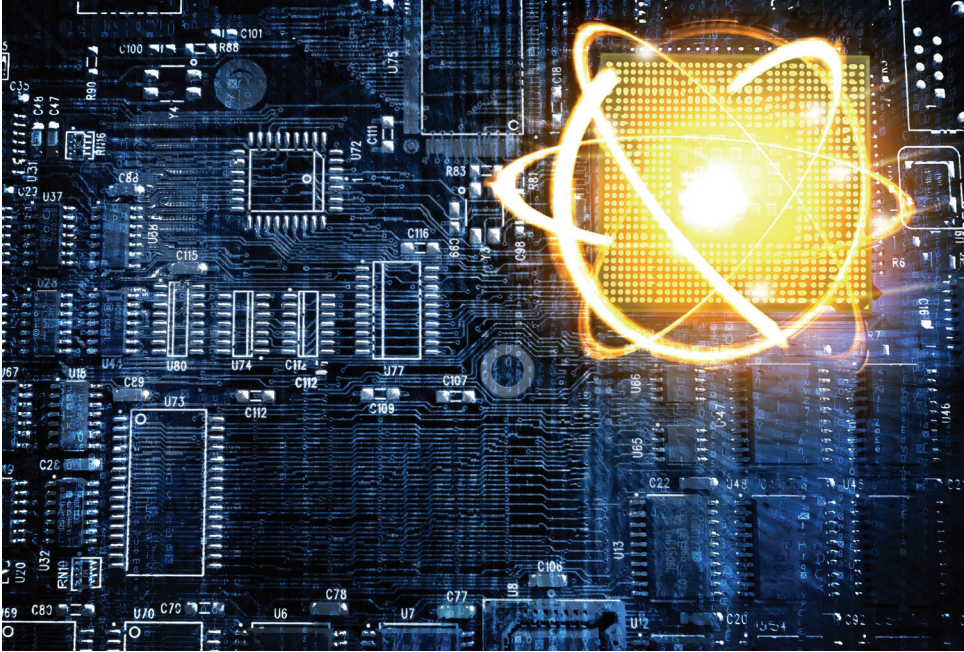


FIGURA 4. **AVANCES** en computación cuántica. Fuente: <https://blog.govnet.co.uk/technology/quantum-computing-navigating-the-latest-developments>

ahora el debate se centra sobre la optimización de los resultados de la IA y la atención se está desplazando de los algoritmos a los datos. Por lo tanto, la *calidad de los datos* se perfila como un factor clave para el éxito de la IA. Los datos son el combustible fundamental para entrenar e informar todas las aplicaciones de aprendizaje automático. Los *modelos de lenguaje grandes (LLM)* como *ChatGPT*, siguen presentando limitaciones significativas cuando se utilizan en aplicaciones científicas y técnicas especializadas. Esto se debe a que estas herramientas tienen una capacidad limitada para procesar estructuras químicas, datos tabulares, gráficos de conocimiento, series temporales y otras formas de información no textual. Por lo tanto, los datos correctos para un propósito específico frecuentemente no están tan fácilmente disponibles para proyectos específicos. Para que la IA sea más útil para la investigación científica, se requieren conjuntos de datos de mejor calidad y más especializados, dirigidos a la aplicación del modelo previsto. Esto ya ha impulsado la investigación sobre la reutilización de fármacos y facilitado el diseño de fármacos asistido por computadora. Los enfoques utilizados para reducir la brecha de calidad de los datos y mejorar los resultados de las aplicaciones de IA incluyen el desarrollo de conjuntos de datos personalizados para entrenar la IA, como el que utilizan el MIT y Toyota para entrenar vehículos autónomos. También sistemas de IA compuestos que aprovechen más fuentes de datos y reduzcan las alucinaciones y los resultados imprecisos. Finalmente, un enfoque de curación de datos supervisado por expertos para entrenar múltiples submodelos más pequeños en tareas específicas podría ayudar mucho al avance de la IA.

Como se mencionó al inicio, las Naciones Unidas han proclamado 2025 como el *Año Internacional de la Ciencia y la Tecnología Cuánticas*. Si bien la tecnología de computación cuántica aún no se ha comercializado ampliamente, avanza de forma constante hacia su aplicación práctica. Por ejemplo, la Clínica Cleveland e IBM instalaron recientemente la *primera computadora cuántica del mundo dedicada a la investigación en salud* y están comenzando a aplicar sus capacidades para abordar cuestiones de *descubrimiento de fármacos* que ni siquiera las supercomputadoras modernas podrían resolver. Los investigadores están explorando cómo la computación cuántica acelerará el descubrimiento de fármacos al permitir simulaciones más complejas del comportamiento molecular y el modelado eficiente del plegamiento de proteínas. Esto crea una oportunidad para que la computación cuántica impulse avances científicos significativos en un corto período de tiempo a medida que se acelera su implementación.

Más allá del desarrollo de fármacos, la computación cuántica podría resolver desafíos complejos en muchos otros campos. Por ejemplo, los investigadores agrícolas están probando *aplicaciones en el cálculo de fertilizantes* y la monitorización de campos que podrían optimizar el rendimiento de los cultivos para aumentar la producción de alimentos y minimizar el daño ambiental. También se prevé que la computación cuántica permita una *predicción meteorológica más precisa* al identificar patrones dentro de un gran volumen de datos mundiales y evaluar con mayor rapidez múltiples escenarios dispares generados por diferentes modelos. En la opinión de este autor, estos serían los logros más destacables y algunos de ellos posiblemente no recibieron suficiente exposición mediática. No me resta más que desearles de parte de la Academia de Ciencias de Morelos y el comité editorial un ¡Feliz 2026!

Referencias

- [1] Organización de las Naciones Unidas. El Acuerdo de París. <https://www.un.org/es/cli-matechange/paris-agreement>
- [2] EMBER. Global Electricity Mid-Year Insights 2025. <https://ember-energy.org/latest-insights/global-electricity-mid-year-insights-2025/>
- [3] Appenzeller, T. (2025). 2025 breakthrough of the year. *Science*, 390: 1208-1227. <https://www.science.org/content/article/breakthrough-2025>
- [4] Nature research highlights. (2025). Tiny Australian predator defies drought to recover from near-extinction. *Nature*, 644: 845. <https://www.nature.com/articles/d41586-025-02586-8>
- [5] Nature editorial (2025). Turning the tide on ocean conservation. *Nature*, 641:825. <https://www.nature.com/articles/d41586-025-01545-7>
- [6] Kaiser, J. (2025). Gene-editing therapy made in just 6 months helps baby with life-threatening disease. *Science*, 15 de mayo de 2025. <https://www.science.org/content/article/gene-editing-therapy-made-just-6-months-helps-baby-life-threatening-disease>
- [7] CAS (2024). Scientific breakthroughs: 2025 emerging trends to watch. <https://www.cas.org/resources/cas-insights/scientific-breakthroughs-2025-emerging-trends-watch>
- [8] Hamilton, E. (2025). New light-based chip boosts power efficiency of AI tasks 100 fold. <https://news.ufl.edu/2025/09/optical-ai-chip/>

Esta columna se prepara y edita semana con semana, en conjunto con investigadores morelenses convencidos del valor del conocimiento científico para el desarrollo social y económico de Morelos.

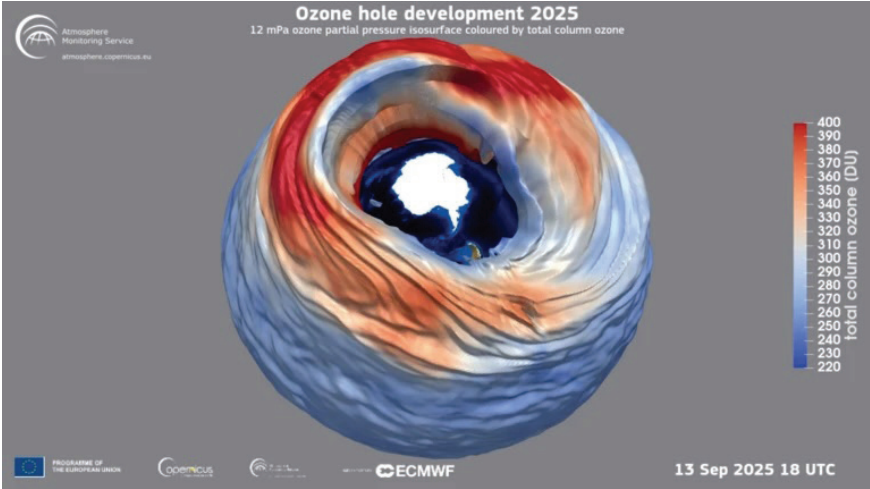


FIGURA 1. **DISMINUCIÓN** del tamaño en el agujero de la capa de ozono. Fuente: <https://www.nature.com/articles/d41586-025-03505-7>