



**Cuba Salud**

IV Convención  
Internacional de Salud  
17-21 de octubre, 2022

## **UNA MIRADA INTEGRADORA A LA ESTRUCTURA BIOMOLECULAR DEL SARS-COV-2 PARA LA EDUCACIÓN MÉDICA.**

Fidel Jesús Moreno Cubela<sup>1</sup>  
Gerardo Salomón Briones<sup>2</sup>  
DrC. Juana María Cubela González<sup>3</sup>  
Lucila Vázquez Gutiérrez<sup>4</sup>

<sup>1</sup> Universidad de Ciencias Médicas de Granma. Facultad de Ciencias Médicas de Manzanillo Celia Sánchez Manduley, Manzanillo, Cuba, fideljmoreno@gmail.com

<sup>2</sup> Universidad de Ciencias Médicas de Granma. Facultad de Ciencias Médicas de Manzanillo Celia Sánchez Manduley, Manzanillo, Cuba, jeralldisroot@gmail.com

*Resumen:* El nuevo coronavirus pertenece a los beta coronavirus; pertenece al subgénero sarbecovirus, subfamilia Orthocoronavirinae.(1) El agente causal de la COVID-19 ha revolucionado Cuba, América y el mundo: ha cambiado la historia de lo conocido sobre los coronavirus, surgiendo como un síndrome con mayor capacidad invasiva y cuyos mecanismos biomoleculares y fisiopatogenia no son del todo conocidos. Este trabajo cuenta con el objetivo de describir la estructura molecular del SARS-CoV-2 a través de las fechas y acontecimientos históricos relacionados con su estudio y exposición a través de recursos biomédicos y artísticos, con el objetivo de ser utilizada como medio de enseñanza para la Educación Médica Superior. El método histórico-lógico permite organizar de manera cronológica los descubrimientos y acontecimientos relativos a un tema. Se presenta como desarrollo el SARS-CoV-2 es un virus envuelto, conteniendo un ARN no segmentado, en sentido positivo. El componente más importante es la glicoproteína espiga (S), la cual tiene la función de unir y fusionar al virus con las células hospedero, y el receptor que recibe es la enzima ECA2, lo que permite la replicación del virus y su alto potencial invasivo. La representación artística del causante de la COVID-19 va desde la más sencilla representación de su cubierta externa con corona, pasando por la creación de melodías y danzas que lo sugieren, hasta complejos modelos 3D de arte digital. Como conclusiones la estructura biomolecular del SARS-CoV-2 discurre por la Historia y el Arte en sus distintas manifestaciones para una mejor comprensión de sus características.

*Palabras clave:* Infecciones por Coronavirus; COVID-19; SARS-CoV-2; Historia; Medicina en las Artes.

## I. INTRODUCCIÓN

El nuevo coronavirus pertenece a los beta coronavirus; pertenece al subgénero sarbecovirus, subfamilia Orthocoronavirinae.(1) El agente causal de la COVID-19 ha revolucionado Cuba, América y el mundo: ha cambiado la historia de lo conocido sobre los coronavirus, surgiendo como un síndrome con mayor capacidad invasiva y cuyos mecanismos biomoleculares y fisiopatogenia no son del todo conocidos.

Conocer cómo funciona el coronavirus SARS-CoV-2 y cuáles son sus similitudes y diferencias respecto a otros coronavirus causantes de enfermedades es la mejor oportunidad para desarrollar tratamientos efectivos para COVID-19 o diseñar vacunas que prevengan la infección. Además, esta información podría resultar de gran utilidad en potenciales futuras pandemias, causadas por coronavirus u otros agentes infecciosos.

El uso de recursos artísticos, por otro lado, es una fuente clave para lograr empatía y modificación del nivel de conocimientos y comportamientos en los seres humanos. Por estas razones se considera de vital importancia el estudio de la estructura biomolecular del Coronavirus desde el arte y la historia.

A su vez, este artículo es una herramienta pedagógica útil para la impartición de contenidos relacionados con el SARS-COV-2 dentro de la educación médica superior en Cuba y distintas latitudes, y lo ha sido dentro de la Universidad de Ciencias Médicas de Granma. Puede usarse como medio didáctico asignaturas como Biología molecular, sangre y sistema inmune, Microbiología y parasitología médicas y como punto de partida para los más diversos debates en asignaturas del ciclo clínico en la carrera de Medicina, por ejemplo.

El objetivo del presente trabajo fue describir la estructura molecular del SARS-CoV-2 a través de las fechas y acontecimientos históricos relacionados con su estudio y exposición a través de recursos biomédicos y artísticos.

## II. MÉTODO

Se realizó una revisión bibliográfica de un total de 34 bibliografías, de las cuales se utilizaron 17 para el contenido tanto en imágenes como de texto del presente artículo, contándose finalmente 10 bibliografías obtenidas de páginas oficiales, blogs, revistas y bases de datos. Se utilizó el método histórico-lógico para organizar de manera cronológica los descubrimientos y acontecimientos relativos a un tema, lo que sin dudas es un potencial impulsor del saber y la conciencia. Se utilizó el método análisis síntesis para condensar y utilizar las informaciones más importantes. Se consultaron citas en español e inglés en el periodo de junio de 2020. Se descartaron artículos que según el criterio de los autores no contaban con la validez científica requerida.

## III. RESULTADOS

A. La llave vírica del SARS-CoV-2 para células humanas.

Se han identificado dos características genómicas notables en el SARS-CoV-2. La primera es la optimización de la unión de su proteína espiga (S) al receptor humano enzima convertidora de angiotensina 2 (ECA2).(1)

Las primeras investigaciones ya habían averiguado que ACE2 era fundamental para el nuevo coronavirus. Sin embargo, los científicos del Instituto de Estudios Avanzados de Westlake en Hangzhou, y la Universidad Tsinghua, de Pekín(5), descubrieron que el patógeno utiliza su proteína vírica que encaja en la ECA2 como una llave en la cerradura.

El SARS-CoV-2 es el producto de una evolución natural, no de una manipulación intencionada. La segunda característica genómica notable del SARS-CoV-2 es la presencia de un sitio de escisión polibásica en la unión de S1 y S2, las dos subunidades de la proteína espiga (S), a través de la inserción de 12 nucleótidos, lo cual posteriormente condujo a la adquisición prevista de tres glucanos unidos a O alrededor del sitio. Esto permite una escisión efectiva por furina y otras proteasas, pudiendo tener un papel en la determinación de la infectividad viral y el rango de hospederos.(1)

### B. Mecanismo de infección

ECA2 forma parte de una ruta bioquímica que interviene en la regulación de procesos como la inflamación o la presión sanguínea y su función habitual es modular la actividad de la angiotensina 2 para contrarrestar sus efectos dañinos. La proteína S está formada por tres unidades idénticas organizadas en forma de círculo que encajan con el receptor ACE-2 como una llave y median la fusión de la cubierta membranosa del virus con la membrana de la célula que está siendo infectada. La activación de la proteína S está mediada la proteasa celular TMPRSS2, que suele localizarse cerca de ACE-2. TMPRSS2 corta la proteína S, lo que activa proteínas de la envoltura viral que favorecen la fusión con la membrana celular. De este modo, los virus entran en la célula rodeados de membrana celular, formando endosomas.(6)

Los estudios en células humanas o células de pacientes indican que SARS-CoV-2 bloquea los genes relacionados con la producción de interferón y activa los que producen las quimiocinas, que inducen el reclutamiento de macrófagos y la inflamación.(6)

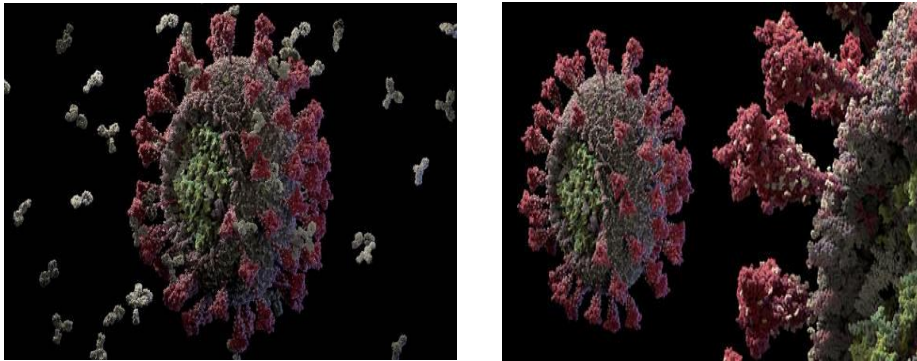
### C. Mapa y mecanismo genético del SARS-CoV-2

El 7 de enero de 2020, como ya se dijo, científicos chinos descubrieron la secuencia genética específica del causante de la enfermedad, descubriendo un virus nuevo.(3) El genoma del virus está formado por una sola cadena de ARN, por lo que se clasifica como ARN monocatenario positivo. Su secuencia genética se aisló a partir de una muestra obtenida de un paciente afectado por neumonía en la ciudad china de Wuhan.(7) Su genoma contiene 29891 nucleótidos que codifican para 9860 aminoácidos.(6)

Se publica entonces en abril de 2020 una noticia de que un equipo del Centro de Investigación de ARN del Instituto de Ciencias Básicas (IBS), de Corea del Sur, dirigido por los profesores Kim V. Narry y Chang Hyeshik, había logrado diseccionar la arquitectura del genoma de ARN del SARS-CoV-2 que proporciona un nuevo mapa genético del coronavirus. En el estudio de estos científicos de Corea del Sur, la mala noticia es que el nuevo coronavirus lleva su misterioso genoma en forma de una molécula de ácido ribonucleico (ARN) muy larga. Sus ARN subgenómicos, al usarse para la síntesis de varias proteínas (picos, envolturas, etc.) que se requieren para el comienzo del linaje del SARS-Cov-2, son para estos investigadores coreanos buenos objetivos para estropear la conquista de nuestro sistema inmune por parte de los nuevos coronavirus. (7)

Narry y Hyshik confirmaron experimentalmente los ARN subgenómicos predichos que, a su vez, se traducen en proteínas virales. Además, analizaron la información de secuencia de cada ARN y revelaron

dónde se encuentran exactamente los genes en un ARN genómico. Los investigadores



también descubrieron que hay docenas de ARN subgenómicos desconocidos, debido a los eventos de fusión y eliminación de ARN. (7)

La parte restante del genoma del virus codifica cuatro proteínas estructurales esenciales, incluida la glicoproteína espiga (S, de su término original en inglés Spike), responsable de la unión y fusión del virus con las membranas celulares; la proteína de membrana (M), responsable del transporte transmembrana de nutrientes, liberación de la partícula viral y eventual formación de su envoltura; las proteínas de nucleocápside (N) y las proteínas de envoltura (E).(1)

Una vez se completa la unión virus a membrana celular, inicia la fusión del virus con esta. Al finalizar la fusión virus/membrana celular, el ARN genómico viral se libera en el citoplasma y se desnuda para permitir la formación de las poliproteínas (pp) 1a y 1ab, la transcripción de los ARNs subgenómicos y replicación del genoma viral. Posteriormente, las glicoproteínas de envoltura recién formadas se insertan en el retículo endoplásmico rugoso o en las membranas de Golgi.(1)

Seguidamente, el ARN mensajero y las proteínas de nucleocápside se combinan para formar los viriones. Las partículas virales recién formadas entonces brotan dentro del compartimento intermedio Retículo Endoplásmico-Golgi (ERGIC, por sus siglas en inglés). De este compartimento, las vesículas que contienen los viriones emergen y migran hacia la membrana plasmática celular con la cual se fusionan, armando así las partículas virales completas. Una vez estructuradas, las partículas virales son liberadas por la célula y proceden a infectar nuevas células, en un ciclo repetitivo que culmina con la recuperación o con la muerte del paciente. (1)

#### D. Modelado 3D con estética artística

La web Xataka quien muestra sin dudas el denominado por los editores del artículo, el modelo 3D detallado del SARS-CoV-2 como no se había obtenido hasta ese entonces. existen una serie de técnicas punteras que nos permiten modelar en tres dimensiones a los virus. Esto se ha convertido en todo un arte durante los últimos años, tal y como demuestra este modelo del SARS-CoV-2.

Para poder modelar al SARS-CoV-2 se consultaron cientos de datos genéticos y decenas de virólogos. El resultado ayuda a comprender mejor cómo funciona el virus, uniendo potencial estético y científico. El modelo muestra a tamaño proporcional cómo la cápside, la cubierta que rodea el material genético del virus, está asaeteada por las glicoproteínas en punta. Además, se muestran el material genético en forma de ARN. Estos modelos de partículas se cuentan entre los más precisos y útiles, ya que permiten prever las regiones activas y posibles dianas terapéuticas.(8)

Imagen 1 y 2. Modelo detallado de las diversas partículas virales Fuente: Xataka.com<sup>(8)</sup>

### E. Proteínas virales y ARN en melodías, rap y lenguaje corpóreo.

El equipo del Instituto de Tecnología de Massachussets de Estados Unidos, logró la composición de una melodía, que, en términos de lenguaje musical, imita la estructura del SARS-CoV-2. Esta pieza armoniosa fue utilizada por un bailarín en Hungría para instaurar una coreografía que materializó en gestos de ballet clásico la composición del nuevo Coronavirus. En el Día Mundial de la Danza, el virtuoso creador zapateó su obra en la Plaza Central de Budapest, e invitó a otros artistas a darles su propia interpretación a la mezcla de Música y expresión corporal. (9)

Imagen 3. Danza y SARS-COV-2. Fuente: Cable News Network (9)

### F. Arte científico en la web y la socia media

En las distintas redes sociales por otro lado, artistas y aficionados apuestan por conocer más y darle rienda suelta a su creatividad mediante la creación y diseño de la estructura biomolecular del SARS-CoV-2 en papel, plásticos y disímiles materiales. La popular red Pinterest, es el escenario de muchas de estas creaciones. La imagen Virus-Maqueta, publicada por el usuario Nancy Lázaro, y Virus Model Project, de nmccutchan.blogspot.com se cuentan entre estas.



Imagen 4. Maquetas de la estructura BIO molecular del virus.

Fuente: <https://www.pinterest.co.kr/pin/634163191265565575/>

¿Y qué decir de los comics cubanos, satíricos y originales en su forma? Esos cómics que además de arte, tienen el marcado carácter dialéctico-materialista y científico que caracterizan a un pueblo socialista. El portal Cubadebate regaló de parte de ediciones LEMA la imagen de un SARS-CoV-2(10) macroscópico y con ciertas facciones antropomórficas logradas con la vinculación entre el verde olivo, machetes y proteínas Espiga sugerentes.

Imagen 5. Cómics Cubanos. Fuente: Cubadebate(10)

La fundación iO, una organización científica, de naturaleza fundacional, independiente, sin ánimo de lucro, que nace con vocación de servicio, de ser útil a la sociedad, dedicada al estudio y control de las enfermedades infecciosas en el mundo, zoonosis emergentes y medicina tropical y del viajero, muestra

un creativo diseño en el cual muestra un SARS-CoV-2 colorido, sin material genético que pueda infectar, con una nucleocápside vacía y expulsando corazones.

“Colorea y mándala a las redes sociales” fue el reto de dicha organización. La típica cubierta con forma de corona del virus, sin material genético, llena de colores y expulsando corazones, es un claro mensaje de fe y esperanza en un futuro donde las barreras médicas, artísticas y científicas de la humanidad logren frenar a la COVID-19.

Imagen 6. Concurso de la esperanza. Tomado de: <https://fundacionio.com/salud-io/enfermedades/virus/coronavirus/coronavirus-wuhan-ncov/>

#### IV. CONCLUSIONES

A lo largo de la historia del nuevo Coronavirus, científicos, médicos y artistas han puesto su mirada en la estructura molecular del mismo. El SARS-CoV-2 es descrito como un beta coronavirus envuelto, conteniendo un ARN de cadena sencilla, no segmentado, en sentido positivo. El componente más importante es la glicoproteína espiga (S), la cual tiene la función de unir y fusionar al virus con las células hospedero, y el receptor que recibe es la enzima ECA2, lo que permite la replicación del virus y su alto potencial invasivo. La representación artística del causante de la COVID-19 va desde la más sencilla representación de su cubierta externa con corona, pasando por la creación de melodías y danzas que lo sugieren, hasta el más complejo modelado 3D de arte digital. La educación médica superior puede nutrirse del arte la historia y las ciencias básicas biomédicas para comprender la estructura biomolecular del sarscov 2 en tiempos donde su prevención y control es imprescindible.

#### REFERENCIAS

1. Oliva Marín J. SARS-CoV-2: origen, estructura, replicación y patogénesis. Alerta, Revista científica del Instituto Nacional de Salud. 2020. 3(2):79-86.
2. Oncubanews[Internet] Especial sobre la COVID-19. Cuba: Fuego Entrerprises. 2020[citado 20 May 2022]; [aprox. 10 pantallas]. Disponible en: <https://www.oncubanews.com>
3. Leon Castellón R, Bender del Busto JE, Velázquez Pérez LC. Afectación del sistema nervioso por la COVID-19. Anales de la Academia de Ciencias de Cuba [Internet]; 2020[citado 16 May 2020]; 10(2): especial COVID-19 [aprox. 11 pantallas]. Disponible en: <http://www.revistaccuba.cu/index.php/revacc/article/download/760/796>



4. Pulido S. El SARS-CoV-2 utiliza una llave vírica para introducirse en las células humanas. Gaceta Médica [Internet]. Jueves 5 Mar 2020[citado 20 May 2022]; España. Disponible en: <https://gacetamedica.com/investigacion/el-covid-19-utiliza-una-llave-virica-para-introducirse-en-las-celulas-humanas/>
5. Tolosa A. Coronavirus Sars-CoV-2: estructura, mecanismo de infección y células afectadas. 18 May 2020[citado 20 Jun 2020]. En: Genética Médica News [Internet]. España: Genotipia; c2014-2020 [aprox. 15 pantallas] Disponible en: [https://genotipia.com/genetica\\_medica\\_news/coronavirus-estructura-infeccion-celulas/](https://genotipia.com/genetica_medica_news/coronavirus-estructura-infeccion-celulas/)
6. Zhou, Peng; Yang, Xing-Lou; Wang, Xian-Guang; Hu, Ben; Zhang, Lei; Zhang, Wei; Si, Hao-Rui; et al. Discovery of a novel coronavirus associated with the recent pneumonia outbreak in humans and its potential bat origin. Nature [Internet]. 2020[citado 20 May 2022]; 579:270-273. Disponible en: <https://doi.org/10.1038/s41586-020-2012-7>
7. Biotech magazine&news [Internet]. España: Cariotipo 045. 2020[citado 20 May 2022]. Fernández Rúa JM. Nuevo mapa genético del SARS-CoV-2. Disponible en: <https://biotechmagazineandnews.com/nuevo-mapa-genetico-del-sars-cov-2/>
8. Xataka[Internet]El virus SARS-CoV-2 como nunca antes lo habíamos visto: este es el modelo 3D más detallado hasta ahora. Santiago Campillo. 2020[actualizado 14 May 2020, citado 20 May 2022] [aprox. 10 pantallas]. Disponible en: <https://www.xataka.com/medicina-y-salud/virus-sars-cov-2-como-nunca-antes-habiamos-visto-este-modelo-3d-detallado-obtenido-ahora>
9. CNN(Internet) Cable News Network. 2020. Un bailarín danza con la melodía del coronavirus. [aprox. 1 pantalla] Disponible en: <https://cnnespanol.cnn.com/video/bailarin-clasico-budapest-mascarilla-coronavirus-composicion-molecular-covid-19-dia-mundial-danza-encuentro-cnne/>
10. Cubadebate[Internet] ¿De verdad creíste que habías venido para quedarte? Cuba: Gráficas LEMA. 2020[citado 20 May 2022] Disponible en: <https://www.cubadebate.cu/de-verdad-creiste-que-habias-venido-para-quedarte>