

Los logros científicos y tecnológicos más importantes del 2022

F. ALEJANDRO SÁNCHEZ FLORES

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

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

Sin duda alguna, la pandemia ha paralizado muchas de las actividades humanas durante los últimos tres años. Sin embargo, durante el 2022 la ciencia ha seguido generando conocimiento, no solo relacionada con la investigación de SARS-CoV-2 o la enfermedad COVID-19 que genera, sino también en otras áreas. Si bien los descubrimientos realizados por el telescopio James Webb, siguieron dominando a lo largo de este año, hay otros descubrimientos igualmente interesantes. A continuación, se presenta una selección de solo algunos de estos logros científicos y tecnológicos, con la intención de llamar la atención de los lectores hacia varias disciplinas científicas.

LA BIODIVERSIDAD A TRAVÉS DE LOS FÓSILES

En enero de 2022, investigadores de Australia reportaron un sitio en el suroeste de esta isla donde encontraron fósiles con un asombroso registro de vida en una antigua selva tropical. Los fósiles en McGraths Flat, un yacimiento (Lagerstätten) en la región del centro de Nueva Gales del Sur en Australia, tienen entre 11 y 16 millones de años y representan algunos de los únicos ecosistemas de selva tropical conocidos que datan de la época del Mioceno. Esta época (hace 23,03 a 5,33 millones de años) vio un cambio notable en los ecosistemas globales. Las temperaturas aumentaron en el Mioceno temprano a medio, antes de sufrir una caída marcada, lo que desencadenó un evento de extinción global conocido como la interrupción del Mioceno medio. En Australia, el ambiente se volvió cada vez más seco, lo que provocó una contracción extensa de las selvas tropicales que alguna vez cubrieron gran parte de dicho continente. Este proceso dio forma a muchas de las comunidades bióticas que se encuentran en la Australia actual.

El descubrimiento de este Lagerstätte donde se conservaron con gran fidelidad los tejidos blandos de una amplia variedad de plantas y animales (Figuras 1 y 2) brinda una oportunidad única para estudiar la flora y la fauna del planeta durante el Mioceno. Las pequeñas criaturas de cuerpo blando se conservan con extraordinario detalle, incluidas las arañas fosilizadas y hasta el pelo de sus extremidades, así como peces con el vientre lleno de mosquitos. Los investigadores pudieron incluso ver los poros en hojas fosilizadas que una vez absorbieron dióxido de carbono.

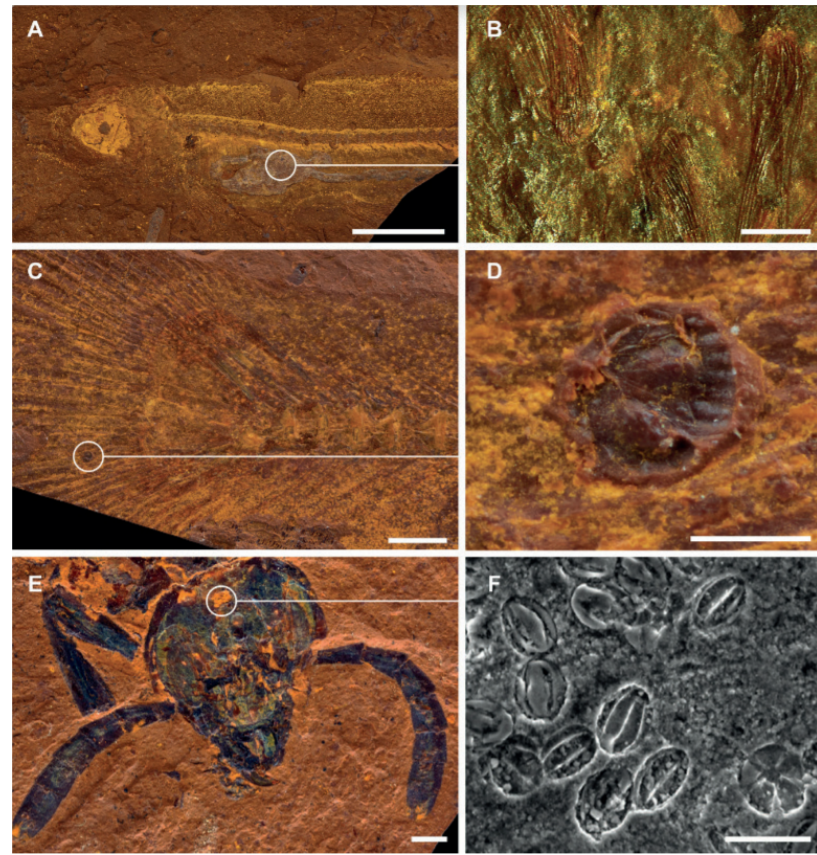


Figura 1. Macrofósiles vegetales. (A) *Banksia* sp.; (B) flores aisladas que se cree que están afiliadas a Malvales; (C) ápice de hoja de margen completo con punta de goteo prominente (AM F.146588); (D) y (E) pínulas de helecho asignadas a *Lygodium* sp.; (F) hoja mirtácea con vena intramarginal prominente y numerosas glándulas sebáceas; (G) ramita aislada de *Gymnostoma* sp.; (H) diferente tipo de hoja mirtácea con glándulas sebáceas prominentes; (I) hoja dentada grande con nervadura semicraspedódromo; (J) primer plano de las glándulas sebáceas; (K) *Agathis* sp.; y (L) sámara alada aislada de afinidades inciertas. Barras de escala, 1 mm (B, G, J y L) y 1 cm (A, C a F, H, I y K). Tomada de <https://www.science.org/doi/10.1126/sciadv.abm1406>

EL ARTE Y LA INTELIGENCIA ARTIFICIAL

El año pasado vimos como los desarrollos en cómputo y en inteligencia artificial (IA) nos han permitido predecir con mayor rapidez la estructura de las proteínas (<https://acmor.org/publicaciones/los-logros-cientificos-y-tecnologicos-m-s-importantes-del-2021>). Este año, la IA está incurriendo en áreas que alguna vez se consideraron exclusivamente humanas, como la expresión artística. Algo realmente sorprendente han sido los llamados modelos de *texto a imagen*. Estos modelos nos permiten generar una imagen solo a partir de alguna frase o petición que podemos realizar vía una página web. Este sitio nos devuelve una imagen que se genera a partir del aprendizaje automático para analizar combinaciones de texto e imágenes en línea, encontrando patrones que les permiten crear nuevas imágenes basadas en el texto. El laboratorio de investigación OpenAI presentó un sistema de software llamado DALL-E y durante el segundo trimestre del año lanzó una nueva versión (DALL-E 2). Este software implementó una técnica de aprendizaje automático llamada difusión, en la que las imágenes emergen del "ruido", guiadas por el contexto o las descripciones de texto. El método puede generar eficientemente imágenes realistas

y atractivas. Varios modelos de difusión estuvieron disponibles para uso público este año, y un artista que usó uno ganó un concurso de bellas artes (Figura 3), despertando tanto la curiosidad como la acritud. Al mismo tiempo, Meta, Google y otros lanzaron modelos de difusión que pueden evocar videos.

Como ya se mencionó, el aprendizaje automático ha permitido grandes avances en la estructura 3D de las proteínas a partir de la secuencia de sus bloques de construcción que son los aminoácidos. También este año se ha ampliado el avance en esta área, donde ahora los investigadores están utilizando la IA para diseñar proteínas completamente nuevas que podrían usarse en vacunas, materiales de construcción o nanomáquinas. Una técnica, llamada "alucinación", comienza con secuencias aleatorias y las muta hacia secuencias que otras herramientas de IA confían en que se convertirán en proteínas estables.

EL AVANCE EN LA FUSIÓN NUCLEAR PODRÍA SIGNIFICAR "ENERGÍA CASI ILIMITADA"

Los científicos que estudian la energía de fusión en el Laboratorio Nacional Lawrence Livermore en California (Figura 4) anunciaron que habían cruzado un hito largamente esperado al reproducir el poder del Sol en un laboratorio. Esto ha generado

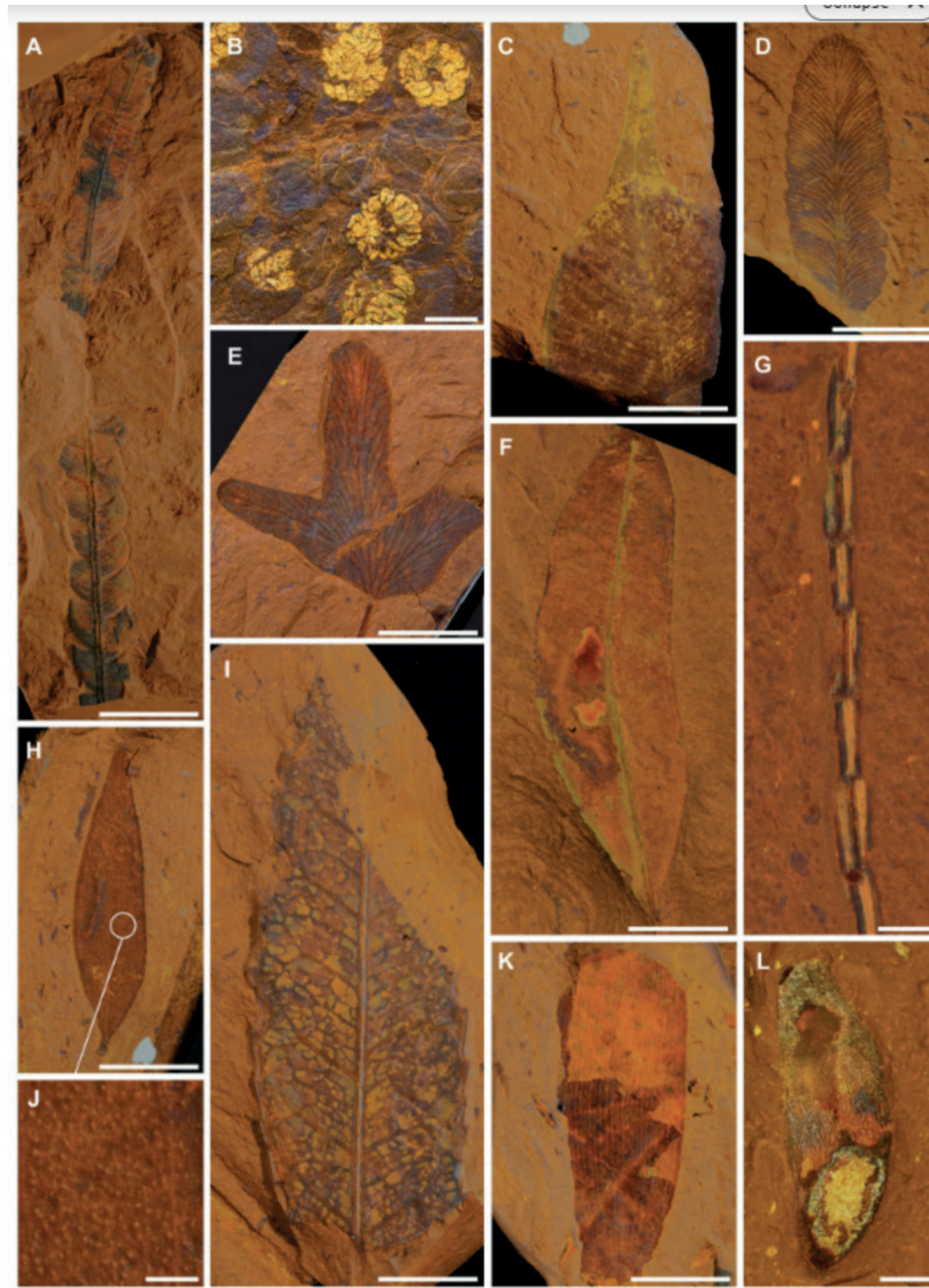


Figura 2. FÓSILES con gran resolución. (A y B) Contenido estomacal de pescado que muestra que se alimenta predominantemente de mosquitos fantasma (*Chaoborus* sp.); (C y D) un gloquidio parásito adherido a la aleta caudal de un pez; (E y F) polen conservado en la cabeza de una mosca de sierra; y (G y H) un nematodo forético adherido al cuerpo de un escarabajo de cuernos largos. Barras de escala, 25 µm (F), 100 µm (H), 250 µm (B y D), 1 mm (C y E), 5 mm (G) y 10 mm (A). Tomada de <https://www.science.org/doi/10.1126/sciadv.abm1406>

una gran expectativa, ya que durante años se ha especulado sobre cómo la fusión nuclear que es el mecanismo por el cual las estrellas brillan, podría proporcionar una fuente futura de energía abundante. En Física, la fusión nuclear es una reacción en la que varios núcleos atómicos se unen y forman un núcleo más pesado. Las reacciones de fusión, ocurren cuando los átomos ligeros que van a fusionarse disponen de la suficiente energía como para vencer a las fuerzas electromagnéticas que los repelen. Estas condiciones sólo se dan a gran temperatura, cuando la materia que forman estos átomos está en estado de plasma. La fusión nuclear es, por tanto, el proceso inverso de la fisión nuclear, reacción nuclear

laboratorios láser en la Tierra, con lo cual se podría tener una fuente de energía muy limpia. Sin embargo, en todos los esfuerzos de los científicos por controlar el poder de la fusión nuclear, los experimentos consumieron más energía que la generada por las reacciones de fusión. Este panorama cambió hace unos cuantos días cuando 192 láseres gigantes en la Instalación Nacional de Ignición del Laboratorio Nacional Lawrence hicieron estallar un pequeño cilindro del tamaño de un borrador de lápiz que contenía una protuberancia congelada de hidrógeno encerrada en un diamante. Los rayos láser entraron por la parte superior e inferior del cilindro, vaporizándolo. Eso generó una avalancha interna de rayos X que comprime una pastilla de combustible de deuterio y tritio, las formas más pesadas de hidrógeno. En un instante (que duró menos de 100 billonésimas de segundo) se generaron 2.05 Megajulios de energía que salió de una avalancha de partículas de neutrones, el producto de la fusión, que transportaba alrededor de 3 Megajulios de energía, lo que significa un factor de 1.5 en la ganancia de energía. Esto cruzó el umbral que los científicos de fusión láser llaman ignición, la línea divisoria donde la energía generada por la fusión es igual a la energía de los láseres entrantes que inician la reacción. Si la fusión se puede implementar a gran escala, ofrecería una fuente de energía libre de la contaminación y los gases de efecto invernadero causados por la quema de combustibles fósiles y los peligrosos desechos radiactivos de vida larga creados por las centrales nucleares actuales que utilizan la división de uranio para producir energía.

LA BACTERIA MÁS GRANDE JAMÁS DESCUBIERTA

El descubrimiento de una bacteria gigante con entrañas complejas sacudió la biología este año. En este trabajo, participa una investigadora mexicana, la Dra. Silvana González-Rizzo, quien trabaja en el Instituto de Sistemática, Evolución y Biodiversidad de la Universidad de las Antillas y que actualmente colabora con investigadores del Instituto de Biotecnología de la UNAM, aquí en el Estado de Morelos. Se supone que los microbios son microscópicos, pero una nueva bacteria bautizada como *Thiomargarita magnifica*, puede llegar a tener un tamaño de 5000 veces más grande que el de cualquier célula bacteriana. Esta bacteria unicelular tiene forma parecida a un hilo, y se vieron por primera vez en la superficie de las hojas moribundas en un manglar en las Antillas francesas. Anteriormente se pensaba que las bacterias deben ser diminutas, porque carecen de los sistemas de transporte interno que se en-

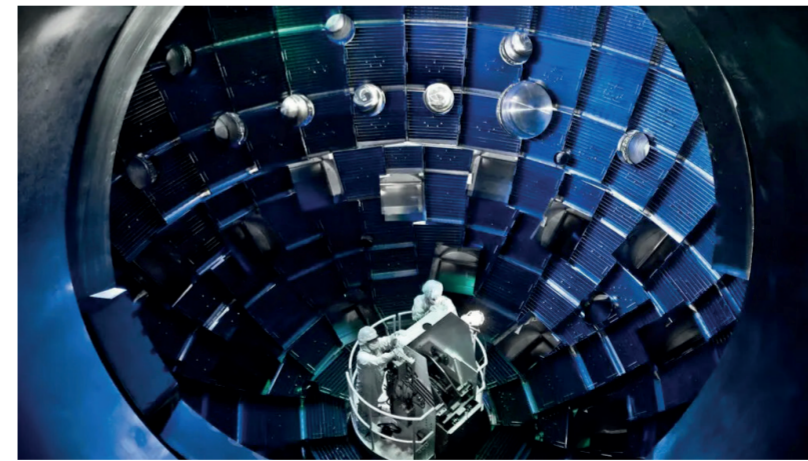


Figura 4. Instalaciones del Laboratorio Nacional Lawrence en Livermore, California. Crédito de la foto: Damien Jemison/ Laboratorio Nacional Lawrence Livermore.

Ligas de interés

<https://www.nationalgeographic.com/magazine/article/most-amazing-discoveries-2022>
<https://www.aaas.org/news/sciences-2022-breakthrough-year-nasas-stellar-new-space-telescope>
<https://www.science.org/content/article/breakthrough-2022>
<https://openai.com/dall-e-2/>
<https://www.nytimes.com/2022/12/13/science/nuclear-fusion-energy-breakthrough.html>
<https://www.agenciasinc.es/Noticias/Estos-son-los-diez-avances-cientificos-de-2022-segun-Science-y-el-Webb-esta-el-primero>
<https://www.acmor.org/publicaciones/extra-extra-naci-un-sol-en-la-tierra>



Figura 3. LA obra ganadora del premio del artista Jason Allen, Théâtre D'opéra Spatial, fue creada utilizando inteligencia artificial de texto a imagen. © 2022 JASON M ALLEN

cuentran en otras células y dependen de la difusión para mover los nutrientes y los desechos. Las moléculas que se difunden no pueden viajar muy lejos, lo que en teoría limita el tamaño de una bacteria. Los libros de texto también dicen que las bacterias normalmente carecen de compartimentos internos, pero *T. magnifica* tiene varias de estas estructuras. Una es un saco lleno de agua que pudo haber permitido que el microbio se convirtiera en un macrobio. Empuja todas las proteínas de la célula y otros componentes contra la envoltura celular externa, colocándolos en el rango de oxígeno, azufre y otras moléculas esenciales que se difunden dentro y fuera de la célula. Otras características parecen ser exclusivas de *T. magnifica*, como su ADN ya que esta bacteria empaqueta su enorme genoma de 12 millones de bases, en sacos membranosos junto con la maquinaria molecular para producir proteínas. Y mientras que la mayoría de las bacterias producen la molécula de energía adenosín trifosfato (ATP) en su envoltura celular, *T. magnifica* tiene toda una red de membranas internas que también producen ATP, lo que le permite producir suficiente combustible para una célula tan grande. Estas estructuras sacuden la división tradicional de la vida en eucariotas y procariontes. Los eucariotas incluyen plantas, animales y otros organismos con células complejas que segregan sus componentes en compartimentos revestidos de membrana llamados organelos. Sin embargo, los procariontes que incluyen a las bacterias carecen de organelos, siendo *T. magnifica* un eslabón perdido que presenta algo intermedio, tal vez reflejando formas de transición que evolucionaron hace miles de millones de años.

LAS PANDEMIAS DETERMINAN LA EVOLUCIÓN DEL SER HUMANO

Desde que la Peste Negra mató entre un tercio y la mitad de las personas que vivían en Europa hace 700 años, los investigadores se han preguntado cómo la plaga mortal dejó su huella en los sobrevivientes. Aquella pandemia causada por la bacteria *Yersinia pestis* fue tan devastadora que debió actuar como una poderosa fuerza de selección, favoreciendo la supervivencia de personas con un cierto tipo de sistema inmune. Sin embargo, esto no había podido ser demostrado porque nuestros genes del sistema inmune cambian con frecuencia en respuesta a nuevos patógenos.

Este año, los investigadores aprovecharon las herramientas para estudiar el ADN antiguo para observar las diferencias en los genes del sistema inmune de personas que vivieron y murieron durante la Peste Negra. El equipo analizó el ADN antiguo de los huesos de más de 500 personas

enterradas antes, durante y después de dicha pandemia en Londres y Dinamarca. Los resultados mostraron que los supervivientes tenían una mayor probabilidad de portar variantes genéticas que aumentaran su respuesta inmunológica contra *Y. pestis*, la bacteria transmitida por pulgas que causa la plaga. Sorprendentemente, se encontraron unas 245 variantes genéticas en genes o cuya frecuencia varió en las personas antes y después de la Peste Negra en Londres. También se observaron resultados similares en el ADN antiguo de personas encontradas en Dinamarca.

Un resultado en particular que destacó fue el gen ERAP2 que codifica para una proteína llamada aminopeptidasa 2 del retículo endoplásmico y que se ha demostrado que ayuda a las células del sistema inmune a reconocer y combatir virus. Los investigadores encontraron dos variantes de ERAP2 que difieren en solo una letra en el código genético. Uno produce una proteína de tamaño completo y la otra una versión interrumpida. Las personas que heredaron dos copias de la variante que codifica la proteína de tamaño completo tenían el doble de probabilidades de haber sobrevivido a la plaga que aquellas que heredaron dos copias de la otra variante. Los investigadores también cultivaron células del sistema inmune de 25 británicos modernos en el laboratorio y descubrieron que las células expuestas a *Y. pestis* con la versión completa de ERAP2 producían más proteínas del sistema inmune llamadas citocinas, sugiriendo un efecto protector.

La rápida propagación de esta variante genética protectora en Europa durante el siglo posterior a la Peste Negra es el ejemplo más fuerte hasta ahora de selección natural en el genoma humano. La variante protectora de ERAP2 todavía se encuentra en el 45% de los británicos en la actualidad. Su persistencia sugiere que continuó siendo favorecida por la selección natural hasta hace poco tiempo, probablemente porque la plaga fue endémica en Europa y Asia hasta principios del siglo XIX. Desafortunadamente, esta protección puede tener un costo muy elevado, ya que la misma variante también confiere un mayor riesgo de desarrollar enfermedades autoinmunes, como la enfermedad de Crohn y la artritis reumatoide.

Estos fueron algunos de los logros científicos y tecnológicos que sucedieron en este 2022. Esperando que los lectores tengan una feliz Navidad, les deseo un gran año nuevo esperando que este 2023 nos traiga más logros científicos y un mayor interés en la ciencia por parte de todos ustedes.

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. Desde la Academia de Ciencias de Morelos externamos nuestra preocupación por el vacío que genera la extinción de la Secretaría de Innovación, Ciencia y Tecnología dentro del ecosistema de innovación estatal que se debilita sin la participación del Gobierno del Estado.

Referencias

<https://www.science.org/doi/10.1126/sciadv.abm1406>
https://es.wikipedia.org/wiki/Fusi%C3%B3n_nuclear
<https://www.science.org/doi/10.1126/science.abb3634>
https://es.wikipedia.org/wiki/Peste_bub%C3%B3nica