launion.com.mx @uniondemorelos

CIENCIA

Los logros científicos y tecnológicos más importantes del 2023 (primera parte)

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.

En el 2023 hemos presenciado un gran número de avances científicos y tecnológicos que seguramente marcarán la diferencia en un futuro muy cercano. Posiblemente, el desarrollo de algoritmos de inteligencia artificial (IA) con diferentes aplicaciones han sido los más sonados, pero hay descubrimientos y avances en otras áreas de la ciencia. En esta primera de dos entregas, abordaré temas de diferentes disciplinas que espero sean de su agrado.

La exploración espacial, búsqueda de otros planetas y compuestos relacionados con la vida

Hay que recordar que la exploración espacial, además de permitirnos descubrir qué hay más allá de nuestro planeta, ha sido la semilla para desarrollos tecnológicos que aprovechamos día con día, como es la comunicación satelital, la conservación de alimentos, el uso de materiales más ligeros en nuestros autos, etc.

Ahora bien, un tema que siempre ha sido del interés humano es el saber si estamos solos en el universo, o si existen otros planetas que podrían ser capaces de contener vida de algún tipo o incluso similar a la que conocemos en el nuestro. Para ello, hace 30 años se comenzó la búsqueda de planetas fuera de nuestro sistema solar, los llamados exoplanetas. En agosto de este año, científicos de la "National Aeronautics and Space Administration" (NASA) dieron la noticia de haber identificado seis nuevos exoplanetas, que se suman a un total de más de 5,500 planetas conocidos. La continua búsqueda de exoplanetas, potenciada por telescopios como el Satélite de Estudio de Exoplanetas en Tránsito (TESS), sigue revelando una diversidad asombrosa de nuevos mundos a lo largo de la galaxia. Los telescopios espaciales emblemáticos de la NASA, como el Spitzer, Hubble y más recientemente el telescopio espacial James Webb, también se han utilizado para descubrir y estudiar exoplanetas. Recordemos que gracias a estos telescopios se ha podido conocer la forma, distancia y la edad de los hoyos negros e incluso tener fotos de otras galaxias muy distantes en el universo.

En particular, en este año el telescopio espacial James Webb detectó por primera vez una molécula crucial de carbono. Un equipo internacional de científicos utilizó este telescopio para identificar un nuevo compuesto de carbono en el espacio, conocido como catión de metilo (CH_3^+). Esta molécula desempeña un papel vital en la formación de compuestos de carbono más complejos y se relaciona con la vida como la conocemos. Fue localizada en un sistema estelar "joven" llamado d203-506, situado a unos 1,350 años luz de distancia en la Nebulosa de Orión. Este hallazgo resulta particularmente relevante para los científicos que buscan entender tanto el desarrollo de la vida en nuestro planeta, como su potencial aparición en otras partes del universo.

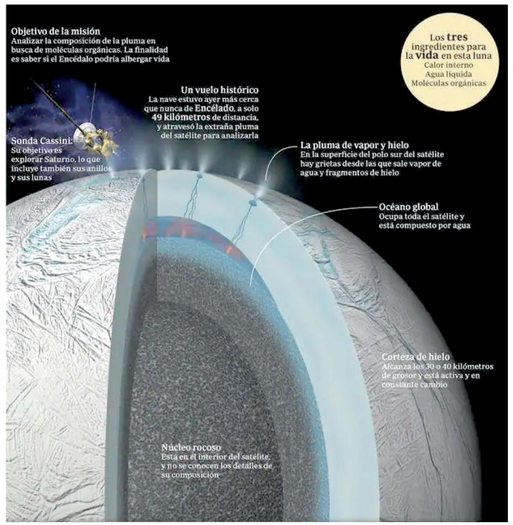

FIGURA 1. LA luna Encélado. Tomada y modificada de https://www.abc.es/ciencia/abci-caza-vida-encedalo-luna-saturno-201510290140_noticia.html

Otra noticia igualmente prometedora, fue el descubrimiento de fósforo en Encélado (Figura 1), la sexta luna más grande de Saturno. Análisis de los pedazos de hielo en la superficie de esta luna (con dimensiones comparables al estado de Chihuahua), demuestran la presencia de fósforo, que es un elemento también esencial para la vida. Este hallazgo nos sugiere que Encélado podría albergar alguna forma de vida, ya que también se han detectado otros elementos esenciales para la vida como carbono, hidrógeno, nitrógeno, oxígeno y azufre. Estos descubrimientos son piezas clave de información recolectada por el Analizador de Polvo Cósmico de la nave espacial Cassini. Por lo tanto, esta luna helada en un candidato muy prometedor en la búsqueda de vida extraterrestre.

El genoma humano y la edición genética

En febrero de 2023, investigadores de los Institutos Nacionales de Salud en Estados Unidos, lanzaron una innovadora herramienta computacional para reconstruir el genoma de prácticamente cualquier organismo a una resolución de cromosomas. El software llamado *Verkko*, surgió a partir de la reconstrucción de la primera secuencia completa del genoma humano en 2022. Este software aprovecha la información de las tecnologías de secuenciación más modernas y que he explicado en artículos anteriores (https://acmor.org/articulos-anteriores/cuando-la-ciencia-alcanza-a-la-ficci-n-historias-del-adn)

En mayo del 2023 también se publicó un borrador del "pangenoma humano" que es el compendio de varios genomas humanos y que intenta representar de una manera más completa la diversidad genética nuestra especie en el mundo. Este pangenoma consta de 47 genomas de una cohorte de individuos genéticamente diversos, incluidos personas de África, Asia, las Américas y Europa. Aunque los genomas de dos personas suelen ser idénticos en más del 99 por ciento, separar las diferencias individuales puede revelar información clave sobre su vulnerabilidad a las enfermedades y guiar las decisiones para su tratamiento.

Además, en agosto del 2023 varios investigadores de muchas organizaciones pudieron reconstruir con éxito el cromosoma Y en su totalidad, que durante años había permanecido inconcluso debido a que contiene regiones altamente repetitivas que desde hace 20 años no se habían resuelto. Gracias a esta nueva reconstrucción, se descubrieron 41 nuevos genes relacionados al sexo masculino, abriendo la posibilidad de identificar ciertos trastornos genéticos y potencialmente descubrir las raíces genéticas de otros (Figura 2).

FIGURA 2. LOGROS en el conocimiento del genoma humano. Tomada de https://gacetamedica.com/investigacion/mas-de-100-cientificos-consiguen-el-hito-de-completar-la-ultima-pieza-del-genoma-humano-al-descifrar-el-cromosoma-y/

En este sentido, tener la información genética de un organismo nos permite intervenirlo de tal manera que podríamos "corregir" la información contenida para curar una enfermedad cuyo origen es genético. Para ello, se han desarrollado herramientas de biología molecular que permiten editar nuestro genoma y que se han mencionado en artículos anteriores de esta columna (https://acmor.org/publicaciones/premio-nobel-de-qu-mica-2020-herramientas-para-la-edici-n-gen-mica

Uno de los grandes logros no solo científicos sino legales en el 2023, fue la aprobación del uso de la revolucionaria herramienta de edición genética CRISPR por parte de la Administración de Alimentos y Medicamentos de Estados Unidos (la FDA, por sus siglas en inglés). Esta agencia autorizó el uso del primer tratamiento que utiliza un tipo de tecnología novedosa de edición del genoma, que permite corregir los errores genéticos en pacientes mayores de 12 años con anemia falciforme. El tratamiento se presentó en octubre ante la FDA a solicitud de los laboratorios Vertex Pharmaceuticals y CRISPR Therapeutics para su evaluación y autorización. Ambos laboratorios diseñaron una terapia basada en la edición del genoma para evitar la malformación de los glóbulos rojos, que es la causa de la anemia falciforme. Este tipo de anemia es un trastorno sanguíneo hereditario, donde el principal problema es una mutación en el gen que codifica para la hemoglobina, una proteína que se encuentra en los glóbulos rojos y que lleva el oxígeno a los tejidos del organismo. Esa mutación hace que los glóbulos rojos, en lugar de tener una forma redonda, adquieran una forma de medialuna o de hoz. La tecnología de edición genética CRISPR, permite "cortar y pegar" en el genoma de un ser humano una versión normal del gen de la hemoglobina con lo cual se vuelven a producir glóbulos rojos normales. A pesar de que es un gran logro, hoy en día el tratamiento es demasiado caro y complejo de administrar. El costo podría ser de millones de dólares, por lo que resulta casi imposible su utilización en los países menos desarrollados (como aquellos en África), donde la incidencia de la enfermedad es más alta. Sin embargo, la tecnología y el desarrollo de este tipo de terapias son la promesa para ofrecer tratamientos más específicos y eficaces, especialmente para las personas con enfermedades raras en las que las opciones terapéuticas actuales son casi nulas.

Finalmente, debe recordarse que la edición del genoma humano debe estar regulada (https://acmor.org/articulos-anteriores/la-necesidad-de-congruencia-entre-la-ciencia-y-la-tica-la-edici-n-gen-tica) con la finalidad de promover la investigación y su uso responsable de tal manera que pueda estar completamente disponible para cualquier persona para no generar una desigualdad.

El cambio climático y fuentes de energía limpia

Desde hace ya varios años hemos escuchado que la temperatura del planeta se incrementa año con año y genera períodos anormales y descontrolados de lluvias y sequías. Aunque es un problema complejo que no es fácil de solucionar, la ciencia nos permite evaluar el impacto que el cambio climático tiene y tendrá en un futuro no muy lejano, así como también nos da opciones para evitar mayores daños a nuestro planeta.

El 2023 marcó un año histórico en la extensión del hielo marino de la Antártida como se observa en la Figura 3. Una de las cosas más preocupantes que se observaron fue que en septiembre del 2023 el hielo marino en la Antártida alcanzó una superficie de 16.96 millones de km^2 estableciendo un récord de menor superficie, según el registro satelital que comenzó en 1979. Este récord está 1.03 millones de km^2 por debajo de lo observado y es un mínimo histórico comparado con el establecido en 1986. También está 1.75 millones de km^2 por debajo de la extensión promedio de la Antártida de 1981 a 2010. Desde principios de abril de 2023, el hielo marino mantuvo un crecimiento de hielo récord, pero desde principios hasta mediados de agosto, el crecimiento se desaceleró considerablemente, manteniendo una diferencia de casi 1.5 millones de km^2 entre 2023 y 1986, el segundo año más bajo registrado por satélite. Después de ese período, el crecimiento del hielo se aceleró y redujo la brecha a aproximadamente 1 millón de km^2. Esta es la primera vez que la extensión del hielo marino no ha superado los 17 millones de kilómetros cuadrados (6,56 millones de millas cuadradas), cayendo más de 1 millón de kilómetros cuadrados por debajo del récord anterior de extensión máxima establecido en 1986. Además, estos cambios tan drásticos están relacionados con los ciclos del agua que muchos de nosotros hemos experimentado con las lluvias fuera de temporada, así como el huracán que impactó el estado de Guerrero hace unos cuantos meses.

Las densas aguas saladas del mar de Weddell ayudan a impulsar la circulación de agua profunda del Océano Austral. Sin embargo, el agua de deshielo de la Antártida parece estar frenando esta corriente. Si se pudiera decir que los océanos del mundo tienen un corazón, éste se encontraría en el Océano Austral. Allí, en unas pocas zonas remotas frente a la costa de la Antártida, las aguas saladas de la superficie se sumergen hasta el fondo del océano. El agua que desciende extrae calor, oxígeno y dióxido de carbono de la atmósfera y los secuestra en el abismo, donde el agua se extiende lentamente hacia el norte. Este es uno de los componentes principales de la circulación global del agua y es el flujo masivo que conecta todos los océanos del mundo, ayudándolos a capturar un tercio de las emisiones anuales de carbono de la humanidad. Muchos investigadores creen que el aumento o falla de este flujo de carbono, tiene un impacto negativo que amplifica el cambio climático.

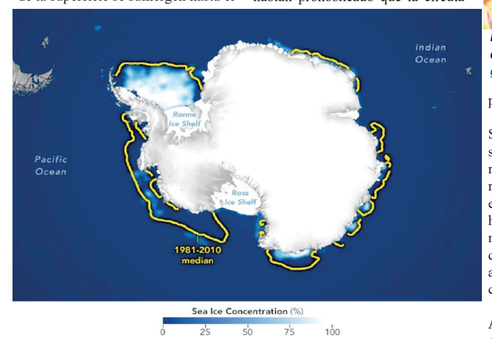

FIGURA 3. MAPA de la extensión del hielo marino antártico en el día de su mínimo histórico 2023. Tomada de https://www.meteored.mx/noticias/actualidad/muy-preocupante-nuevo-minimo-historico-en-el-hielo-marino-de-la-antartida-climatologia-medioambiente-polo-sur.html

En el 2023, varios estudios dejaron en claro que el flujo de carbono está en grave peligro. Las primeras señales preocupantes llegaron hace años, en particular de las sondas robóticas "Deep Argo" que son dispositivos deambulantes que operan de forma automática en profundidades de hasta 4,000 metros. Estos aparatos registraron que las aguas del fondo de la Antártida se estaban calentando y su volumen se había reducido. Ambas cosas son señales de que la corriente se estaba desacelerando, permitiendo que entraran las aguas más cálidas de arriba. Las evidencias muestran que la circulación se ha ralentizado hasta un 20% desde la década de 1970. También en mayo, se observó que el flujo de agua abisal se desaceleró casi un 30% entre 1992 y 2017. Los modelos climáticos tradicionales habían pronosticado que la circulación podría volverse lenta, pero no sostenidamente durante tantos años. Estos estudios nos advierten que una amenaza que parecía muy lejana, hoy en día es una realidad con efectos catastróficos.

Una de las consecuencias que puede tener el cambio climático es el de brotes de enfermedades, como lo que sucedió con el dengue en este año y que pudimos observar en nuestro país y en particular en el Estado de Morelos. El dengue es una enfermedad provocada por un virus del mismo nombre, el cual presenta 4 serotipos o linajes (1, 2, 3 y 4) y que es transmitida por mosquitos de las especies *Aedes aegypti* y *Aedes albopictus*. Estos mosquitos tienen un ciclo de vida (Figura 4) que normalmente toma entre 7-10 días para llegar a la etapa adulta y que comienza cuando los huevecillos del mosquito son depositados o cubiertos por agua.

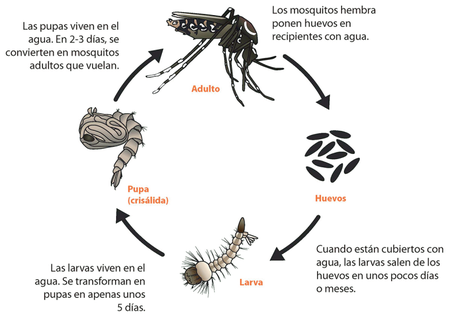

Figura 4. Ciclo de vida de los mosquitos A. aegypti y A. albopictus. Tomada de https://www.cdc.gov/mosquitoes/es/about/life-cycles/aedes.html

Figura 5. Huevos de mosquitos (A. aegypti o A. albopictus), los cuales tienen aspecto de tierra negra. Tomada de https://www.cdc.gov/mosquitoes/es/about/life-cycles/aedes.html

Si un mosquito adulto pica a una persona (o animal) infectado con el virus del dengue, el insecto se infectará y cuando ponga huevecillos, estos estarán infectados con el virus. Los huevecillos (Figura 5) pueden permanecer pegados en superficies en condiciones de sequía hasta por un año, reactivándose con el siguiente ciclo de lluvias.

Aunque el dengue es una enfermedad estacional y endémica en ciertos lugares tropicales (como nuestro país), con el incremento de temperatura de 1.5 °C que se registró durante este año el ciclo de vida del mosquito se aceleró, generando adultos en tiempos mucho más cortos (4-5 días) y considerando que muchos de los huevecillos posiblemente ya estaban infectados, la incidencia de la enfermedad se incrementó de manera preocupante. Cabe resaltar que el problema con la enfermedad del dengue es que a pesar de que la mayoría de los casos son asintomáticos, cuando uno se vuelve a infectar con un serotipo diferente del virus, se pueden desarrollar síntomas más severos que se conocen como dengue hemorrágico y que puede llevar a la hospitalización e incluso a la muerte.

El uso de combustibles fósiles y la contaminación que generan está relacionada con el cambio climático. El uso de energías limpias y renovables podría contribuir a mitigar este fenómeno, pero existen cuellos de botella que deben superarse para poder utilizarlas. Por ejemplo, el uso de la energía eléctrica generada a partir de energía solar o eólica, así como la generada en plantas hidroeléctricas o nucleares, depende del uso de minerales y materiales que son escasos, difíciles de extraer o producir. En enero del 2023, se demostró que el planeta tiene suficientes minerales y otras materias primas críticas para cambiar de combustibles fósiles a energía renovable y así limitar el calentamiento global. Un equipo de científicos examinó los materiales (muchos de los cuales no se extraían intensamente en el pasado) y 20 fuentes de energía diferentes. Calcularon los suministros existentes y la contaminación que se generaría si la minería aumentara para la implementación de la energía renovable y si se cumpliría o no con los objetivos globales de reducir las emisiones de carbono. Aunque se necesitaría mucha más minería que también contamina, el costo-beneficio comparado con el uso de combustibles fósiles es mayor. Por lo tanto, si también se orientan los desarrollos tecnológicos para realizar una minería menos contaminante, los minerales disponibles en el planeta son suficientes para migrar a fuentes de energía más limpia y no empeoraría significativamente el problema del calentamiento global.

Estos fueron algunos de los logros científicos y tecnológicos que sucedieron en el 2023 pero continuaré con algunos otros en la siguiente entrega, esperando que los lectores hayan tenido una muy feliz Navidad. Les deseo un gran año nuevo esperando que este 2024 nos traiga más logros científicos y un mayor interés en la ciencia de todos nuestros lectores.

Ligas de interés

https://www.nationalgeographic.com/premium/article/11-astonishing-scientific-discoveries-2023
https://www.laboratoryequipment.com/608790-10-Scientific-Discoveries-in-2023/
https://www.cas.org/resources/cas-insights/emerging-science/breakthrough22
https://www.rockefeller.edu/news/35042-intriguing-science-discoveries-of-2023/
https://www.science.org/content/article/breakthrough-of-the-year-2023
https://elpais.com/ciencia/2023-12-08/estados-unidos-aprueba-el-primer-tratamiento-con-edicion-genetica-crispr.html
https://news.un.org/en/story/2023/07/1138962
https://www.rockefellerfoundation.org/blog/the-increasing-burden-of-dengue-fever-in-a-changing-climate/

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.

Academia de Ciencias de Morelos, A.C.

ESTA PUBLICACIÓN FUE REVISADA POR EL COMITÉ EDITORIAL DE LA ACADEMIA DE CIENCIAS DE MORELOS

Para actividades recientes de la academia y artículos anteriores puede consultar: **https://acmor.org/**
¿Comentarios y sugerencias?, ¿Preguntas sobre temas científicos? CONTÁCTANOS: coord.comite.editorial.acmor@gmail.com