

# Los logros científicos y tecnológicos más importantes del 2021

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.

Durante el 2021, presenciamos muchos logros científicos que han cambiado nuestras vidas empezando por aquellos relacionados con el virus SARS-CoV-2 y la enfermedad COVID-19. Sin embargo, durante el año se tuvieron logros importantes en diferentes áreas de la ciencia, de los cuales he realizado una selección de solo algunos de ellos, con la intención de llamar la atención de los lectores hacia otras disciplinas científicas. En esta publicación se mencionan algunos de los logros más interesantes de la ciencia en el 2021, incluyendo el desarrollo de fármacos para el tratamiento de la COVID-19.

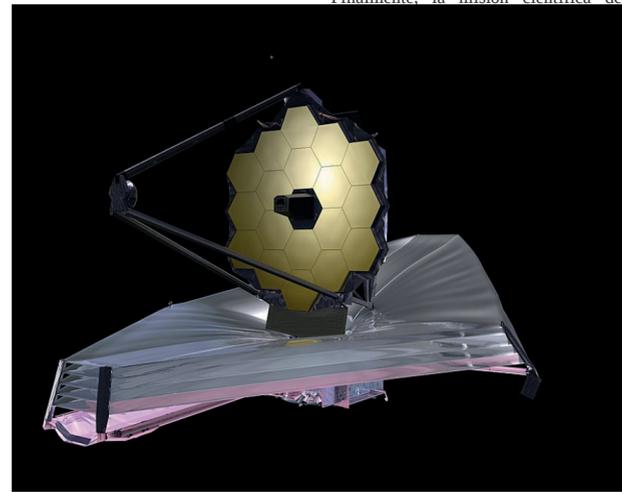
## Expandiendo nuestro conocimiento del universo

El estudio y observación del espacio exterior es posiblemente una de las actividades científicas que más conocimiento y desarrollo tecnológico generan. No solamente por su aplicación en la astronomía, sino también en otras áreas como la física, medicina o incluso nuevas disciplinas como la astrobiología. El 25 de diciembre 2021, se puso en órbita un nuevo telescopio espacial llamado *James Webb*, como resultado de la colaboración entre veinte países, un desarrollo que tomó más de 25 años y tuvo un costo de 10 mil millones de dólares. Este telescopio, que en realidad es un observatorio espacial, tiene como objetivo observar los eventos y objetos más lejanos del universo, como podría ser la formación de estrellas, planetas o incluso una galaxia. Nombrado en honor a *James E. Webb*, quien fuera director de la Administración Nacional de Aeronáutica y el Espacio (NASA por sus siglas en inglés), el telescopio espacial de siguiente generación reemplazará al telescopio Hubble que desde 1990 está en órbita y que ha generado datos que nos han permitido calcular de manera más certera la edad del universo, el cual tal vez tenga unos ocho mil millones de años y no 14 mil millones como se pensaba anteriormente.

El proyecto es liderado principalmente por la NASA, la Agencia Espacial Europea y la Agencia Espacial Canadiense. El telescopio JWST (por el nombre de *James Webb Space Telescope* en inglés) tiene una masa de 6 mil 200 kilogramos, que es aproximadamente la mitad del telescopio espacial Hubble. Sin embargo, su espejo primario (un reflector de berilio recubierto de oro de 6.5 metros de diámetro) tiene un área de recolección

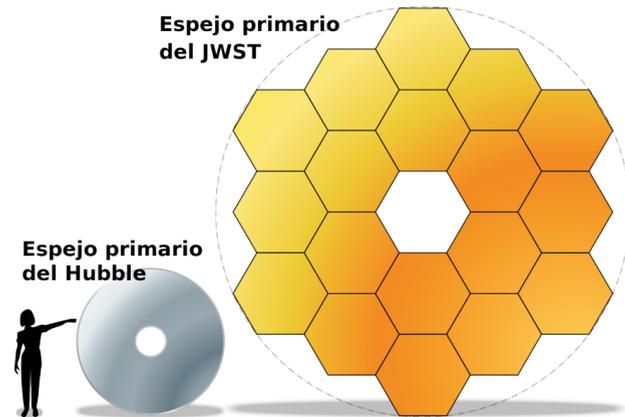
aproximadamente cinco veces mayor al del Hubble. El JWST detecta principalmente luz dentro del espectro del infrarrojo, pero también puede detectar la luz visible naranja y roja, así como también la región del infrarrojo medio, ya que cuenta con diferentes instrumentos que se lo permiten. La razón para utilizar una óptica orientada al infrarrojo es que los objetos fríos como los discos de escombros y los planetas, emiten más fuertemente luz en dicho espectro y esto es difícil de estudiar desde nuestro planeta o por los telescopios espaciales actuales como el Hubble. Los telescopios terrestres tienen que observar atravesando la atmósfera, que es opaca en muchas bandas infrarrojas. Incluso donde la atmósfera es transparente, muchos de los compuestos químicos que son objetivo, como el agua, el dióxido de carbono y el metano, también existen en la atmósfera terrestre, lo que complica enormemente el análisis.

A modo de comparación, el telescopio Hubble orbita a ~550 km sobre la superficie de la Tierra, y la Luna está aproximadamente a ~400 000 km de la Tierra. El JWST orbita aproximadamente a un millón 500 mil kilómetros más allá de la órbita de la Tierra. Esta distancia hace que la reparación o actualización posterior al lanzamiento del hardware del JWST sea prácticamente imposible. Sin embargo, los objetos cercanos a este punto pueden orbitar el Sol en sincronía con la Tierra, lo que permite que el telescopio permanezca a una distancia aproximadamente constante y por lo tanto necesita una barrera solar para bloquear el calor y la luz del Sol y la Tierra. Esta barrera cuya forma se hizo viral en las redes sociales recientemente (Figura 1), mantendrá la temperatura de la nave espacial por debajo de -220 °C, necesaria para las observaciones de infrarrojos.



A)

JWST tiene principalmente cuatro objetivos: 1) encontrar luz de las primeras estrellas y galaxias que se formaron en el universo después del Big Bang; 2) es-



B)

Figura 1. A) Vista superior del telescopio espacial James Webb y B) su barrera solar comparada con la del telescopio Hubble. Imágenes tomadas de [https://es.wikipedia.org/wiki/Telescopio\\_especial\\_James\\_Webb](https://es.wikipedia.org/wiki/Telescopio_especial_James_Webb)

Además de su gran barrera solar (Figura 1B), cuenta con instrumentos como una cámara y un espectroscopio para detectar luz en el espectro de luz infrarroja, así como los instrumentos necesarios para el procesamiento de imágenes en dicha onda. También cuenta con un estabilizador para controlar la orientación general de la nave espacial, así como para conducir el espejo de dirección y así estabilizar las imágenes capturadas. Sin duda, mucha de esta tecnología de estabilización podría ser aplicada en un futuro, en cosas tan sencillas como las cámaras de los celulares u otros dispositivos.

Finalmente, la misión científica del

tudiar la formación y evolución de las galaxias; 3) comprender la formación de estrellas y sistemas solares y 4) estudiar los sistemas planetarios y los orígenes de la vida. Sin duda, este telescopio generará muchos resultados que cambiarán nuestro conocimiento del universo.

## La Inteligencia Artificial para la predicción de estructura de proteínas

Las proteínas son moléculas biológicas que realizan la mayoría de las funciones que existen en la naturaleza. Esas funciones dependen mucho de la estructura tridimensional que adquieren las proteínas. Por lo tanto, conocer su estructura es de vital importancia para conocer su función. Para determinar la estructura o plegamiento de las proteínas, se requiere formar cristales de estas, lo cual necesita de mucho tiempo y esfuerzo. El plegamiento de una proteína (Figura 2) depende de múltiples interacciones moleculares dentro de ella y su entorno, que cambian constantemente durante el proceso de plegado. A pesar de que podemos conocer la secuencia de aminoácidos (estructura primaria), predecir como interaccionarán estos aminoácidos de manera tridimensional es una tarea informática abrumadora. Aun contando con supercomputadoras que pudieran realizar dichos cálculos, se requieren de algoritmos muy eficientes para poder predecir el plegamiento de las proteínas en un tiempo razonable. Gracias a programas de inteligencia artificial como *AlphaFold* y *RoseTTA-Fold*, que aplican herramientas de aprendizaje profundo (o *Deep Learning* en inglés) ahora es posible predecir el plegamiento de cientos de proteínas previamente desconocidas.

*AlphaFold* es un programa desarrollado por *DeepMind* de *Alphabets/Google* que realiza predicciones de estructura de proteínas mediante el sistema de aprendizaje profundo. La primera versión de *AlphaFold*, conocida como *AlphaFold*, obtuvo el primer lugar en la clasificación general de la 13.ª edición de la competición CASP (*Critical Assessment of Techniques for Protein Structure Prediction* por su nombre en inglés) en diciembre de 2018. El programa se destacó particularmente en las predicciones de estructuras para las que no existían modelos previos, consideradas por los organizadores de la competencia como las más difíciles. Sin embargo, *Alpha-*

**Estructura primaria**  
Cadena polipeptídica

**Estructura secundaria**  
Hélices alfa y láminas beta formadas por enlaces de hidrógeno

**Estructura terciaria**  
Configuración tridimensional de las estructuras secundarias de la proteína

**Estructura cuaternaria**  
Complejo compuesto de varios polipéptidos

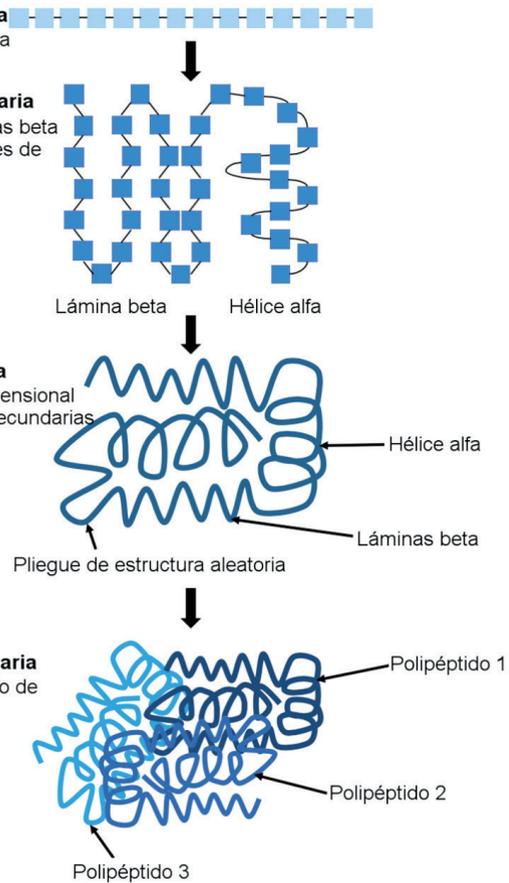


FIGURA 2. NIVELES de plegamiento de las proteínas. La estructura primaria es la secuencia lineal de aminoácidos que conforman las proteínas. La estructura secundaria es un arreglo que puede ser de forma de hélices o láminas. La estructura terciaria es la estructura tridimensional. La estructura cuaternaria es el resultado de combinar varias moléculas de manera modular. Tomada de <https://es.wikipedia.org/wiki/AlphaFold>

*Fold 2*, versión desarrollada en 2020, volvió a ganar la competencia en noviembre de 2020, con predicciones mucho más exactas que las de cualquier otro programa. El 15 de julio de 2021, en la revista *Nature* se publicó un artículo sobre *AlphaFold* junto con software de código libre y una base de datos de búsqueda de proteomas de varias especies (<https://alphafold.ebi.ac.uk/>). Durante casi 50 años, el problema de la predicción de proteínas había sido uno de los mayores retos de la Biología Estructural, pero este nuevo algoritmo representa un gran logro no solo para esta área, sino también para la Medicina y Biotecnología, con un gran potencial para conocer más de ciertas enfermedades o desarrollar nuevos fármacos.

## ADN "antiguo" tomado del suelo revela una nueva especie humana

Investigadores del Instituto Max Planck de Antropología Evolutiva anunció en abril, un hecho científico sin precedentes. Por primera vez, se consiguió extraer ADN mitocondrial y nuclear de una especie Neandertal sin necesidad de huesos fósiles. El material genético se extrajo directamente de los sedimentos de dos cuevas de los montes Altai en

Siberia (Denisova y Chagyrscaya), y de la Galería de las Estatuas de la Cueva Mayor, en Atapuerca. Obtener ADN de muestras ambientales es difícil, pero cuando se trata de ADN antiguo es un reto mayor, ya que el material genético se degrada y corrompe, con lo que muy difícil obtener información de este. Sin embargo, el ADN nuclear obtenido de los lugares mencionados, revivió la identidad genética y el sexo de los humanos que vivieron allí hace unos 80,000 o 113,000 años. Con esto se determinó que estos humanos pertenecen a un nuevo linaje de neandertales, los cuales reempla-



Tomada de <https://www.science.org/content/article/no-bones-no-problem-dna-left-cave-soils-can-reveal-ancient-human-occupants>



Figura 3. Presentaciones comerciales de los antivirales Molnupiravir (Merck) y Paxlovid (Pfizer). Tomadas de: <https://www.newtral.es/paxlovid-pastilla-contra-covid-pfizer-omicron/20211215/>; <https://tec.mx/es/noticias/nacional/salud/las-nuevas-armas-vs-covid-las-opciones-de-tratamientos-orales>

de tal manera que puede ser recuperado y estudiado, con lo que las cuevas se han vuelto una fuente de información muy interesante, pero hasta ahora inexplorada.

## Fármacos para el tratamiento de COVID-19

Definitivamente la pandemia ha sido un motor para la ciencia y es muy difícil no hablar del tema. Si bien el desarrollo de las vacunas en un tiempo récord ha sido uno de los grandes avances de la biotecnología y medicina, el desarrollo de fármacos contra SARS-CoV-2 será el gran reto del 2022. Sin embargo, durante el 2021 se desarrollaron nuevas herramientas para el control de la pandemia: unas potentes píldoras antivirales que previenen los síntomas y la muerte si se toman durante la etapa temprana de la infección. Los fabricantes Pfizer y Merck & Co. anunciaron este otoño los resultados positivos de los ensayos clínicos de sus antivirales (Figura 3). El elaborado por la farmacéutica Merck, llamado *Molnupiravir*, reduce el riesgo de hospitalización o muerte en un 30% en personas de alto riesgo, no vacunadas. El de Pfizer, nombrado *PF-07321332* o *Paxlovid*, reduce la hospitalización en un 89% si se inicia dentro de los tres días posteriores a los síntomas. El Reino Unido aprobó el uso del *Molnupiravir* en el pasado mes de noviembre, y un organismo asesor en Estados Unidos lo ha respaldado casi al mismo tiempo. Los reguladores también están considerando el tratamiento de Pfizer como una opción para uso de emergencia.

A pesar de que los resultados de las fases clínicas de estos fármacos despiertan el optimismo de la gente, aun estamos lejos de tener un tratamiento efectivo para la COVID-19, por lo que dichos medicamentos deben ser recetados por un especialista de la salud y no caer en la automedicación. Su uso depende mucho del diagnóstico y tipo de síntomas, por lo que se deben seguir estudiando la eficacia y efectos secundarios de ambos fármacos. Finalmente, la búsqueda y evaluación de fármacos que puedan complementar a las vacunas para controlar la pandemia, será un gran reto para el 2022, sobre todo ante la aparición de nuevas variantes del virus SARS-CoV-2, como Ómicron.

## Ligas de interés

[https://es.wikipedia.org/wiki/Telescopio\\_especial\\_James\\_Webb](https://es.wikipedia.org/wiki/Telescopio_especial_James_Webb)  
<https://es.wikipedia.org/wiki/AlphaFold>  
<https://www.insidescience.org/news/neanderthal-dna-unearthed-dir>  
<https://www.science.org/content/article/no-bones-no-problem-dna-left-cave-soils-can-reveal-ancient-human-occupants>  
<https://www.bbc.com/mundo/noticias-55524970>  
<https://www.muyinteresante.es/ciencia/fotos/los-avances-cientificos-mas-importantes-del-ano-70164008300/2>  
[https://www.abc.es/ciencia/abc-diez-grandes-descubrimientos-cientificos-2021-segun-science-202112162000\\_noticia.html](https://www.abc.es/ciencia/abc-diez-grandes-descubrimientos-cientificos-2021-segun-science-202112162000_noticia.html)  
<https://www.newtral.es/paxlovid-pastilla-contra-covid-pfizer-omicron/20211215/>  
<https://tec.mx/es/noticias/nacional/salud/las-nuevas-armas-vs-covid-las-opciones-de-tratamientos-orales>

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 debilita sin la participación del Gobierno del Estado.

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: [www.acmor.org.mx](http://www.acmor.org.mx)  
¿Comentarios y sugerencias?, ¿Preguntas sobre temas científicos? CONTÁCTANOS: [editorial@acmor.org.mx](mailto:editorial@acmor.org.mx)