



## ¡Rompamos la cadena de contagios!

Los virus que nos habitan  
Epidemias: Impredecibles, enojosas y temibles. Una mirada desde la historia  
Zoonosis: Un riesgo mortal  
COVID-19 y cambio climático global  
¿un respiro para nuestro planeta?  
SOS pandemia mundial. Y ahora  
¿cómo me cuido del nuevo coronavirus?

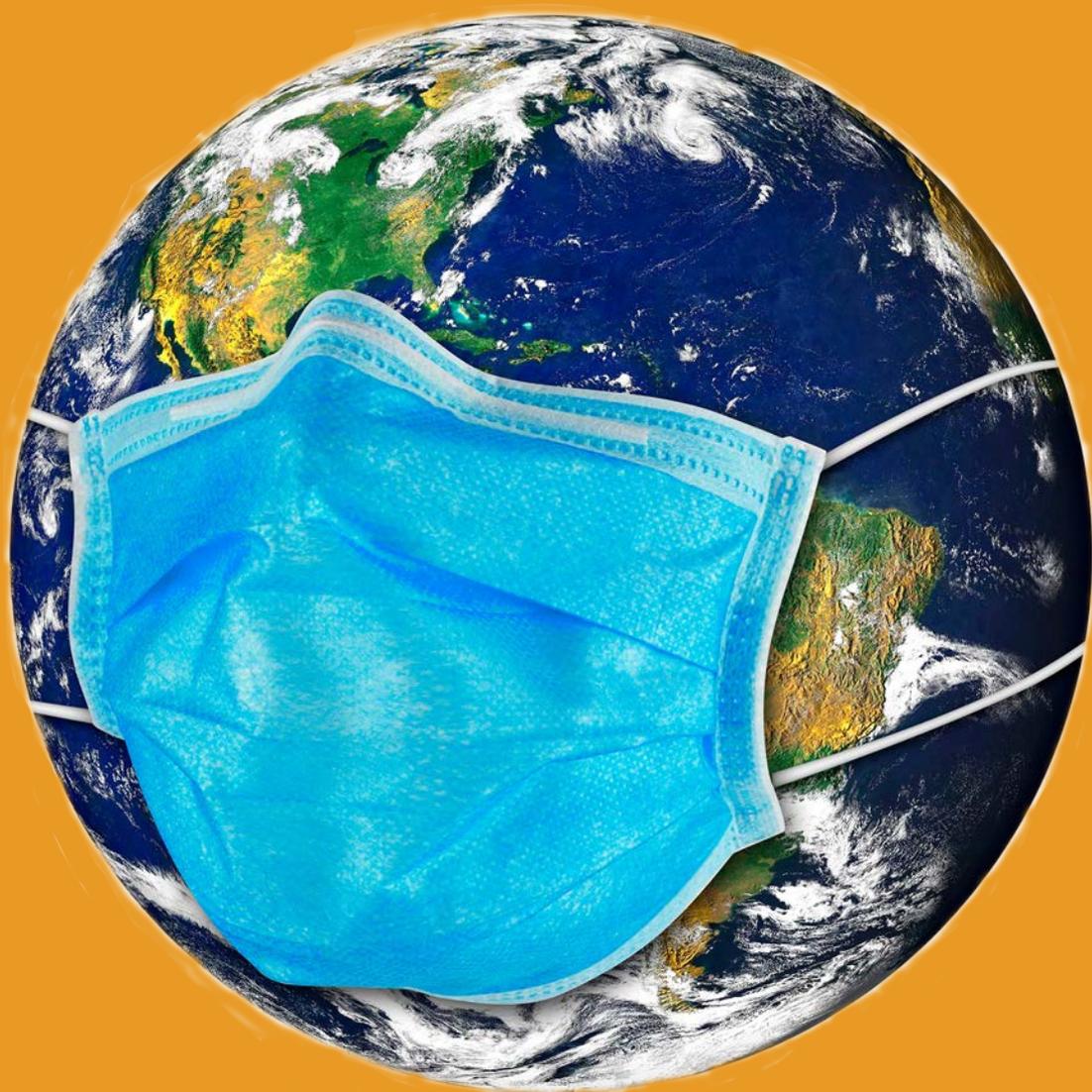
Medicamentos y productos milagro para el COVID-19: Lo que debemos saber  
Cubre bocas: Trampas de coronavirus  
La respuesta inmune en COVID-19 ¿amiga o enemiga?  
La carrera de las vacunas contra el COVID-19. La vacuna de Oxford  
Plantas con actividad antiviral ¿contra el COVID-19?  
COVID-19, Lo que los mexicanos percibimos de esta enfermedad

Año 9 / No. especial COVID-19/ 2020  
Morelia, Michoacán, México  
U.M.S.N.H.



UNIVERSIDAD MICHOACANA  
DE SAN NICOLÁS DE HIDALGO  
*Cuna de héroes, crisol de pensadores*  
ISSN-2007-7041

# CONTENIDO



## ARTÍCULOS

Los virus que nos habitan	11
Epidemias: Impredecibles, enojosas y temibles. Una mirada desde la historia	15
Zoonosis: Un riesgo mortal	20
COVID-19 y cambio climático global ¿un respiro para nuestro planeta?	24
SOS Pandemia mundial. Y ahora ¿cómo me cuido del nuevo coronavirus?	29
Medicamentos y productos milagro para COVID-19: Lo que debemos saber	34
Cubrebocas: Trampas de coronavirus	39
La respuesta inmune en COVID-19 ¿amiga o enemiga?	44
La carrera de las vacunas contra el COVID-19. La vacuna de Oxford	49
Plantas con actividad antiviral ¿contra el COVID-19?	53
COVID-19, Lo que los mexicanos percibimos de esta enfermedad	58



15



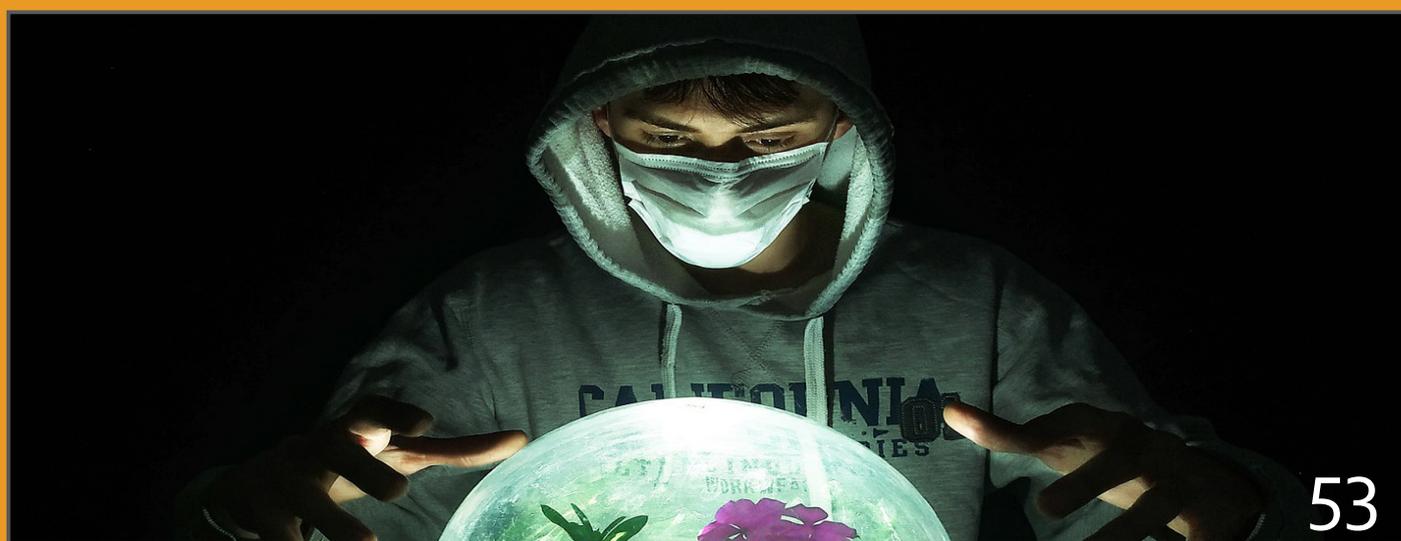
20



29



39



53

### ENTÉRATE

La viralización de la divulgación científica en pandemia 6

Contribución de la Universidad Michoacana en el diagnóstico del COVID-19 9

### TECNOLOGÍA

Pruebas de diagnóstico en el COVID-19 64

### UNA PROBADA DE CIENCIA

Zona caliente 69

### CIENCIA EN POCAS PALABRAS

Brotos, epidemias y pandemias 72

### LA CIENCIA EN EL CINE

Contagio 75

# DIRECTORIO



## Rector

Dr. Raúl Cárdenas Navarro

## Secretario General

Mtro. Pedro Mata Vázquez

## Secretario Académico

Dr. Orépani García Rodríguez

## Secretaria Administrativa

ME en MF Silvia Hernández Capi

## Secretario de Difusión Cultural

Dr. Héctor Pérez Pintor

## Secretario Auxiliar

Dr. Juan Carlos Gómez Revuelta

## Abogado General

Lic. Luis Fernando Rodríguez Vera

## Tesorero

Dr. Rodrigo Gómez Monge

## Coordinador de la Investigación Científica

Dr. Marco Antonio Landavazo Arias

SABER MÁS REVISTA DE DIVULGACIÓN DE LA UNIVERSIDAD MICHOACANA DE SAN NICOLÁS DE HIDALGO, Año 9, Número especial COVID-19, septiembre, es una Publicación bimestral editada por la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo a través de la Coordinación de la Investigación Científica, Av. Francisco J. Mújica, s/n, Ciudad Universitaria, C.P. 58030, Tel. y Fax (443) 316 74 36, www.sabermas.umich.mx, sabermasumich@gmail.com. Editor: Horacio Cano Camacho. Reserva de Derechos al Uso Exclusivo No. 04-2013-072913143400-203, ISSN: 2007-7041, ambos otorgados por el Instituto Nacional del Derecho de Autor. Responsable de la última actualización de este Número, Departamento de Informática de la Coordinación de la Investigación Científica, C.P. Hugo César Guzmán Rivera, Av. Francisco J. Mújica, s/n, Ciudad Universitaria, C.P. 58030, Tel. y Fax (443) 316-7436, fecha de última modificación, 10 de septiembre de 2020.

Las opiniones expresadas por los autores no necesariamente reflejan la postura del editor de la publicación. Esta revista puede ser reproducida con fines no lucrativos, siempre y cuando se cite la fuente completa y su dirección electrónica. De otra forma requiere permiso previo por escrito de la institución y del autor.



## Director

Dr. Rafael Salgado Garciglia  
Instituto de Investigaciones Químico-Biológicas,  
Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo,  
Morelia, Michoacán. México.

## Editor

Dr. Horacio Cano Camacho  
Centro Multidisciplinario de Estudios en Biotecnología,  
Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo,  
Morelia, Michoacán. México.

## Comité Editorial

Dr. Marco Antonio Landavazo Arias  
Instituto de Investigaciones Históricas, Universidad  
Michoacana de San Nicolás de Hidalgo, Morelia,  
Michoacán. México.

Dr. Cederik León de León Acuña  
Dirección de Tecnologías de la Información y  
Comunicación, Universidad Michoacana de San  
Nicolás de Hidalgo, Morelia, Michoacán. México.

Dra. Ek del Val de Gortari  
IIES-Universidad Nacional Autónoma de México,  
Campus Morelia.

M.C. Ana Claudia Nepote González  
ENES-Universidad Nacional Autónoma de México,  
Campus Morelia.

Dr. Luis Manuel Villaseñor Cendejas  
Dirección de Investigación, Universidad de Morelia,  
Morelia, Michoacán. México

Dr. Juan Carlos Arteaga Velázquez  
Instituto de Física y Matemáticas, Universidad  
Michoacana de San Nicolás de Hidalgo, Morelia,  
Michoacán. México.

## Diseño y Edición

T.D.G. Maby Elizabeth Sosa Pineda  
M en C Miguel Gerardo Ochoa Tovar  
C.P. Hugo César Guzmán Rivera

## Administrador de Sitio Web

C.P. Hugo César Guzmán Rivera

## Saber Más Media

M en C Miguel Gerardo Ochoa Tovar

# EDITORIAL

**S**eguimos en la contingencia sanitaria. Nadie de nosotros hubiera imaginado el escenario que ahora se nos presenta. La experiencia más cercana que tenemos es la pandemia de influenza AH1N1 del 2009, también un virus respiratorio. En esa ocasión nos tuvimos que recluir en casa tres semanas y ya de entrada fue complicado y generó daños muy serios a la economía. Pero la de ahora lleva más de cinco meses y no hay claridad de cuando pueda pasar mientras no tengamos una vacuna efectiva y/o medicamentos adecuados.

Lograr un equilibrio entre la protección de la economía y el distanciamiento social luego de tanto tiempo de una actividad disminuida o interrumpida en tantas áreas de la económica, la salud o la vida social, es complejo. Sin embargo, ante la carencia de las ansiadas vacunas y medicamentos, es la acción social lo único que puede protegernos y ayudar a amortiguar los efectos más dañinos de la enfermedad en la salud de los ciudadanos.

Y aparentemente esa acción colectiva no está ocurriendo como es deseable. Tanto en Europa, como en el resto del mundo, se puede dar cuenta de rebrotes y una disminución excesivamente lenta de la pandemia, en especial esto último se observa en nuestro país, incluso en algunas regiones, como Michoacán, desde donde escribimos, hay indicios de un crecimiento importante de casos.

Es complejo conocer las causas del tal comportamiento, ya habrá espacio más adelante para el análisis objetivo. Sin embargo, en el comportamiento social, hay reportes constantes de que gran

parte de la ciudadanía no está tomando con la debida seriedad las medidas de protección: bares y espacios públicos llenos de personas, fiestas en las casas, incluso en salones y mucha gente en el espacio público sin tomar las medidas indispensables.

Como lo comentaba, es complejo entender este comportamiento, pero pensamos que parte de este se puede deber a una comprensión muy endeble de la situación sanitaria y dificultades para comunicar lo que está pasando y lo que debemos hacer. En este sentido, en *Saber Más*, revista de divulgación de la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo, decidimos preparar un número especial sobre la enfermedad, con información básica preparada por expertos y contada en términos de divulgación y comunicación pública de la ciencia, con el objetivo de proporcionar a nuestros lectores, de los elementos mínimos para contextualizar lo que esta crisis significa y la manera en que podemos contribuir a aminorarla.

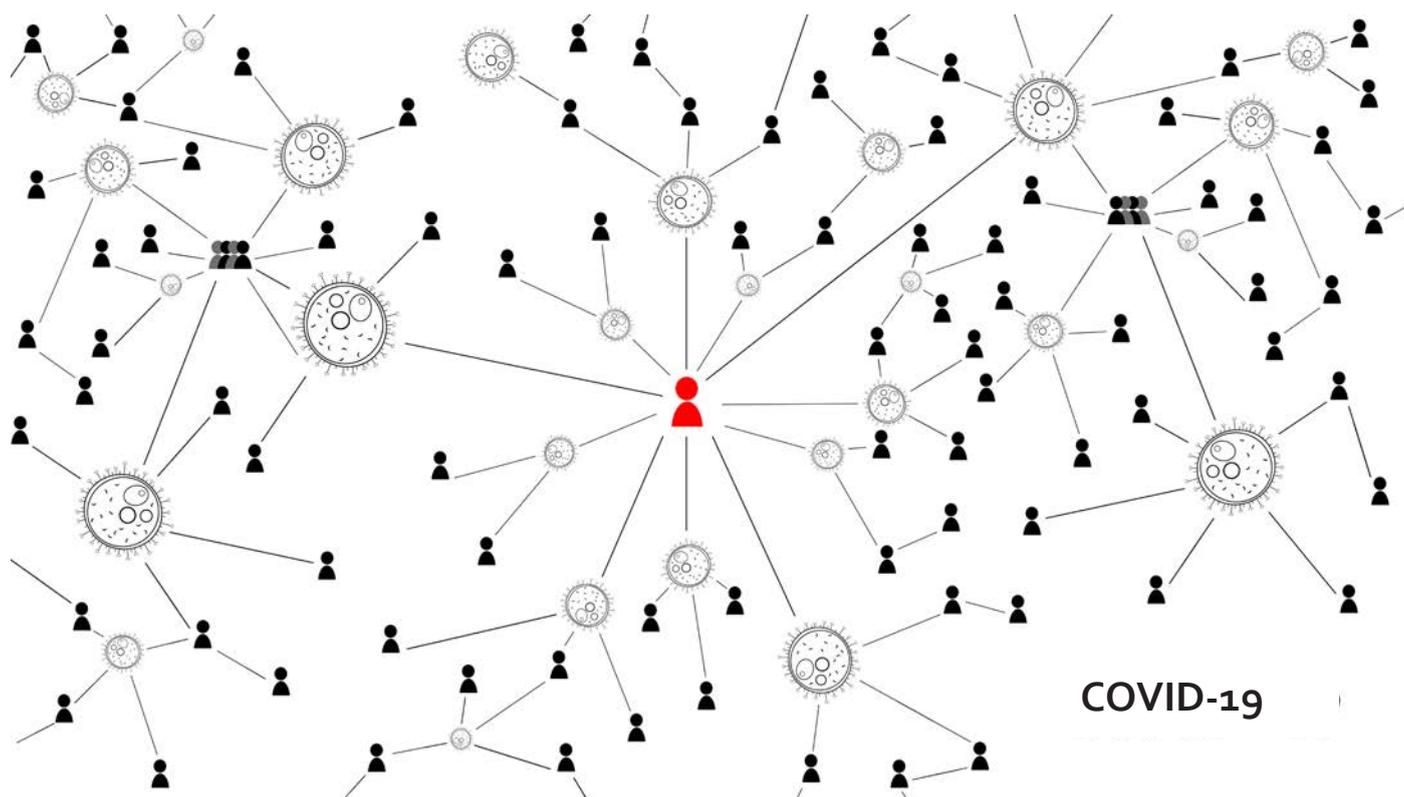
Es una forma de aportar, junto con otras acciones que está emprendiendo nuestra Universidad, sobre todo dirigiéndose a nuestra comunidad, para formar un frente de lucha contra el COVID-19 desde la acción ciudadana y que los universitarios y nuestros lectores, tengan los elementos para convertirse en promotores de las buenas prácticas ciudadanas. Esperamos estarlo haciendo bien...

Dr. Horacio Cano Camacho  
Editor



# ENTÉRATE

## La viralización de la divulgación científica en pandemia



### *El compromiso con la divulgación científica de la comunidad académica en México a través de sus portales de internet*

La pandemia por COVID-19 trajo importantes cambios radicales y desafíos para la comunidad científica, para los universitarios y desde luego para los comunicadores y periodistas de ciencia. El primer reto era diseñar, organizar y mantener una estrategia de comunicación actualizada y veraz sobre la enfermedad. El segundo fue comunicar conocimiento casi al mismo tiempo en el que este se generaba, como consecuencia, había una gran incertidumbre y desde luego diversas controversias, contradicciones entre los especialistas y algunos errores, porque como bien señala el Dr. Ruy Pérez-Tamayo, la ciencia es una actividad humana y como tal refleja las fortalezas y debilidades de quienes participan de ella. Por otro lado, las noticias falsas y las creencias no fundamentadas en ciencia, circulaban con gran velocidad entre la po-

blación, casi tan rápido como los nuevos contagios. La baja cultura digital ciudadana, las redes sociales y el WhatsApp facilitaron la socialización de información no verificada que generó controversias y disputas entre familias y amigos. Ante este panorama diversos grupos de investigación y universidades se dieron a la tarea de emprender proyectos de comunicación pública de la ciencia relacionados con la comunicación sobre la pandemia. Este texto presenta seis portales de internet, algunos de ellos aún vigentes y otros tuvieron un papel muy importante en los primeros cuatro meses de la pandemia en México.

### **COVID-19 la Ciencia responde**

Fue probablemente el primer portal en internet público creado por un reconocido grupo de académicos liderado por el doctor Antonio Lazcano Araujo, responsable del Laboratorio de Origen de la Vida de la Facultad de Ciencias de la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM). Los inte-

grantes de esta iniciativa dedican su vida al estudio de virus, bacterias y organismos diminutos que ayuden a explicar el origen de la vida en nuestro planeta. De entrada, el portal presenta la relación estrecha entre arte y ciencia. Se aprecia una fotografía de uno de los murales que Diego Rivera pintó en 1951 titulado "El agua, origen de la vida". Una obra muy especial basada en la teoría del origen de la vida del bioquímico Alexander Oparin. La página web aclara tres preguntas centrales desde el inicio ¿qué es un virus? ¿qué es un coronavirus? y ¿qué es la COVID-19? También ofrece una introducción al estudio de los virus y divide la información en tres edades específicas para sus posibles públicos: virología para niñas y niños, virología para bachillerato y virología para todos. Entre los recursos que está página resguarda hay infografías que ilustran el adecuado uso del cubrebocas y contiene ligas a otras noticias relacionadas con el COVID-19 de interés público. Sitio web: <https://origendelavida-ciencias.org/>

### **Comisión Universitaria para la Atención de la Emergencia Coronavirus (UNAM)**

El 30 de enero de 2020 la UNAM crea la Comisión para la Atención de la Emergencia de Coronavirus de la UNAM integrada por 14 universitarios especialistas en diversas áreas del sector salud. La coordinación general de dicha comisión está a cargo del doctor Samuel Ponce de León, titular del Programa Universitario de Investigación en Salud Pública. La página registró al 28 de agosto del 2020 un total de 585,738 casos en México y 63,146 muertes por COVID-19. Además de llevar la numeralia de la pandemia, la página web tiene secciones relacionadas con salud, academia, noticias, herramientas y material de difusión. En esta última sección se encuentran carteles con infografías claras de interés público. Destaca también la sección de herramientas que alberga el Centro de Información geográfica de la UNAM sobre COVID-19, un cuestionario para detectar riesgos a la salud mental y el acceso a una aplicación para teléfonos móviles sobre el Coronavirus. En su sección Academia, los internautas encuentran noticias vinculadas a la comunidad universitaria y su relación e investigaciones sobre la pandemia. Sitio web: <https://covid19comisionunam.unamglobal.com/>

### **Ciencia y Coronavirus**

El Foro Consultivo Científico y Tecnológico, A.C., bajo la dirección de la doctora Julia Tagüeña,

colocó este portal el 4 de abril de 2020 enfocado a intentar que la contingencia sanitaria dejara de ser una incógnita. El portal contempla ocho grandes secciones que reúne información confiable producida por los mejores científicos mexicanos y del resto del mundo. Una de las secciones se enfoca a la enorme tarea de tumbar mitos y rumores publicados principalmente en redes sociales. La sección "Peques" ofrece actividades científicas y educativas para que las niñas y niños pasaran una cuarentena interesante y divertida. En las secciones culturales cuenta con una colección de memes y acceso a conciertos de música en internet, como la sección "Conversaciones". Según las estimaciones del Foro Consultivo, la página tuvo aproximadamente 400 visitas por día en 54 días. El 86.6% de quienes consultaron la página eran mexicanos, mientras que el resto eran ciudadanos de Estados Unidos, Perú, Colombia, España, Chile, Argentina, Ecuador y Bolivia. Transmitieron en vivo 23 conversaciones con científicas y científicos cuyos videos aún están disponibles en el canal de Youtube del Foro Consultivo. Sitio web: <https://foroconsultivo.org.mx/ciencia-y-el-coronavirus/>

### **El Colegio de la Frontera Norte: Región norte de México y COVID-19**

En un tono más académico, El Colegio de la Frontera Norte creó un micrositio para reunir artículos de investigación, reportes de proyectos, informes, notas de prensa y algunos documentos de divulgación relativos a la región norte de México y la pandemia COVID-19.

Los contenidos presentan un enfoque social y multidisciplinario, los temas que abordan se relacionan con la situación que viven los migrantes y jornaleros; con el impacto económico del COVID-19 en México y con algunas tecnologías desarrolladas contra el virus, por mencionar algunos temas. El Observatorio de Coyuntura de la Economía Fronteriza desarrolló un mapa de casos de COVID-19 que presenta cifras oficiales y muestra la dinámica de la evolución de la enfermedad en esta importante región del país. <https://www.colef.mx/covid19/>

### **Estornuda.me**

Este portal se mantiene gracias al compromiso y trabajo de un equipo de personas apasionadas por la ciencia que se han planteado la misión de hacer del conocimiento científico algo accesible para todas las personas. De acuerdo con la información de su página web, el proyecto surge de la

necesidad de compartir información confiable sobre la pandemia para ayudar a las personas a tomar mejores decisiones. Para lo cual cuentan con asesoría de expertas en distintas áreas de microbiología, evolución, bioética, antropología, ciencia de datos, comunicación, mercadotecnia, ilustración y diseño. La página está orientada a cubrir temas y responder inquietudes relacionadas con la ciencia del COVID-19. Los interesados pueden suscribirse a una *newsletter* para recibir las actualizaciones del mismo sitio. Entre sus secciones está un podcast conformado hasta ahora por 20 episodios. Estos audios son conversaciones que el equipo realiza con expertos de distintas áreas de la ciencia y la salud y con testimonios que tienen una buena experiencia que compartir relacionada con la pandemia. Cada capítulo puede durar entre 18 y 40 minutos aproximadamente, a excepción del capítulo en el que participa José Luis, un ciudadano español que trabaja en una institución educativa quien narró su experiencia como enfermo – y recuperado – de COVID-19, este capítulo dura una hora. Detrás de la sección de noticias, el equipo de Estornuda.me tiene un equipo de curación editorial que selecciona las noticias destacadas sobre ciencia y salud relacionada con la COVID-19 publicada principalmente en medios extranjeros y especializados como la revista Science, las noticias de la Organización de las Naciones Unidas, EuropaPress, NewYork Times, Nature, The Lancet o The Scientist, por mencionar algunas. Probablemente este sea el único sitio de los seis que se revisaron, que incluye una sección llamada “Medicamentos” en la que se aclara que todavía no hay un tratamiento certero para curar la pandemia y que la información presentada es de referencia, no sustituye a una consulta médica. Sin embargo, ofrece un catálogo de medicamentos que se emplean como apoyo para tratar los síntomas y la enfermedad en alguna de sus etapas. Claramente se señala el tipo de tratamiento al que contribuye cada medicamento, dispositivo o remedio casero, que se han empleado para tratar el COVID-19, se señalan algunos efectos secundarios graves y hasta letales que pudieran tener si se emplean. El equipo de Estornuda.me mantiene actualizada esta fuente de referencia. <https://www.estornuda.me/>

### Tiempos de Pandemia

Ninguna comunidad académica y educativa se ha quedado indiferente a la contingencia derivada por el SARS-CoV2. La Coordinación de la In-

vestigación Científica de la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo creó un blog digital para compartir las reflexiones que integrantes de la comunidad nicolaita tienen sobre la pandemia. El blog destaca las iniciativas y aportes a la sociedad que la Universidad Michoacana ha realizado desde sus institutos y facultades. En este sentido, el contenido del blog se relaciona con modelos matemáticos para predecir la evolución de la población afectada, la elaboración y uso de gel antibacterial, la producción de caretas protectoras, el diseño de un respirador artificial, la disposición de equipo para diagnósticos por medio de la prueba PCR, cuyas siglas en inglés significan Reacción en Cadena de la Polimerasa; y la puesta en marcha del equipo de trabajo para el desarrollo de una vacuna. Una de las secciones que dan identidad al blog es la de las voces que mujeres nicolaitas comparten desde el confinamiento. Las reflexiones de las universitarias parten desde la ciencia, la tecnología, las artes y las humanidades. En los textos, las mujeres expresan sus propias experiencias, interpretaciones, visiones e imaginarios para tratar de entender los tiempos de pandemia que vivimos. Los catorce testimonios y reflexiones que presenta cada una de las nicolaitas es como una ventana abierta a través de la que nos permite conocer las condiciones de confinamiento, pero a la vez, de trabajo, reflexión y creación que vive cada una de ellas desde su contexto individual y familiar. De esta manera, la Universidad Michoacana también responde a la necesidad de reconocer las condiciones que la COVID-19 ha impuesto a las mujeres que trabajan en instituciones de educación superior. Con esto, los Tiempos de Pandemia pasan y facilitan la transversalización de la perspectiva de género tan necesaria en la educación superior actual en México. <https://cic.umich.mx/coronavirus/>

*Ana Claudia Nepote*

Escuela Nacional de Estudios Superiores Unidad Morelia,  
UNAM y Red Mexicana de Periodistas de Ciencia A.C.

[nepote@enesmorelia.unam.mx](mailto:nepote@enesmorelia.unam.mx)

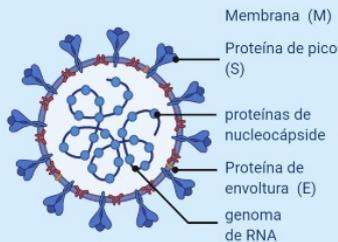
# ENTÉRATE

## Contribución de la Universidad Michoacana en el diagnóstico del COVID-19

### COVID-19

Sensores electroquímicos para la detección de anticuerpos y virus

#### SARS-CoV-2



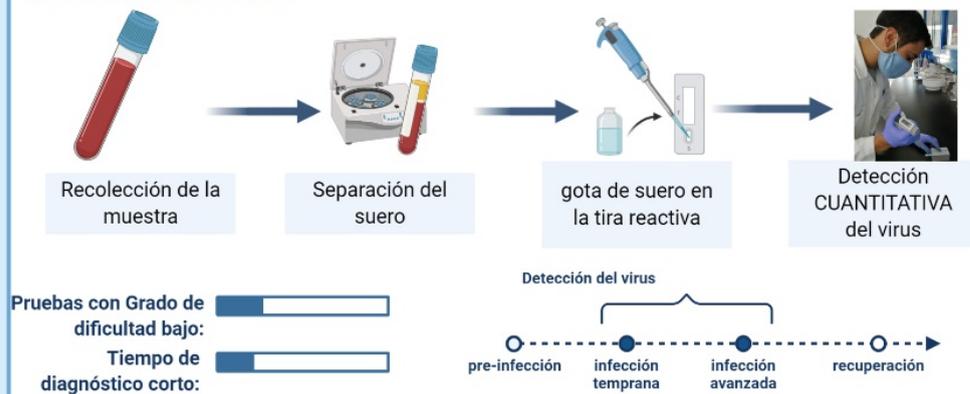
#### Síntomas:



#### Prueba serológica para detección de anticuerpos



#### Prueba serológica de detección del virus



El incremento en el número de personas infectadas por el virus SARS-CoV-2 a nivel nacional demanda acciones para el desarrollo e implementación de métodos de diagnóstico rápidos, accesibles y económicos. Particularmente, un método que permita la identificación de personas que están o estuvieron expuestas al virus. Idealmente las pruebas diagnósticas se deben realizar directamente en el sitio donde se presentan los casos, esto ayuda a la toma de decisiones basada en evidencia para plantear estrategias de control. Esta problemática nos motivó a desarrollar nuevas formas de diagnóstico móviles, rápidas y confiables, que no requieran de personal altamente capacitado para su elaboración. Con el afán de contribuir en este tema, se ha conformado un nutrido grupo de trabajo en el que participan investigadores y estudiantes de pregrado y posgrado de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia de la UMSNH y el Centro de Investigación y Desarrollo Tecnológico en Electroquímica S.C. (CIDETEQ), lo cual ha hecho posible la preparación de biosensores de alta sensibilidad y especificidad. Dicho desarrollo tecnológico está basado en la experiencia previa en la elaboración de

biosensores para la detección de anticuerpos contra un virus respiratorio que afecta cerdos, lo cual facilitó la implementación del método de diagnóstico para el virus SARS-CoV-2. El fundamento de la prueba es el reconocimiento antígeno/anticuerpo para la cuantificación de anticuerpos en respuesta a la infección viral, en otro caso se busca identificar la interacción anticuerpo/virus para la posterior cuantificación del virus en el individuo. Los biosensores para diagnóstico de la COVID-19, permitirán aportar elementos para afrontar la problemática de la pandemia actual, esto a través de la transferencia de conocimiento a la Secretaría de Salud y/o a entidades que lo requieran. La validación del método con fines de comercialización se llevará a cabo por un tercero autorizado. Este proyecto ofrece un desarrollo que puede resolver las necesidades de diagnóstico ambulantes, en lugares sin equipamiento de laboratorio, *in situ*, en lugares con alto riesgo de infección. Unir esfuerzos de la comunidad universitaria con otros grupos de investigación permitirá obtener un producto con base tecnológica de alta calidad, asequible, útil en el seguimiento epidemiológico de enfermedades emergentes como la COVID-19.

# ¿Por qué utilizar cubrebocas en espacios cerrados?

Podemos diseminar nuestras gotículas hasta un metro de distancia al hablar y 4 metros al estornudar

**Núcleos goticulares o aerosoles.** Tienen un diámetro inferior a 5 micrómetros. Los secretamos al exhalar o al hablar. Pueden permanecer en el aire durante varios minutos, incluso horas en lugares con poca ventilación

**Gotículas respiratorias.** Tienen un diámetro de 5 a 10 micrómetros. Las secretamos al toser, estornudar, hablar o cantar. Estas caen rápidamente al piso o hacia las superficies

Una de las principales vías de contagio del virus SARS-CoV-2 es a través de las gotículas respiratorias contaminadas que expulsamos al toser, estornudar, hablar o cantar

## Receta para el contagio



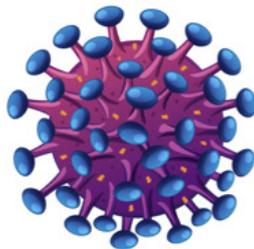
Algunos de los **sitios** más propensos al **contagio**  
**Antros, Bares, Gimnasios, Iglesias, Escuelas, Oficinas.**



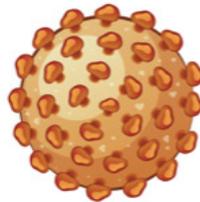
## ARTÍCULO

## Los virus que nos habitan

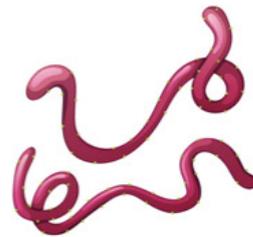
María Guadalupe Zavala Páramo



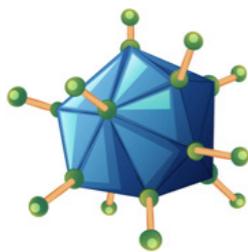
VIH



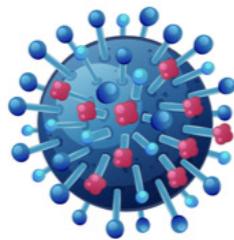
HEPATITIS B



ÉBOLA



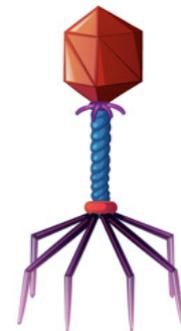
ADENOVIRUS



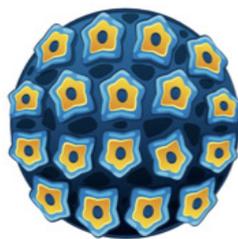
INFLUENZA



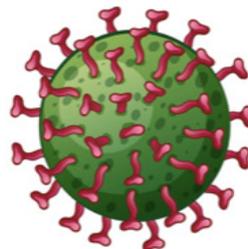
RABIA



BACTERIÓFAGO



PAPILOMAVIRUS



ROTAVIRUS



HERPESVIRUS

**Dra. María Guadalupe Závila Páramo**, Profesora-Investigadora del Centro Multidisciplinario de Estudios en Biotecnología-FMVZ de la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo en dónde desarrolla proyectos vinculados a carbohidratos complejos y análisis moleculares de los recursos zoonéticos. Actualmente es la Encargada del CMEB.

[gzavalap@umich.mx](mailto:gzavalap@umich.mx);  
[gzavpar@hotmail.com](mailto:gzavpar@hotmail.com)

En los últimos meses hemos estado hablando o escuchando mucho sobre los virus, esos agentes responsables de la pandemia que está asolando a la humanidad y que amenaza quedarse entre nosotros por largo tiempo.

Y no sólo se trata del virus responsable de la COVID-19. Frecuentemente los medios de comunicación nos espantan con nuevos terrores de brotes de otras enfermedades virales en muchas regiones del mundo, que afortunadamente, resulta que están contenidos. Olvidamos o ignoramos que los virus tienen una presencia constante entre nosotros, muchas veces a través de enfermedades o dolencias leves, pero en otras ocasiones, están detrás de algunas de las peores tragedias sanitarias en la historia de la humanidad.

Ubicar a los virus en el mundo de lo viviente no es fácil y tal vez esto los haga más elusivos al en-

tendimiento público. El diccionario de la Real Academia Española, siempre tan solicitado cuando estamos frente a una palabra esquivada, nos dice que un virus es un "organismo de estructura muy sencilla, compuesto de..." y aquí inicia el error. Un virus no es un organismo, no en el sentido que imaginamos. Asumimos que un "organismo" cumple con una serie de funciones que caracterizan a los sistemas vivos. Los organismos se autoconstruyen, crecen y se reproducen de manera autónoma, capturan y producen energía, mantienen un equilibrio interno para ajustarse a las cambiantes condiciones externas (homeostasis) y almacenan, procesan y heredan información para hacer todo esto.

Todas estas funciones son posibles por la existencia de un sistema complejo que coordina la creación de estructuras con las funciones que realizarán: este sistema es la célula. Hasta el organismo más sencillo que se conozca, está organizado como una célula. Pero los virus no son, ni tienen células.

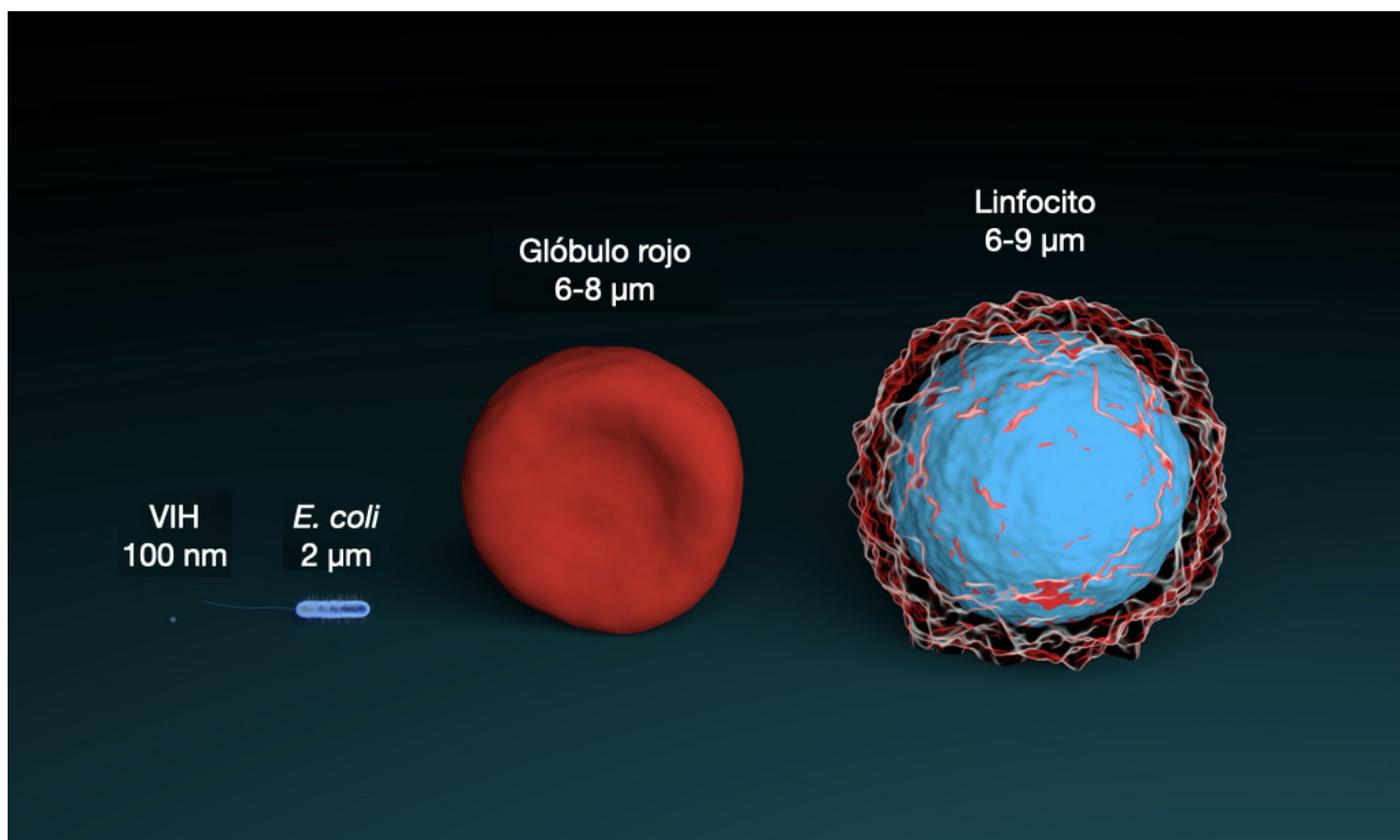
La palabra virus es de origen latino y significa veneno o ponzoña y se usaba para describir males de origen desconocido que se suponían producidos por una sustancia o un factor invisible. La invención del microscopio óptico hizo posible el descubrimiento de un universo completamente nuevo a los ojos humanos, el de los microorganismos y tiempo después, muchos de ellos fueron asociados a una gran cantidad de enfermedades. Sin embargo, otras dolencias permanecieron en el misterio, puesto que había algo más pequeño que

las bacterias más pequeñas conocidas, pero capaz de causar algunas de las enfermedades más complejas, en animales y plantas. Estos eran los virus.

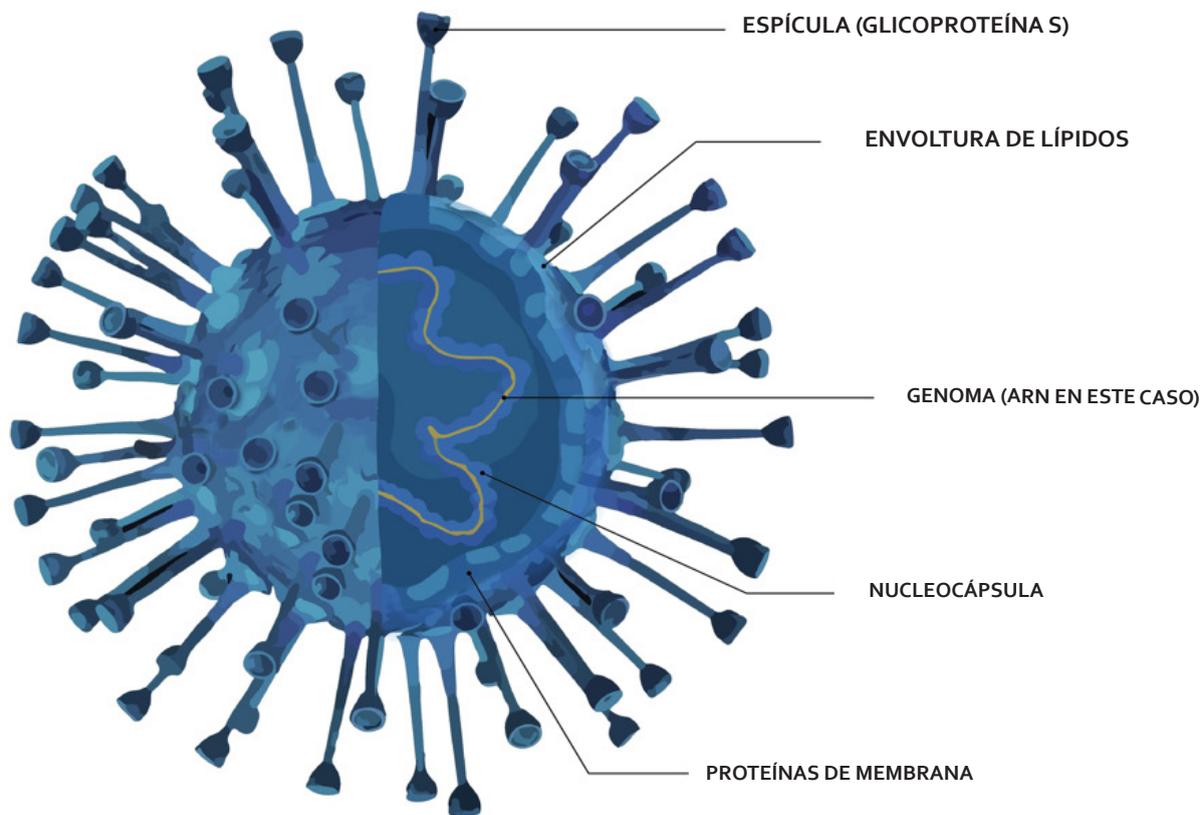
Los virus se conocen desde la antigüedad por las enfermedades que provocan. En la antigua Roma, la rabia fue descrita como una enfermedad producida por una ponzoña (virus); enfermedades como la viruela que asolaron a Europa y Asia en la Edad Media, son de origen viral, pero fue hasta la invención del microscopio electrónico, en la década de los 30's del Siglo XX cuando se pudo mirar por vez primera al "veneno" detrás de una enfermedad viral, en este caso vegetal, el virus del mosaico del tabaco.

De manera que los virus "nacieron" al conocimiento popular siempre asociados a enfermedades: la viruela ya mencionada, la influenza, el catarro común, la varicela, los "fuegos" labiales, el SIDA, el dengue, el sarampión, la rubeola, la poliomielitis, la rabia canina, el ébola, la gastroenteritis hemorrágica, y un muy largo etcétera, son enfermedades producidas por algún virus.

Pero entonces, ¿qué es un virus? Son estructuras biológicas que contienen un genoma (que suele ser muy pequeño) de Ácido desoxiribonucleico (ADN) o Ác. ribonucleico (ARN), como en el caso del SARS-CoV-2, dentro de una cápsula de proteínas o cápside que lo protege (nucleocápsula), de estructura icosaédrica, helicoidal o tubular y algunos virus de animales presentan una envoltura que se llevaron de las membranas de las células



## ESTRUCTURA GENERAL DE UN VIRUS (CORONAVIRUS)



que infectaron (como el SARS-CoV-2). Esta cubierta envuelve a la cápsula y contiene proteínas y carbohidratos que dota a los virus de capacidad para reconocer a las células que invadirán, pero también permite que ellas los reconozcan como macromoléculas propias.

Esta partícula o paquete de material genético no presenta ninguna manifestación de vida pero porta información genética y esta es de la misma naturaleza y obedece las mismas leyes del resto de los seres vivos.

Los virus son realmente pequeños, andan entre los 10 y 400 nm de diámetro. Los más pequeños tienen un tamaño equivalente a un ribosoma, una unidad de ARN y proteínas dentro de las células. Los más grandes, como el de la viruela de las vacas, puede alcanzar el tamaño de las bacterias más chiquitas. La mayoría de ellos, sin embargo, son tan pequeños que no son visibles al microscopio óptico y sólo pueden ser vistos mediante microscopios electrónicos de transmisión. Para hacernos una idea de estas dimensiones, piense en uno de sus cabellos, el más delgadito, que mediría alrededor de 80 micrómetros de diámetro. Un virus, como el SARS-CoV-2 mide menos de 0.1 micrómetro, es decir, usted podría acomodar fácilmente 800 partículas del virus en una pequeña porción de ese cabello.

Hasta ahora se conocen bien un poco más de 2000 virus asociados a enfermedades en los huma-

nos, animales domesticados y plantas de uso agrícola. Sin embargo, los virus pueden infectar a todos los seres vivos, incluyendo a las bacterias (fagos), hongos, protozoarios y por supuesto plantas y animales. Sabemos que la mayoría de los virus se especializan en infectar tipos específicos de células, así que existen tantos tipos de virus como tipos de células y además, más de un tipo de virus infecta a cada tipo celular. Todo esto significa que deben existir millones y millones de "tipos" de virus, más que todo el resto de especies de seres vivos juntos.

Los virus no presentan actividad metabólica, no realizan reacciones bioquímicas, no producen energía ni fabrican nada de lo que requieren, pero portan la información genética necesaria para tomar el control de la célula huésped que realiza las funciones por él. En ese sentido, los virus son parásitos estrictos.

¿Y cómo se reproducen los virus? Podemos distinguir dos fases en la existencia de un virus, una extracelular y otra intracelular. Fuera de las células huésped, es una partícula denominada **virión**, sin ninguna actividad o señal de vida, básicamente sólo capaces de reconocer a sus células blanco.

El reconocimiento de la célula huésped que los virus van infectar, está mediado por proteínas y/o glicoproteínas (proteínas+carbohidratos) que están expuestos en las cápsulas o en las membranas que los envuelven. Estas proteínas o glicopro-



Existen virus que insertan sus genomas en el genoma de la célula huésped en donde pueden permanecer por largos periodos de manera inactiva. El virus VIH, responsable del SIDA o el Herpesvirus, responsable de los fuegos labiales, son de este tipo. Y esto no es un fenómeno extraño, el 40% del genoma humano es producto de este tipo de inserciones que se inactivaron permanentemente

teínas forman protuberancias que se acoplan con receptores que también son proteínas, glicoproteínas, o carbohidratos expuestos en la membrana de la célula huésped. Otra posibilidad es que las protuberancias proteicas pueden ser parte de la cápsula entre las que se forman surcos donde entran los receptores de la célula, como en el caso de los rinovirus causantes del resfriado común. El coronavirus SARS-CoV-2 presenta una envoltura de membrana con una glicoproteína conocida como "espiga" que utiliza para reconocer el receptor de la angiotensina (ACE2) en las células huésped. Este reconocimiento lleva a la fusión de ambas membranas que permite la entrada del virus a la célula en una vesícula que posteriormente abre un poro por donde se libera el genoma viral.

Ya dentro de la célula, los virus existen como unidades "replicadoras", es decir, aprovechan la maquinaria celular para copiarse (replicar sus genomas), sintetizar las proteínas de la cápsula y algunas otras, y sintetizar la membrana con las proteínas y carbohidratos que se llevarán como envoltura en el caso de algunos virus de animales, y armar muchas copias del virión que abandonan la célula infectada. Este proceso destruye las capacidades especializadas de la célula huésped y se pierde su función. Más aún, al abandonar a las células huésped los viriones pueden destruir a las células por completo.

gracias a un sistema de ARNs y proteínas que los silenció y evita que tomen el control de nuestras células.

Los virus son elementos comunes en la naturaleza. Infectan a prácticamente a todos los seres vivos. Como estructuras de información, se encuentran sometidos a cambios constantes que les permiten adaptarse y evolucionar junto con sus blancos. En este sentido, no es extraño que ciertos tipos de coronavirus, por poner un ejemplo, sufran cambios constantes en su información genética y que algunos de estos los doten de mejores condiciones para invadir otros tipos celulares o hacerlo de manera más eficiente, eludir los mecanismos de defensa de los huéspedes, incluso recombinarse con otros virus dentro del huésped. Y esto es una constante que si bien la ciencia puede analizar, no tenemos capacidad de detener.

La actual pandemia de COVID-19 es sólo un ejemplo de este proceso evolutivo al que los virus también están sometidos. La única manera de defendernos de las consecuencias más difíciles de esta evolución, es comprenderla mejor y buscar las mejores estrategias para protegernos, desde vacunas, medicamentos, medidas de contingencia, entre otras. Los virus están allí, en todos lados y debemos aprender a convivir con ellos.

# ARTÍCULO

## Epidemias: Impredecibles, enojosas y temibles. Una mirada desde la historia

Dení Trejo Barajas



*Ha habido en el mundo tantas pestes como guerras y, sin embargo, pestes y guerras toman [a]las gentes siempre desprevenidas.*

*Albert Camus, La peste.*

**Dení Trejo Barajas**, Profesora - Investigadora del Instituto de Investigaciones Históricas, Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo. Actualmente Secretaria Académica del IIH. [deni.trejo@umich.mx](mailto:deni.trejo@umich.mx)

**H**oy vivimos una pandemia que se ha extendido con rapidez por casi todas las regiones del mundo. No obstante el despliegue de políticas sanitarias en casi todos los países que sufren su presencia, así como los adelantos de la medicina y de las tecnologías asociadas a esta, muchos de nosotros percibimos a la del COVID-19 como una tragedia social sin igual. En general tendemos a olvidar experiencias similares sucedidas en nuestros propios países y las que se han dado en otros lugares las pensamos remotas sin considerar que nos afectan.

Una mirada al problema de las epidemias desde la historia nos permite advertir que la relación entre humanos y diversos agentes patógenos como los virus es muy antigua, seguramente tan antigua como la humanidad misma. Sabemos que desde tiempos remotos, enfermedades provocadas por diminutas partículas (solo visibles hoy en día con sofisticados microscopios electrónicos) han acompañado a la humanidad y generado en muy diversas épocas desastres demográficos. Los diversos agentes patógenos, ya sean virus o bacterias, se introducen en nuestros organismos debido a la cercanía y/o convivencia que tenemos con plantas y animales; posteriormente son dispersados en muy diversas regiones por acción de los propios humanos con su movilidad y sus formas de socialización.

Aunque la palabra virus es antigua y proviene del latín, no tenía el mismo significado que en la actualidad. Según el Diccionario médico biológico histórico y etimológico, Celso, en el siglo I a.C., denominaba con la palabra virus a la ponzoña o veneno que transmite el perro que tiene rabia, sin saber que esta era ocasionada por una minúscula partícula. Poco a poco se transformó su significado de veneno a sustancia venenosa y luego con Pasteur en el siglo XIX a germen patógeno. Las investigaciones de finales del siglo XIX y sobre todo en el siglo XX

determinaron que esas sustancias producidas por el cuerpo enfermo eran causadas por una partícula ínfima, y en algunos casos diferente y más pequeña que las bacterias, a las que se asoció con el ya conocido término de virus.

La invisibilidad de estos y de otros agentes patógenos, como las bacterias, generó la idea, hasta la llegada de la medicina moderna, de que las causas de las enfermedades se atribuyeran a factores mágicos, religiosos o a concepciones médicas precientíficas. Como señala Delumeau en *El miedo en occidente*, la ciencia de antaño atribuía estas enfermedades que aparecían sin causa aparente "a la polución del aire, ocasionada a su vez por ciertas conjunciones astrales, [o a] pululaciones pútridas venidas del suelo o del subsuelo". En el pensamiento de varias civilizaciones, los dioses castigadores de las fechorías o pecados de los humanos también solían ser, con su enojo, generadores de las mortandades causadas por alguna enfermedad de la cual no se sabía su origen.

De las enfermedades infecciosas que han acompañado a los humanos a lo largo de su historia está la malaria o paludismo, transmitida por un parásito del mosquito *Anopheles* y que posteriormente puede ser transmitida por la madre infectada al hijo por nacer, de ahí su endemismo hasta la actua-





lidad en varias regiones del planeta, particularmente África. De dicha enfermedad existen referencias desde 2700 a C. en China, y hoy en día sigue causando alrededor de dos millones de muertes al año.

Otra de las grandes epidemias que azotó al mundo europeo en diferentes momentos fue la peste, una de las más temibles enfermedades. Dice Delumeau que tanto en la cuenca mediterránea entre los siglos VI y VIII, como de manera amplia en casi todas las regiones europeas entre los siglos XIV y XVIII, la presencia de este mal se mantuvo más o menos constante aproximadamente cada 8 años, aunque variando las zonas. Las ansiedades y miedos provocados por esta enfermedad se debían a sus cruentos síntomas, así como a su asociación con presencia de ratas en las poblaciones, aunque más tarde se sabría que estos roedores eran el vehículo, pero quienes transmitían el bacilo infeccioso (bacteria *Yersinia pestis*) eran las pulgas de las ratas. El hacinamiento e insalubridad en las formas de vida hacían que su propagación fuera rápida cuando llegaban ratas y personas infectadas en los barcos que transportaban mercancías y alimentos de un lugar a otro; a veces huyendo del mal, la gente se movía de lugar llevando ya consigo el bacilo infeccioso. Además, su presencia en épocas en las que dominaba el

pensamiento mágico y religioso propiciaba que la gente confundiera las causas con castigos divinos y tratara de solucionar el problema congregándose para oficiar actos religiosos para expurgar penas, aplicando sangrías a los enfermos u ofreciendo pócimas milagrosas.

En el largo periodo que va del Renacimiento a la Ilustración, en el cual se llevan a cabo las exploraciones ultramarinas que permitieron a los europeos extender sus dominios sobre el mundo americano, también estuvieron presentes diversas enfermedades infecciosas, algunas generadas por virus, como distintos tipos de fiebres y viruela, y otras por bacterias, como el tifus y la peste. Los agentes infecciosos viajaron con exploradores, conquistadores y colonos, muchos de ellos ya inmunizados por siglos de convivir con esos males y se adentraron en el mundo americano donde encontraron poblaciones que no tenían defensas biológicas para sobrellevarlos. Junto con guerras llegaron nuevas plantas y animales, así como formas distintas de tratar a la naturaleza. A la vez, las poblaciones se vieron sometidas y explotadas de tal manera que hubo cambios radicales en las estructuras económicas y sociales, así como en la cotidianidad de las sociedades prehispánicas; a todo ello habría que agregar la

imposición de creencias y formas de pensamiento distintas que derrumbaron el sentido de la vida para buena parte de estas comunidades.

Bajo esas circunstancias, a lo largo del siglo XVI más de media docena de fuertes epidemias, de viruela, sarampión, paperas, tosferina, varicela y peste, conocida localmente como matlazahuatl o cocoliztle, entre otras enfermedades traídas a América por los europeos, asolaron muchas partes de la Nueva España (las más devastadoras fueron la de viruela de 1520 y las de matlazahuatl de 1545 y 1576, asociadas también a hambrunas). Las guerras de conquista, así como la migración forzada de muchos grupos locales que debían acompañar a los españoles en su exploración y conquista del norte, contribuyeron a la diseminación de los nuevos agentes patógenos. Sin duda que la crisis demográfica que se vivió en Nueva España entre el fin del siglo XVI y el inicio del XVII no fue producto sólo de las epidemias, pero estas, junto con todos los factores arriba señalados, hicieron disminuir drásticamente a la población originaria, en algunas regiones en más del 80%.

Si bien para los siglos XVII y XVIII se puede hablar de superación de la crisis demográfica del siglo de la conquista y aún de aumento de la población, no por ello podemos dejar de observar la cantidad de epidemias que continuaron generándose de manera periódica en el territorio novohispano. Florescano y Menegus mencionan en relación al siglo XVIII que fue un "crecimiento hecho de jalones, interrumpido por tremendas mortandades", entre las que mencionan, para el Valle de México y la región de Puebla-Tlaxcala, 18 epidemias de viruela, tabar-

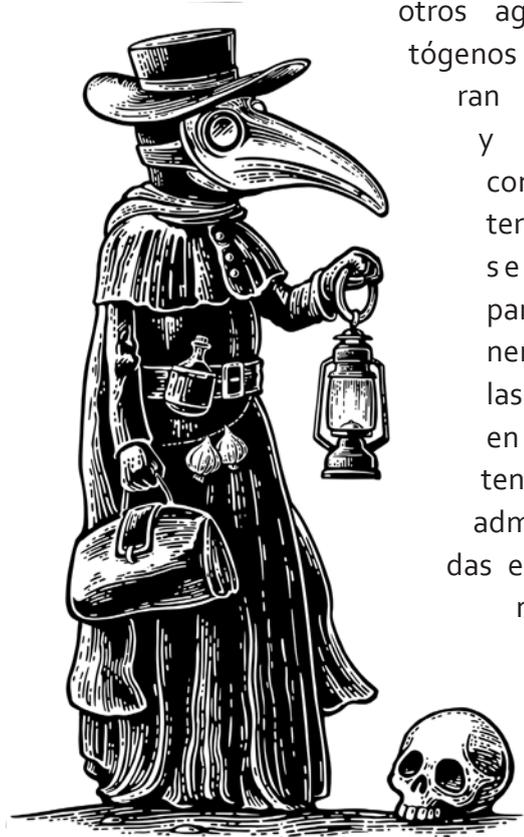
dillo (tifus), peste o matlazahuatl, sarampión y tosferina, varias de ellas asociadas con crisis agrícolas y hambrunas.

En el México del siglo XIX continuó la presencia de algunas viejas enfermedades epidémicas como el tifus y la sífilis (esta al parecer de origen americano), y llegaron nuevas para América, conocidas desde la antigüedad pero que en esta época adquirieron el carácter de pandemia, como la generada por la bacteria del cólera, cuya presencia en nuestro país, tanto en los años treinta como en los cincuenta de ese siglo, afectó sobre todo las zonas portuarias. En los siglos XX y XXI se han vivido reediciones del cólera tanto en diferentes partes del mundo como en México, asociadas a contaminación del agua y alimentos, así como a condiciones de insalubridad en campamentos de refugiados y zonas muy pobres carentes de agua potable.

Por otra parte, en el siglo XX, las gripes en sus diversas manifestaciones y el SIDA han sido quizá algunas de las enfermedades más terribles provocadas por virus. Después de la primera guerra mundial, se dispersó como un polvorín la mal llamada gripe española, que mató a más de 40 millones de personas en el mundo, en su mayoría jóvenes y adultos. Otros virus relacionados con gripes han mutado de manera constante, a veces por efecto de los medios y técnicas para eliminarlos, dando lugar a nuevos virus, como el que apareció en México en 2009, conocido como influenza (AH1N1), y ahora en el 2020 la pandemia del COVID-19.

Hemos querido hacer este apretado recuento histórico para pensar en algunas constantes que se manifiestan en nuestra relación con los virus y





otros agentes patógenos que generan epidemias y pandemias con todas sus terribles consecuencias para cada generación que las padece: en general tenemos que admitir que todas estas enfermedades tienen que ver con el hecho de que los

humanos somos parte de la naturaleza, y los cambios que le imponemos a esta con nuestras formas de vida pueden alterar la de virus y bacterias.

En la antigüedad desconocíamos el papel de algunos animales como vehículos o portadores de los virus o bacterias que producen las enfermedades en humanos. Y aunque cada vez lleva menos tiempo conocer la cadena de transmisión que lleva a la enfermedad, así como las características de estas diminutas partículas para enfrentarlas con vacunas y medicamentos, tendemos a olvidar que al alterar ecosistemas con nuestras formas de vida urbana, altamente tecnologizada y generadora de

múltiples contaminantes, vulneramos la vida de animales, plantas y de los agentes microscópicos que viven en ellos y que se pueden tornar patógenos para los humanos.

En todas las épocas son otros componentes sociales los que han convertido estas enfermedades en graves problemas, tales como la guerra, la pobreza, la insalubridad, el hacinamiento, el hambre o la deficiente alimentación de amplios sectores de la población.

La amplia dispersión geográfica de las enfermedades mencionadas ha tenido que ver con la interdependencia existente entre las personas y entre las diversas regiones del mundo. La globalización no es una característica sólo del siglo XXI, ha sido un proceso que lleva varios siglos. Sí son novedosas en cambio, las formas que asume con las tecnologías digitales que propician la rapidez de las comunicaciones y con ellas la de la transmisión viral. En consonancia con esto, las formas de enfrentar la pandemia actual y las que estén por venir, deberían considerar la colaboración entre los países y la solidaridad entre las personas que también pueden beneficiarse de las redes electrónicas.

Advertimos que estas expresiones se dan afortunadamente en la actual crisis mundial generada por el COVID-19, aunque al mismo tiempo, y de manera paradójica, observamos manifestaciones nacionalistas y xenófobas; tendencias a aprovechar el temor de las personas para engañar e incluso imponer gobiernos autoritarios que aprovechan la situación para controlar individuos y colectividades mediante la información personal de las redes digitales, y finalmente el oportunismo de los intereses capitalistas que ante la crisis tratan de aprovechar el mal de muchos para obtener el máximo de ganancias.



Benedictow, Ole. *La Peste Negra (1346-1353). La historia completa*. Madrid: Akal, 2011.

Betrán, José Luis. *Historia de las epidemias en España y sus colonias (1348-1919)*. Madrid: La Esfera de los Libros, 2006.

Cuenya, Miguel Ángel. "Peste en una ciudad novohispana. El matlazahuatl de 1737 en Puebla de los Ángeles", consultado el 14 de abril de 2020 en <http://estudiosamericanos.revistas.csic.es>

Delumeau, Jean. *El miedo en Occidente*, Madrid: Taurus, 1978.

McCaa, Robert. "¿Fue el siglo XVI una catástrofe demográfica para México? Una respuesta basada en la demo-

grafía histórica no cuantitativa". *Papeles de Población*, vol. 5, núm. 21, julio-septiembre, 1999, pp. 223-239.

Molina del Villar, América, Lourdes Márquez Morfín y Claudia Patricia Pardo Hernández (eds.). *El miedo a morir. Endemias, epidemias y pandemias en México: análisis de larga duración*. México: Centro de Investigaciones y Estudios Superiores en Antropología Social, Instituto de Investigaciones Dr. José María Luis Mora, Benemérita Universidad Autónoma de Puebla, 2013.

Oliver Sánchez, Lilia. "Introducción". En Alicia Contreiras y Carlos Alcalá (eds.). *Cólera y población, 1833-1854, Estudios sobre México y Cuba*. México: El Colegio de Michoacán, Red de Historia Demográfica, 2014.

## ARTÍCULO

# Zoonosis: Un riesgo mortal

Alejandro Villaseñor Álvarez



**Alejandro Villaseñor Álvarez.** Profesor de Asignatura "B". Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia. Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo.  
[alejandro.villasenor@umich.mx](mailto:alejandro.villasenor@umich.mx)

A finales del mes de enero y principios de febrero del año en curso, se comenzaron a publicar varios artículos científicos y noticias en los diferentes medios de comunicación relacionando a un murciélago, denominado herradura (*Rhinolophus affinis*) y al pangolín chino (*Manis pentadactyla*) como los probables responsables de la pandemia COVID-19 debida al coronavirus SARS-CoV-2 que ha modificado radicalmente nuestras vidas, imponiéndonos las medidas de bioseguridad personal y comunitarias recomendadas por la Organización Mundial de la Salud (OMS).

Estamos más atentos en el número de casos diagnosticados positivos o en el número de muertos diarios, que en el análisis del origen de esta pandemia. Sin embargo, empezamos a perder objetividad en el origen de este coronavirus y si sigue activa la transmisión entre los murciélagos y los humanos. Para darnos una idea general, se estima que alrededor del 60% de las enfermedades que padecen los humanos tienen como origen los animales. La mayoría de los agentes patógenos causantes provienen de la fauna silvestre (Datos de la OMS, 2005).

Los murciélagos son un grupo de mamíferos muy especial en términos de reservorios, no solamente de coronavirus. En el año 2003 también fueron responsables del Síndrome Respiratorio Agudo Severo (SARS-CoV) que originó una letalidad cercana al 10% (el Síndrome Respiratorio del Medio Este (MERS-Cov que apareció en 2013 y fue transmitido por camélidos), así como de otras enfermedades como el virus Nipah, Ébola, Encefalitis Equina Venezolana, entre otros, que originan brotes esporádicos muy focalizados y que permiten establecer medidas de mitigación rápidas y oportunas para evitar la diseminación en las poblaciones humanas.

La particularidad es que los humanos estamos invadiendo áreas donde existe la presencia de este tipo de murciélagos y la interacción genera entonces los contagios en nosotros.

El término "**zoonosis**" se usa para describir aquellas enfermedades que se transmiten de los animales al hombre, y también ocurre esta transmisión del hombre hacia los animales (es bidireccional). Existen enfermedades zoonóticas de gran importancia desde el punto de vista de salud pública como el caso de la Rabia, de la cual México es el primer país en erradicar la enfermedad en perros en el mundo, hecho recientemente reconocido por la Organización Mundial de la Salud y la Organización Internacional de Epizootias (Organización Mundial de Sanidad Animal) que lo ha declarado "libre" de rabia canina.

Varias enfermedades tan comunes como la Salmonelosis, diarreas originadas por coliformes (*Escherichia coli*) o el parásito *Taenia solium* (conocida comúnmente como solitaria) son muy frecuentes en nuestro país por consumo de alimentos contaminados o por contacto directo con animales portadores.





Otras zoonosis que presentan altas tasas de morbiletalidad son el Ébola, Tuberculosis, Influenza aviar (Tipo A) como el H1N1 que originalmente sufrió mutación en cerdos y que se transmitió en el 2009 a las poblaciones humanas originalmente en Estados Unidos y México, desde donde se expandió al mundo.

El inicio de este proceso de transmisión tan complejo de varias enfermedades virales, bacterianas, fúngicas y parasitarias a las sociedades humanas tiene su origen en la domesticación animal de algunas especies que nos proporcionan una alimentación y el uso y consumo de sus subproductos (cerdos, vacas, gallinas, equinos, cabras, borregos, etc.).

Refiriéndonos particularmente a los bovinos, este proceso de domesticación ocurrió aproximadamente entre 8,000 a 9,000 años en Europa y el norte de África. El oriente medio fue el origen de la domesticación. Los movimientos migratorios de los pueblos y el consiguiente intercambio cultural afectaron las poblaciones ganaderas por el intercambio de animales para iniciar lo que conocemos como el mejoramiento genético animal. Esto ge-

neró un estrecho contacto entre los animales y el hombre e incrementó el intercambio de patógenos (zoonosis) en las sociedades ancestrales. Un ejemplo de este fenómeno es la tuberculosis, una de las principales zoonosis que afectan al humano.

La evidencia paleopatológica sugiere que la tuberculosis afligía a los humanos desde hace aproximadamente 3,700 años A.C. en Egipto y entre 2,500 a 1,500 A.C. en Europa y también en la época precolombina en el norte y sur de América. Recientes descubrimientos del ADN de *M. tuberculosis* de lesiones pulmonares en momias peruanas de hace mil años, confirman que la enfermedad existía en el mundo precolombino.

El género *Mycobacterium* presenta una baja tasa de mutación y este hecho ha permitido el desarrollo de la hipótesis relativa al origen y evolución del *M. tuberculosis*. Existen algunas razones para realizar inferencias de que este género bacteriano representado por *M. ulcerans*, quizás ya existía hace alrededor de 150 millones de años. Investigadores del Instituto Pasteur, en Francia, han llegado a la conclusión de que el ancestro del *M. tuberculosis* emergió de una formación inicial de especies

muy cercanas, alrededor de 3 millones de años antes, y que posiblemente infectaron a los primeros homínidos y otros primates en los tiempos prehistóricos. Es muy probable que todos los miembros modernos del complejo *M. tuberculosis* evolucionaron de un ancestro común hace 15,000 a 20,000 años.

El género *M. bovis* y otras de este complejo se separaron del linaje central en un momento posterior. El tiempo es consistente para especular que *M. bovis*, que afecta al ganado, ocurrió desde la domesticación animal hace 8,000 a 10,000 años, aproximadamente.

Por lo tanto, el consumo de carne, leche y sus derivados condujeron a la transmisión de la enfermedad hacia los humanos, y curiosamente, cuando un humano presenta tuberculosis, es capaz de infectar a las vacas que ordeña o a las que están en contacto estrecho con ellas.

También se deberá tener en consideración que los animales, incluido el hombre, así como los virus, bacterias, hongos y parásitos, estamos cambiando continuamente y de forma imperceptible, por lo que estamos expuestos a que en cualquier momento y en cualquier parte del mundo, un patógeno pueda encontrar un hospedero susceptible (en este caso el humano), lo que pueden derivar en un brote o una epidemia.

## Los animales domésticos, la fauna silvestre y el hombre están expuestos a los mismos peligros



Fuente: Organización Mundial de Sanidad Animal

De lo expuesto aquí, debemos destacar la importancia del concepto **“Una sola salud”** en donde la Medicina Humana y Veterinaria son complementarias para el control y erradicación de las enfermedades emergentes que ocurren y seguirán apareciendo en el mundo.



Peláez S., O. y Más B, P. 2020. Brotes, epidemias, eventos y otros términos epidemiológicos de uso cotidiano. *Revista Cubana de Salud Pública*, 46(2):1-16.  
Villamil J., L.C. 2013. Epidemias y pandemias: una realidad para el siglo XXI. *Un mundo y una salud*. Revista La-  
sallista de Investigación, 10(1):7-8.

Esparza, J. 2016. Epidemias y pandemias virales emergentes: ¿Cuál será la próxima?. *Investigación Clínica*, 57(3):231-235.  
World Health Organization. 2005. The control of neglected zoonotic diseases: a route to poverty alleviation. Ginebra, WHO.

## ARTÍCULO

# COVID-19 y cambio climático global ¿un respiro para nuestro planeta?

Omar Chassin Noria y Xochiquetzal Cortés Rodríguez



**Omar Chassin-Noria**, Profesor - Investigador  
Facultad de Biología UMSNH/ CMEB .  
[ochassin@umich.mx](mailto:ochassin@umich.mx)

**Xochiquetzal Cortés-Rodríguez**, Candidata a  
Doctora, Doctorado en Ciencias Biomédicas  
del Instituto de Ecología, UNAM, .  
[cortesrodriguez@gmail.com](mailto:cortesrodriguez@gmail.com)

**E**l COVID-19 al igual que la crisis climática es una amenaza existente e innegable, ambas aparentemente invisibles pero presentes en la actualidad. Su diferencia radica en que una puede matarnos en el corto plazo y la otra es una amenaza de la cual percibiremos sus estragos más intensos con el paso de los años. El punto común de ambas crisis es que sus efectos se resienten aún más en las comunidades marginadas y exacerbando las desigualdades.

La presencia cada vez más frecuente de enfermedades como el COVID-19 puede ser el reflejo de nuestra invasión a zonas de contacto con ecosistemas que antes eran ajenos a nosotros. Esta nueva cercanía modifica la dinámica natural de los múltiples virus con sus especies hospederas y a través de

la zoonosis, proceso en el que se transmiten enfermedades de organismos animales a nosotros, los humanos, nos volvemos un blanco perfecto para la infección. Los llamados vectores son animales que transmiten patógenos de un animal infectado a otro, por ejemplo, el mosquito es el vector del virus dengue. El cambio climático propicia que este tipo de enfermedades infecciosas se extiendan hacia áreas donde originalmente no ocurrían ya que sus vectores pueden moverse a zonas nuevas.

Ante la actual crisis queda cada vez más claro que la salud de las personas va de la mano con la salud de los ecosistemas. Se ha reportado una correlación entre las zonas con una mayor contaminación del aire con una mayor tasa de propagación y mortalidad por este virus. El aumento en el uso de combustibles fósiles se traduce en mayores emisiones de gases de efecto invernadero y esto a su vez en un aumento del calentamiento global, por lo tanto, tendremos más sequías, más lluvias torrenciales, más incendios, más pérdida de la biodiversidad y más zoonosis. Esto sin duda abona el terreno para la aparición de nuevas pandemias.

Al inicio de este año, poco a poco los núcleos urbanos del planeta se detuvieron o bajaron su ritmo, la industria no esencial también frenó. Hay imágenes de las calles vacías en muchas ciudades que siempre vemos abarrotadas de humanos, en el primer mundo y en barrios pudientes era más evidente este paro. En México con tantas realidades

coexistiendo, solo algunos privilegiados (como nosotros los asalariados o becarios de la educación) pudimos parar. La mayoría de nuestros compatriotas, casi ni se percataron de la diferencia, el hambre es una necesidad inaplazable con o sin pandemia...

Algunos de los afortunados, pero no necesariamente bien informados, pudieron abstraerse, sentados desde un sillón "socialmente responsable" con un café "orgánico" contenido por una taza artesanal. Después de un par de minutos derivado de ese ejercicio, nacieron los mensajes románticos que todos atestiguamos: "por fin un respiro para la naturaleza", "la vida nos muestra como sería sin nosotros", "regresemos a una normalidad distinta, basta de terminar con el planeta". Sumen ustedes todos los enunciados que recuerden. Frases lanzadas a las redes sociales, por mecanismos parecidos a los que uso, para compartir estas palabras.

Afuera, en la vida de los no tan afortunados, casi nunca hay tiempo ni espacio para esas sesudas reflexiones. Nosotros, desde nuestra situación privilegiada, gracias al trabajo de todos ustedes; dudamos. ¿Es cierto que las flores son más? ¿Hay una proliferación de vaquitas marinas? ¿Una pandemia ayuda a nuestro golpeado planeta? ¿se frenó un poco el calentamiento climático a causa de la pandemia?

Al buscar respuesta en la literatura científica sobre el impacto de este proceso pandémico, de apenas algunos meses, es evidente que es difícil se-





guir el paso de este proceso vertiginoso. En México, apenas en marzo, el sector educativo nos anunció algo que asumíamos sería solo un fin de semana largo y ya van más de 5 meses. La literatura científica también se vio afectada por la pandemia.

Por supuesto existen análisis de académicos que evalúan el impacto de este freno a las actividades productivas y contaminantes sobre la diversidad biológica. Pero el proceso de publicación de los mismos con el rigor científico necesario, regularmente demanda meses, debido a que es necesario que los nuevos resultados sean revisados por investigadores especialistas en el área, que sus comentarios sean analizados por un editor de la revista quien decide si será rechazado o aceptado tal y como está o se solicitan correcciones menores o mayores, entonces el documento es regresado a los autores solicitando nuevos experimentos, análisis o solo correcciones menores.

En esta pandemia, particularmente en aspectos de salud, estos procesos se aceleraron, algunos artículos científicos son evaluados y aceptados en pocos días, pero también, se hicieron más evidentes, los sitios en los que cualquier persona con acceso a una computadora (44.3% de la población mexicana en 2019 según datos de INEGI), pueden revisar

trabajos que no han sido evaluados formalmente, por otros especialistas, pero sobre los que los interesados en el tema pueden dar sus opiniones críticas para enriquecer el trabajo (ejemplo [www.biorxiv.org](http://www.biorxiv.org)).

Pero bueno ¿frenó la pandemia el cambio climático? Sabemos que los procesos productivos de nuestra especie, regularmente demandan lo que los académicos denominan el cambio de uso de suelo, esto es, por ejemplo, talar un bosque de pino para sembrar aguacate, desaparecer un cerro con bosque para dejar un cráter derivado de la extracción de minería a cielo abierto, el cambio de cobertura vegetal por el crecimiento urbano, talar selva para sembrar pastos y alimentar ganado o producir alimentos.

Estas actividades productivas y destructivas, producen bienes que regularmente consumimos, aguacate para guacamole, cobre para todas las instalaciones eléctricas, nuevas áreas para casas habitación y los productos que comemos. Pero también generan un incremento en la temperatura global asociada a los gases llamados de efecto invernadero. Los dos más abundantes son, el bióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) derivado en su mayoría por la combustión de carbón, petróleo, gas y el metano (CH<sub>4</sub>)

que es producido en las actividades agrícolas y ganaderas. Sabemos que hasta un 30 % de este gas, es producido por los procesos biológicos que se dan en la barriga de los animales que comemos, si, los aparentemente inocentes pedos de vaca.

Respondiendo ¿Esta pandemia dio un respiro a nuestro planeta al frenar la generación de gases de efecto invernadero? La respuesta es: Si, pero desafortunadamente la disminución en las actividades derivado de la pandemia a nivel global, apenas redujo en un 7.8 % la producción de gases de efecto invernadero. Específicamente en Wuhan, el sitio del que salió para todo el mundo el SARS-CoV-2 se reporta una reducción del 16% en la producción de CO<sub>2</sub> durante el paro de actividades, de enero a marzo, pero para abril ya se habían restablecido los tristes niveles de producción de este gas.

Entonces, aunque románticamente llegamos a pensar que la actual pandemia está favoreciendo la disminución de la contaminación, esto deberá ser evaluado a nivel global, ya que si bien en algunas zonas ha disminuido, en algunas otras no ha habido un cambio neto significativo. Recordemos que la quema de combustibles fósiles se lleva cabo principalmente por la industria y aunque la pandemia redujo la movilidad de los automóviles, algunas de las plantas industriales que utilizan como combustible el combustóleo, conti-

nuaron trabajando, lo cual neutraliza la supuesta mejora de la calidad del aire.

El año pasado fue el segundo más caluroso de la historia y nuestra nueva realidad ha dejado de lado la aplicación de medidas de mitigación climáticas aún sabiendo que se cree que el cambio climático cobrará aún más vidas que la actual pandemia. Por otro lado, también se ha reportado un aumento en la producción de desechos plásticos de un solo uso. Anterior a esta crisis sanitaria, la mayoría de la población comenzaba a utilizar recipientes y bolsas reutilizables por decreto gubernamental. El recuento final dependerá básicamente de dos cosas: el tiempo duré la pandemia y las medidas se utilizarán para reactivar la economía; en la desesperación por lograrlo al costo que sea, algunos gobiernos pueden regresar a prácticas no saludables.

Finalmente, no todo en este caos es negativo, las crisis nos abren una oportunidad al cambio y nos encontramos en el momento justo de transitar a él. Podemos optar por mejorar nuestras prácticas ambientales he implementar políticas públicas de largo plazo en cuanto a nuestra manera de producir y consumir, lo cual se reflejará en el tan ansiado

respiro que necesita nuestro planeta, de lo contrario, el COVID-19, o las nuevas pandemias y el cambio climático global serán nuestros aborrecidos compañeros.



Liu, Z., Ciais, P., Deng, Z., Lei, R., Davis, S., Feng, S., et al. (2020). COVID-19 causes record decline in global CO<sub>2</sub> emissions. UC Berkeley. <https://escholarship.org/uc/item/2fv7n055>

Martelletti, L., & Martelletti, P. (2020). Air pollution and the novel Covid-19 disease: a putative disease risk factor. *SN Comprehensive Clinical Medicine*, 1-5.

<https://link.springer.com/content/pdf/10.1007/s42399-020-00274-4.pdf>

Zheng, B., Geng, G., Ciais, P., Davis, S. J., Martin, R. V., Meng, J., ... & van der A, R. (2020). Satellite-based estimates of decline and rebound in China's CO<sub>2</sub> emissions during COVID-19 pandemic. *arXiv preprint arXiv:2006.08196*. <https://arxiv.org/abs/2006.08196>

# CUBREBOCAS CASERO

Con la siguiente guía, podrás elaborar un cubrebocas casero científicamente avalado para protección de posibles contagios por microgotas. Es muy sencillo, solo sigue los siguientes pasos:

1

Imprime la plantilla de esta infografía en escala 1:1. Si tienes duda de la escala, esta línea debe medir 1 cm en el papel impreso.



2

Corta dos plantillas por cada capa de los siguientes materiales:

- Primera capa: poliéster.
- Segunda capa: poliéster o filtro de aspiradora marca "koblenz".
- Tercera capa: poliéster o algodón.



3

Cose las plantillas de dos en dos como se muestra en la imagen:



4

Arma y cose tu cubrebocas colocando la primera capa hacia afuera, y la tercera hacia tu cara.

Tercera capa  
Segunda capa  
Primera capa



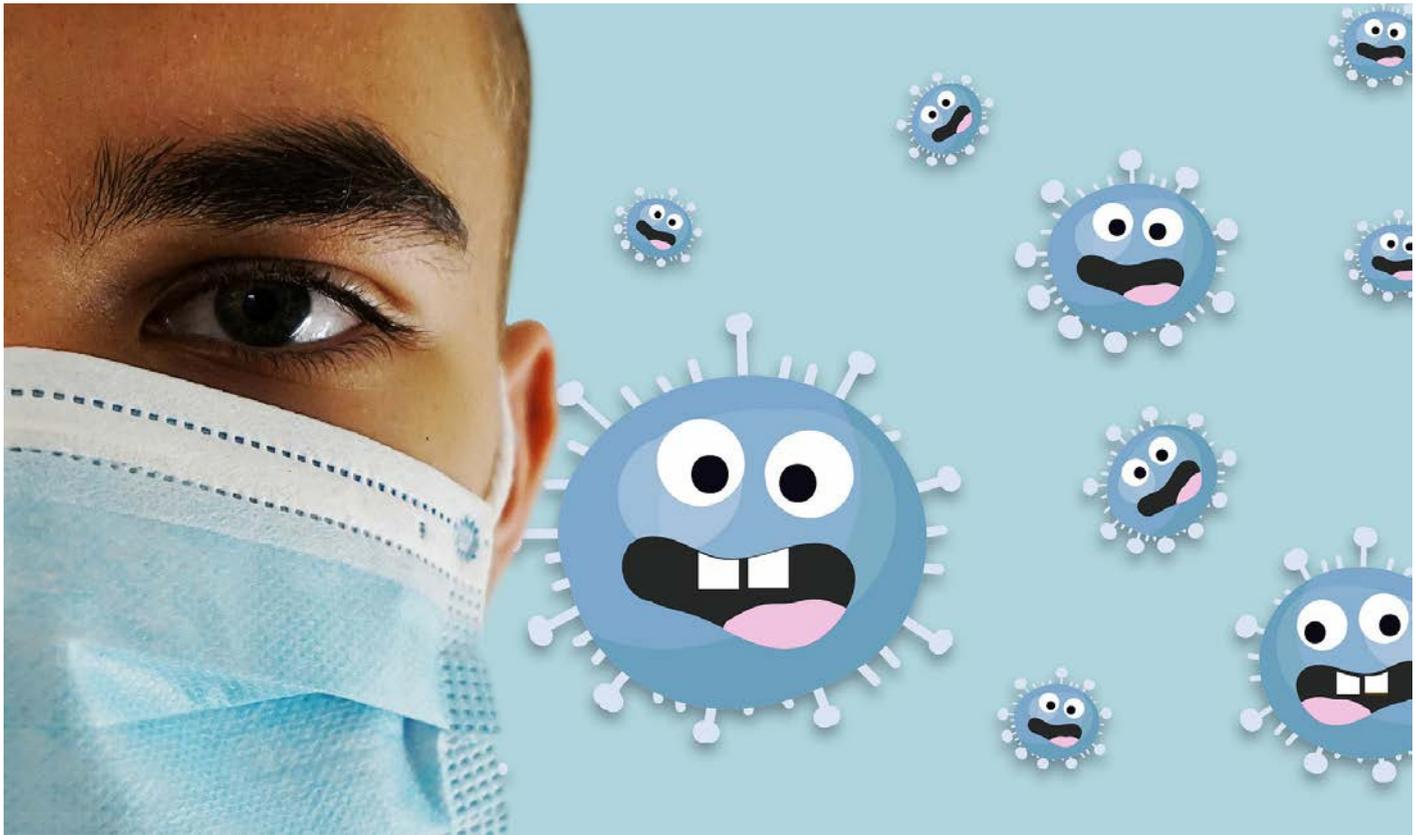
¡Listo! Con este arreglo estarás protegido de microgotas de hasta 0.70 micrómetros de diámetro, y lo mejor de todo, ¡es ecológico y lavable! Recuerda que puedes hacer tantos como necesites y deberás lavarlos con detergente regular después de cada uso.

Diseño: Danerick Lemus Vargas

# ARTÍCULO

## SOS Pandemia mundial. Y ahora ¿cómo me cuido del nuevo coronavirus?

Sandra Edith López Castañeda y Martha Eva Viveros Sandoval



**Dra. Sandra Edith López Castañeda**, SSM, Unidad de Vigilancia Epidemiológica, Hospital General "Dr. Miguel Silva". Investigador Postdoctoral del Laboratorio de Hemostasia y Biología Vascul ar, División de estudios de Posgrado Facultad de Ciencias Médicas y Biológicas "Dr. Ignacio Chávez", Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo.

[sandra.lopez@umich.mx](mailto:sandra.lopez@umich.mx)

**Dra. Martha Eva Viveros Sandoval**, Titular del Laboratorio de Hemostasia y Biología Vascul ar, División de estudios de Posgrado: programa de Maestría en Ciencias de la Salud de la Facultad de Ciencias Médicas y Biológicas "Dr. Ignacio Chávez", Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo.

[martha.viveros@umich.mx](mailto:martha.viveros@umich.mx)

**P**ara frenar la cadena de contagio del coronavirus SARS-CoV-2 y evitar que la enfermedad COVID-19 llegue a las poblaciones que tienen mayor riesgo de enfermar o morir, es necesario tener en cuenta ciertas medidas de prevención.

Este virus es responsable de ocasionar desde un resfriado común hasta enfermedades respiratorias más graves. Los principales síntomas incluyen: fiebre, tos y dificultad para respirar; algunos pacientes pueden presentar también dolor muscular, escurrimiento/congestión nasal, dolor de garganta y diarrea. Es importante mencionar que algunos individuos pueden desarrollar síntomas muy leves o incluso ser asintomáticos, por lo que es muy importante reforzar las medidas de prevención para evitar contagio de esta nueva enfermedad.

La evidencia disponible hasta el momento apunta a que el virus causante de esta enfermedad se transmite principalmente por contacto con gotas respiratorias, ya sea por contacto cercano entre las personas, mediante microgotas respiratorias producidas al toser, estornudar o hablar, estas pequeñas gotas pueden llegar a los ojos, nariz o boca de las personas que se encuentren cerca, por eso es importante mantener una distancia suficiente entre las personas (1-2 metros). Existe la posibilidad que una persona se contagie de COVID-19 al tocar un objeto o superficie que tenga el virus y posteriormente se toque la boca, la nariz o posiblemente los ojos, por lo que es importante evitar tocarse la cara.

Por sencillo que parezca, el lavado de manos es fundamental para frenar la cadena de contagio, se recomienda lavar las manos frecuentemente con

agua y jabón durante al menos 20 segundos o con algún desinfectante para manos a base de alcohol (que contenga por lo menos un 60% de alcohol), especialmente después de estar en un lugar público, sonarse la nariz, toser o estornudar. Procurar practicar la higiene respiratoria, cubriendo la boca y nariz al toser o estornudar, de preferencia con la parte interna del codo o con algún pañuelo, desecharlo inmediatamente en un recipiente cerrado y lavarse las manos.

También es importante evitar el contacto cercano con las personas (esto significa mantener una distancia entre 1 y 2 metros), incluyendo apretones y saludo de manos, así como evitar los sitios concurridos, las personas que se desplazan al trabajo en transporte público deben tener aún mayor precaución, aplicando todas las medidas mencionadas.

## Síntomas del COVID-19 \*



\*Las personas infectadas no necesariamente presentan todos los síntomas. En algunos casos, pueden no tener ninguno.

\*\*En caso de presentar este síntoma se recomienda buscar atención médica.

Fuentes: Heloisa Ravagnani (SBI - DF), Paulo Sergio Ramos (Fiocruz Recife), OMS, NHS, CDC



# MEDIDAS GENERALES DE PREVENCIÓN



1

Lavarse las manos con agua y jabón a conciencia y de manera frecuente al menos por 20 segundos.

En caso de no poder hacerlo, utilizar alcohol o gel para desinfectar las manos



2

Cubrirse la parte interna del brazo al toser o estornudar



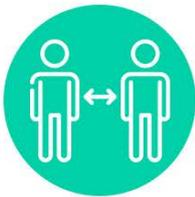
3

Evitar tocarse la cara



4

No saludar de mano y beso a otras personas



5

En lo posible mantener una distancia de 1 metro respecto a otras personas en los sitios de trabajo y áreas comunes



6

El personal que se desplace al trabajo en transporte público debe tener aún mayor precaución aplicando todas las medidas aquí señaladas



7

El tabaquismo es un factor de riesgo para enfermedad pulmonar por lo que se recomienda suspender el hábito



8

Comparte estas medidas de prevención con familiares y personas con las que conviva de manera cotidiana en casa, en escuelas, en el traslado al trabajo, etc.

Es importante procurar la limpieza y desinfección diaria de las superficies que se tocan con frecuencia (interruptores de luz, puertas, teléfonos).

El teléfono celular es uno de los objetos que usamos con mayor frecuencia a lo largo del día, su limpieza constante es una medida preventiva para frenar la propagación de la enfermedad, al momento de realizar la limpieza del mismo es importante recordar apagar el teléfono, desconectar todos los cables, evitar rociar sustancias desinfectantes directamente, así como evitar sumergir el celular en cualquier líquido de limpieza. El tabaquismo es uno de los factores de riesgo que se ha relacionado con complicaciones en personas jóvenes y sanas, por lo que se recomienda suspender su práctica.

Los adultos mayores son una población especial-

mente vulnerable, se debe procurar mantener contacto telefónico y evitar las visitas, de no ser posible evitar las visitas mantener una distancia de al menos un metro, evitar que estén en contacto con niños y personas enfermas, llevarlos al médico en caso de presentar síntomas, apoyarles en asuntos personales como compras, pagos y trámites, es importante desinfectar con frecuencia objetos de uso común como son el bastón, andadera, agarraderas y manijas.

En caso de contar alguna persona enferma en casa es conveniente dormir en una habitación separada, ventilar con frecuencia las habitaciones, limitar el número de cuidadores, procurar y supervisar el lavado de manos, especialmente posterior a cada contacto con el paciente, lavar la ropa, sábanas y

toallas al menos dos veces por semana, desinfectar los baños diariamente con cloro, así como limpiar y desinfectar continuamente con cloro o alcohol al 70% las superficies de uso cotidiano. La persona enferma debe permanecer en casa, hasta su recuperación, incluso si su sintomatología es leve, excepto si requiere recibir atención médica.

El uso de cubrebocas ha sido ampliamente discutido, esto se debe a que estamos enfrentando una enfermedad nueva y cada día aprendemos un poco más de su comportamiento, la evidencia actual nos indica que el uso de cubrebocas o mascarillas de tela es de utilidad, ya que no sólo ayudan a proteger a las personas que se encuentran alrededor del individuo portador del virus, sino que tam-

bién ayudan a disminuir la cantidad que virus que se pueden llegar a inhalar y se ha demostrado que esto se relaciona con el riesgo de desarrollar la enfermedad y la gravedad de la misma, sin embargo para que esta medida resulte de utilidad es fundamental hacer un uso adecuado de los cubrebocas o mascarillas, por lo que se recomienda lavarse las manos antes de colocar y retirar el cubrebocas, ajustar el cubrebocas de tal manera que no queden aberturas a los lados, asegurarse de que cubra la boca, nariz y barbilla, es conveniente evitar tocar el cubrebocas, retirarlo manipulando solamente las tiras que se colocan detrás de las orejas o la cabeza, una vez retirado mantenerlo alejado de la cara, finalmente lavarse nuevamente las manos después de quitár-

## PASOS PARA PREVENIR LA PROPAGACIÓN DE COVID-19



1

Lávate las manos con agua y jabón varias veces al día



2

Si toses cúbrete la nariz y la boca con el codo flexionado o con un pañuelo



3

Evitar tocarte los ojos, nariz y boca



4

Evita lugares concurridos



5

Si no te sientes bien, quédate en casa, aunque la fiebre y la tos sean leves



6

Si tienes fiebre, tos y dificultad para respirar busca atención médica lo antes posible, pero llama por teléfono primero



7

Mantente al día con información oficial

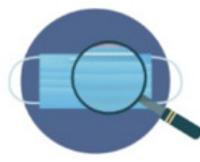
FUENTES: ORGANIZACIÓN MUNDIAL DE LA SALUD



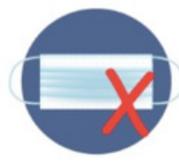
**1**  
Lava tus manos con solución alcohol-gel con concentración al 60% antes de tocar el cubrebocas



**2**  
Revisa que el cubrebocas se encuentre se encuentre íntegro y limpio (no rasgaduras, ligas inadecuadas)



**3**  
Identifica la parte que va hacia arriba (ajuste nasal) así como parte externa (pliegues hacia abajo- por lo general la parte con color hacia afuera)



**4**  
No toques la parte interna



**5**  
Coloca el ajuste nasal sobre la nariz

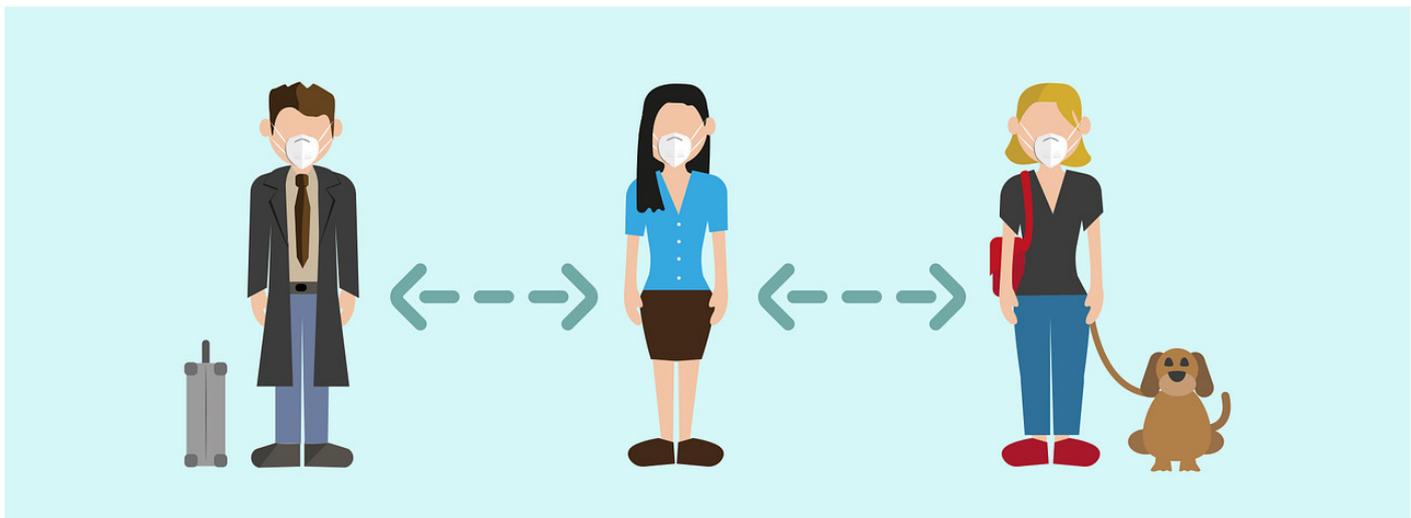


**6**  
Asegura que cubra nariz, boca y barbilla. Asegurate que ajusta bien el resto de tu cara

selo. Es importante evitar el uso de cubrebocas que estén dañados, sucios o mojados, evitar utilizar cubrebocas que dificulten la respiración y no compartir los cubrebocas con otras personas.

Evitar la propagación de esta enfermedad es fundamental para salir juntos de esta pandemia, por sencillas que parezcan adoptar medidas de prevención como parte de nuestras actividades diarias es la clave para protegerse e impedir la propagación del COVID-19, y hasta que exista una vacuna segura y accesible a toda población, son la mejor

alternativa a seguir, si no te sientes bien procura quedarte en casa a menos que requieras atención médica, puedes hacer uso de las líneas telefónicas disponibles para recibir información y orientación, consulta y comparte solo información de fuentes confiables, evita compartir noticias falsas, es importante mencionar que hasta este momento no existe un tratamiento definido que haya demostrado utilidad, por lo que se recomienda evitar el uso de remedios o tratamientos alternativos que puedan poner en riesgo la salud.



Organización Mundial de la Salud (2020). *Brote de enfermedad por coronavirus (COVID-19): orientaciones para el público*. <https://www.who.int/es/emergencias/diseases/novel-coronavirus-2019/advice-for-public>  
Organización Panamericana de la Salud (2020). *Documentos técnicos de la OPS - Enfermedad por el Coronavirus (COVID-19)*. <https://www.paho.org/es/documentos-tecnicos-ops-enfermedad-por-coronavi->

rus-covid-19  
Secretaría de Salud México (2020). *Todo sobre COVID-19* <https://coronavirus.gob.mx/>

Centros para el control y la Prevención de Enfermedades CDC (2020). *Como protegerse y proteger a los demás*. <https://espanol.cdc.gov/coronavirus/2019-ncov/prevent-getting-sick/prevention.html>

# ARTÍCULO

## Medicamentos y productos milagro para COVID-19: Lo que debemos saber

Martha Estrella García Pérez



**D.C. Martha Estrella García Pérez**, Profesora investigadora del Instituto de Investigaciones Químico Biológicas de la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo.  
[martha.garcia@umich.mx](mailto:martha.garcia@umich.mx)

La enfermedad causada por el nuevo coronavirus SARS-CoV-2 ha ocasionado una drástica contracción de la economía mundial, así como cambios significativos en términos sociales en todo el planeta. Su impacto súbito y generalizado no ha pasado desapercibido, mucho menos para las compañías farmacéuticas, las que han iniciado una carrera contra el tiempo para desarrollar nuevas terapias que permitan el regreso a la normalidad que tanto se anhela. Nunca como antes se ha comprendido que el desarrollo farmacéutico es crucial para la sociedad y nunca como antes se ha dado una importancia tan grande a la inversión en salud pública, para hacer frente a emergencias sanitarias como las actuales. Ante el desastre sanitario y la tristeza, muchas personas se preguntan:

### ¿Por qué no tenemos aún tratamientos aprobados para la enfermedad?

Detrás de cada medicamento que compramos en la farmacia hay una larga historia conformada por 10, 15 o incluso 20 años de investigación antes de su aprobación por la entidad regulatoria para ir al mercado. Esto porque se necesita cuidar su eficacia y su seguridad, y para garantizarlas, el candidato en desarrollo debe seguir una secuencia de estudios que, en condiciones normales, toman bastante tiempo y recursos (ver *Saber Más* 49:14-17).

El día 30 de enero de 2020, la OMS declara la epidemia de COVID-19 como una emergencia de salud pública de preocupación internacional. Desde entonces, la carrera por conseguir un medicamento aprobado para la enfermedad a inusitada velocidad pandémica, constituye un desafío para las compañías farmacéuticas a escala global. Hasta el momento, no existen medicamentos con registros sanitarios permanentes para la COVID-19, por lo que se ha recomendado que cualquier intervención farmacológica se lleve bajo un protocolo de investigación clínica y estricto seguimiento médico. Sin embargo, múltiples fármacos están en estudio, algunos orientados a tratar la enfermedad y otros dirigidos a prevenirla, entre ellos tenemos a algunos antivirales, antiinflamatorios e inmunomoduladores. En forma preocupante, las redes sociales y otros medios informativos han incitado a utilizar "productos milagro" sin ningún sustento científico, lo que puede ocasionar riesgos toxicológicos importantes. Por esta razón debemos conocer un

poco más sobre los medicamentos en estudio para la tratar la enfermedad y de esa forma no caer en las trampas de productos fraudulentos.

### ¿Qué medicamentos se han sugerido como tratamientos potencialmente útiles para COVID-19?

#### Fármacos antivirales:

**Remdesivir:** Fármaco prometedor. Fabricado por la compañía estadounidense Gilead Sciences, se convirtió en el primer medicamento en obtener una autorización condicional de emergencia por la Administración de Alimentos y Medicamentos de los Estados Unidos de América (FDA, por sus siglas en inglés) para COVID-19. Datos recopilados de estudios clínicos muestran que el medicamento puede reducir el tiempo de recuperación de 15 a 11 días en pacientes hospitalizados y disminuir la tasa de mortalidad comparativamente con el placebo. Los estudios continúan para evaluar su combinación con otros agentes terapéuticos.

**Lopinavir/Ritonavir.** Falta de eficacia. Esta combinación se ha utilizado durante años para tratar el virus de inmunodeficiencia humana (VIH), causante del SIDA. Sin embargo, los resultados de un estudio clínico con 199 pacientes hospitalizados, publicado en mayo por la revista *The New England Journal of Medicine* mostró resultados desalentadores en términos de la reducción de la mortalidad y el tiempo de recuperación contra SARS-CoV-2. En julio, la OMS decidió suspender los ensayos clínicos





con este medicamento en pacientes gravemente enfermos. Sin embargo, no descartó la posibilidad de que la combinación fuera usada en pacientes no hospitalizados o como profilaxis para la enfermedad.

**Hidroxicloroquina:** Falta de eficacia. Ha sido sin dudas uno de los fármacos más controversiales ensayados para la enfermedad. Un estudio no aleatorizado con un pequeño número de pacientes, llevado a cabo por un grupo de investigadores franceses mostró una disminución de la carga viral en individuos que recibieron el medicamento. Los resultados de un estudio clínico aleatorizado ulterior realizado por el grupo RECOVERY donde se compararon 1542 pacientes que recibieron el fármaco contra 3132 que fueron tratados con el tratamiento estándar, mostraron resultados decepcionantes ya que no se encontraron diferencias significativas entre ambos grupos, respecto a la mortalidad o el tiempo de estadía hospitalaria. Los resultados de otro estudio observacional publicado en junio en *The New England Journal of Medicine*, no encontraron asociación significativa entre la administración del fármaco y el riesgo de muerte o intubación. El 15 de junio, la FDA revocó la autorización de uso de emergencia para tratar pacientes hospitalizados con COVID-19 al margen de estudios clínicos controlados y en el mes de julio, la OMS suspendió

los ensayos clínicos con este fármaco en pacientes hospitalizados. Sin embargo, no se excluyó la posibilidad de estudiarlo en pacientes no hospitalizados o como profilaxis para la enfermedad.

**Ivermectina:** Sin evidencia científica suficiente. Se trata de un reconocido fármaco antiparasitario. En un artículo publicado en la revista *Antiviral Research* investigadores australianos demostraron que el fármaco tiene una acción viricida *in vitro* sobre SARS-CoV-2. Sin embargo, la dosificación usada podría generar efectos secundarios sobre los humanos. La FDA emitió una alerta contra la utilización de este fármaco tomando como base este estudio, por el riesgo de eventos adversos. Hasta el momento, no hay evidencia clínica suficiente que sustente su uso como terapia para la COVID-19.

#### **Fármacos antiinflamatorios:**

**Dexametasona:** Fármaco prometedor. Se trata de un corticosteroide a precio asequible que puede modular la lesión pulmonar mediada por la inflamación y consecuentemente reducir la progresión a insuficiencia respiratoria y muerte generada por el virus. Un estudio controlado, aleatorizado, abierto con pacientes de COVID-19 publicado por la revista *The New England Journal of Medicine* donde se estudiaron dos grupos de tratamiento, uno tratado

con Dexametasona oral o intravenosa (6 mg/día) durante 10 días contra otro con el tratamiento estándar, mostró que el grupo que utilizó Dexametasona, presentó una incidencia de muerte significativamente menor comparativamente a los pacientes que recibieron ventilación mecánica invasiva y a aquellos que recibieron oxígeno sin ventilación mecánica. Sin embargo, no se encontraron diferencias con relación a los pacientes que no recibieron asistencia respiratoria al momento de la aleatorización. Dado los efectos inmunosupresores del medicamento, deben tomarse precauciones con respecto a su uso en pacientes que se encuentran en las etapas iniciales de la enfermedad o durante la etapa de recuperación ya que podría retardar la generación de anticuerpos y la acción de mediadores inmunológicos que ofrecen protección contra el virus.

**Tocilizumab:** Sin evidencia científica suficiente. Cuando escuchamos hablar de pacientes graves de COVID-19, uno de los términos recurrentes que conducen a la muerte está relacionado con la "tormenta de citocinas". Se plantea que entre un 5 a un 10% de los pacientes la producción de citocinas se magnifica de forma descontrolada generando esta "tormenta" que constituye una amenaza para el organismo. Existen anticuerpos monoclonales como el Tocilizumab dirigido a inactivar la citocina conocida como interleucina 6 (IL-6). En un estudio retrospectivo, observacional recientemente publicado en la revista *The Lancet Rheumatology*, el tratamiento con este fármaco se asoció con un riesgo reducido de muerte y utilización de ventilación mecánica en los pacientes. Sin embargo, se espera obtener ma-

yor evidencia de otros estudios clínicos controlados a mayor escala usando este fármaco solo y en combinación con otros tratamientos.

#### Inmunomoduladores:

**Plasma de convalecientes:** Sin evidencia científica suficiente. El uso de plasma de convalecientes, dada su riqueza en anticuerpos, se ha utilizado como estrategia farmacológica para COVID-19. En el mes de mayo, la FDA designó a este plasma como "Producto de investigación", lo que significa que puede usarse en estudios clínicos y en pacientes gravemente enfermos. Investigaciones clínicas a pequeña escala realizadas en China demostraron una mejoría de la sintomatología clínica de los pacientes asociada con el uso de plasma de convalecientes. Sin embargo, se esperan los resultados de otros estudios clínicos multicéntricos con un número mayor de pacientes para extraer conclusiones sobre su utilidad terapéutica para COVID-19.

**Interferones:** Sin evidencia científica suficiente. Los interferones son moléculas que producen naturalmente nuestras células en respuesta a diversos patógenos como virus, bacterias, parásitos y células tumorales, conduciendo a la activación del sistema inmunitario. En un ensayo multicéntrico, prospectivo, abierto, aleatorizado de fase II en adultos con COVID-19 en 6 hospitales de Hong Kong se evaluó la triple combinación de Interferón  $\beta$ -1b junto con Lopinavir/Ritonavir y Ribavirin comparativamente con el tratamiento estándar con Lopinavir/Ritonavir. La terapia antiviral triple mostró ser segura y





más eficaz respecto al alivio de los síntomas, permitiendo acortar la diseminación viral y la estancia hospitalaria de los pacientes con enfermedad

leve y moderada. Se espera recopilar más evidencia a partir de nuevos estudios clínicos donde se incluya un grupo control con interferón, así como resultados de investigaciones usando este fármaco, combinado con antivirales como el Remdesivir, antes de establecer su uso para tratar la COVID-19.

### Productos "milagro" para COVID-19 ¿Realmente funcionan?

¡Cuidado con caer en las trampas de la desinformación! En las redes sociales circulan productos sin sustento científico que podrían generar consecuencias graves sobre tu salud. ¿Cómo reconocerlos? Los productos "milagro", generalmente presentan leyendas alusivas a las patologías que pretenden tratar, pero en su base no cuentan con procedimientos de registro ante entidades regulatorias (no tienen número de registro sanitario) ni siguen protocolos de control de calidad de sus procesos productivos, y mucho menos cuentan con registro de sus proveedores. Tampoco han sido probados en estudios preclínicos y clínicos controlados. Actúa con responsabilidad, ¡NO LOS CONSUMAS! Uno de los más extendidos es el Dióxido de Cloro.

**Dióxido de Cloro:** ¡Genera efectos adversos! Dado su carácter oxidante, se ha utilizado con éxito para

esterilizar quirófanos y otras superficies, sin embargo, no ha sido probado bajo estudios controlados en animales de experimentación o en seres humanos para COVID-19. Provoca eventos adversos serios como disminución de la presión arterial que puede conducir a la muerte por deshidratación, insuficiencia hepática aguda, alteración de la actividad eléctrica del corazón, diarrea y vómitos severos. Además, este producto puede generar insuficiencia respiratoria grave por disminución del oxígeno transportado en el torrente circulatorio. El 8 de abril, la FDA emitió una advertencia contra empresas que comercializan este tipo de productos sin responsabilidad y poniendo en riesgo a las personas. El 23 de julio la COFEPRIS, la Comisión Federal para la Protección contra Riesgos Sanitarios en México, se pronunció en contra del uso del Dióxido de Cloro o Solución Mineral Milagrosa, ante el riesgo que representa para la salud de la población mexicana.

### ¿Qué lecciones hemos aprendido hasta ahora?

La pandemia generada por el nuevo coronavirus SARS-CoV-2 constituye uno de los mayores desafíos que ha enfrentado la medicina moderna. La comunidad científica internacional, las agencias reguladoras, el personal sanitario y las empresas farmacéuticas, las que están enfrascadas en una lucha contra reloj para encontrar tratamientos seguros y eficaces que permitan salvar las vidas de las personas afectadas. A pesar de los grandes esfuerzos, todavía no hay cura para la enfermedad e incluso los tratamientos más prometedores carecen de autorizaciones sanitarias permanentes a la espera de nuevos resultados en estudios clínicos controlados.

Desafortunadamente, esta triste realidad es aprovechada por empresas sin escrúpulos que ofrecen tratamientos "milagro", que ponen en riesgo la vida de las personas. ¡Combate la desinformación con información oportuna! Visita los sitios oficiales de la Secretaría de Salud, la Organización Mundial de la Salud, la Organización Panamericana de la Salud y las agencias reguladoras en materia de medicamentos. Lee publicaciones científicas. Es tu vida, es tu salud, es tu responsabilidad.



Beigel et al. *New England Journal of Medicine* (2020). DOI: 10.1056/NEJMoa2007764  
Cao et al. *New England Journal of Medicine* (2020); 382: 1787-1799. DOI: 10.1056/NEJMoa2001282

Gautret et al. *International Journal of Antimicrobial Agents* (2020); 56 : 105949 <https://doi.org/10.1016/j.ijantimicag.2020.105949>  
<https://www.recoverytrial.net/>  
Geleris et al. *New England Journal of Medicine* (2020);

382:2411-2418. DOI: 10.1056/NEJMoa2012410  
Caly et al. *Antiviral Research* (2020); 178: 104787. <https://doi.org/10.1016/j.antiviral.2020.104787>  
The RECOVERY Collaborative Group. *New England Journal of Medicine*. (2020) DOI: 10.1056/NEJMoa2021436

Guaraldi et al. *The Lancet Rheumatology* (2020); 2: e474-e484

Hung et al. *The Lancet* (2020); 10238: 1695-1704

# ARTÍCULO

## Cubre bocas: Trampas de coronavirus

Orlando Hernández Cristóbal y Mariana Molina Torres



**Orlando Hernández Cristóbal**, Técnico Académico Titular A, Laboratorio de Microscopía (LAMIC), Escuela Nacional de Estudios Superiores, Unidad Morelia.

[ohernandez@enesmorelia.unam.mx](mailto:ohernandez@enesmorelia.unam.mx)

**Mariana Molina Torres**, Egresada de la Licenciatura en Ciencia de Materiales Sustentables (LCMS) de la Escuela Nacional de Estudios Superiores, Unidad Morelia.

[marian.mtt@hotmail.com](mailto:marian.mtt@hotmail.com)

**S**iempre se teme que un objeto macroscópico como un meteorito gigante que se aproxima a nuestro planeta pudiera chocar y acabar con la especie humana, sin embargo, muy pocas veces pensamos que un objeto pequeño pudiera tener el mismo grado de letalidad. El SARS-CoV-2 mide aproximadamente 0.1 micrómetros, es decir, ¡el grosor de un cabello dividido 1000 veces! Pues bien, el ya conocido coronavirus tiene estas dimensiones y es el causante de la enfermedad COVID-19 que a la fecha ha generado alrededor de 800,000 muertes en el mundo. Una de las medidas para evitar contagios ha sido el uso de los cubrebocas, cuyo objetivo principal es evitar que las partículas contaminadas con el virus lleguen a nuestro sistema respiratorio. En este artículo, presentamos un es-

tudio cualitativo usando la microscopía electrónica de barrido y mostramos cómo son los diferentes tejidos de los materiales con los que están hechos los cubrebocas, así como cuáles y cómo podrían ayudarnos para evitar ser contagiados. Ante la “nueva normalidad” que vivimos, es imprescindible el uso del cubrebocas, por lo que sugerimos con base en nuestras observaciones, cómo podría ser elaborado un buen cubrebocas casero con materiales que están al alcance de nuestras manos.

El uso del cubrebocas ha sido implementado en todo el mundo como una medida para evitar la propagación del virus SARS-CoV-2 y tras unos meses de uso, el mundo de la moda ha diseñado diversos modelos para cubrir los gustos de los usuarios. Este hecho ha dado lugar a una competencia entre moda y seguridad que está poniendo en peligro nuestra salud. Por otro lado, se sabe que uno de los factores más importantes que provocan altas tasas de contagio del COVID-19 es que algunos cubrebocas no cumplen con las recomendaciones de la Organización Mundial de la Salud (OMS).

En la literatura científica, se ha reportado que este virus se puede propagar ya sea en pequeñas partículas conocidas como *aerosoles*, ya sea usando como medio de transporte las pequeñas gotas de saliva -estas partículas miden en su mayoría 72 y 360 micrómetros- que se emiten principalmente cuando una persona contagiada estornuda o habla, o partículas pequeñas como el polvo con tamaños menores a 5 micrómetros.

Tras varios meses de aislamiento, muchos gobiernos, incluyendo el de México, han permitido

nuevamente la reactivación de actividades cotidianas bajo lo que se conoce como “nueva normalidad” y el cubrebocas continúa como uno de los principales actores. Esta es la razón por la que nos interesamos en el análisis de la eficiencia de los cubrebocas basado en un estudio morfológico cualitativo utilizando la microscopía electrónica de barrido.

### Microscopía Electrónica y ciencia de materiales

El microscopio electrónico de barrido es un dispositivo que fue desarrollado en 1935, y sólo 11 años después llegó a México. Hoy en día se estima que en el país existen alrededor de 600 microscopios electrónicos de barrido. Uno de los principales retos de estos nuevos dispositivos fue superar la resolución alcanzada por los microscopios ópticos (2000 aumentos), así como lograr obtener mayor profundidad de campo. En la actualidad, gracias a los avances tecnológicos y de ingeniería, su capacidad de ampliación es de 1,000,000 de aumentos, es decir, se pueden observar objetos menores a 10 nanómetros con una gran precisión.

La microscopía electrónica de barrido es una técnica aplicada al análisis y caracterización de materiales sólidos. Consiste en generar un haz de electrones que, mediante lentes electromagnéticas (bobinas), es alineado y enfocado sobre la muestra. Al incidir un haz de electrones sobre la materia se generan distintas señales, algunas de éstas provienen de electrones secundarios y retrodispersados que, al incidir en detectores, generan pulsos de corriente que son traducidas en imágenes (micrográficas), donde podemos estudiar la topografía de los materiales (Figura 1).

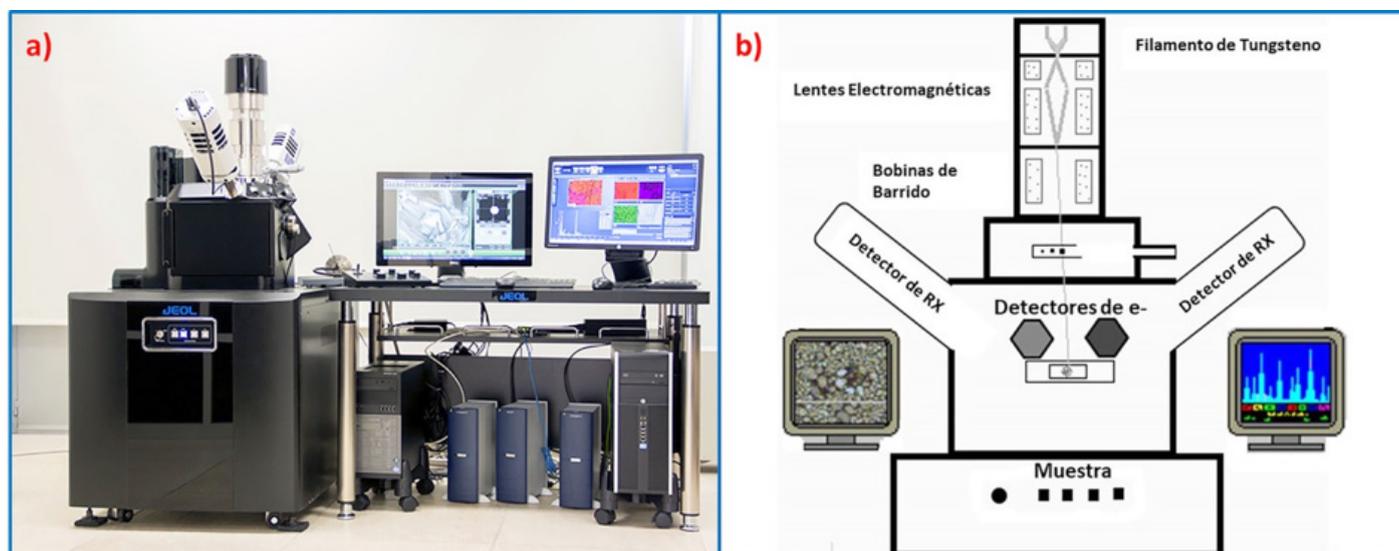


Figura 1: (a) Microscopio electrónico de barrido JEOL IT300 del Laboratorio de Microscopía (LAMIC) de la ENES Unidad Morelia, y (b) funcionamiento del microscopio electrónico de barrido.

## USO MÉDICO



## USO COMÚN



Figura 2: Cubrebocas de uso médico y uso común

### Cubrebocas observados desde el microscopio electrónico de barrido

En la búsqueda de saber cómo están hechos algunos de los cubrebocas de uso médico y de uso común, se sometieron a la observación por microscopía electrónica de barrido muestras de cubrebocas de uso médico (N95, KN95, quirúrgico y traje de bioseguridad) y de uso común (paliacate, neopreno y tejido de algodón). Los estudios se llevaron a cabo en el Laboratorio de Microscopía (LAMIC) de la ENES-UNAM, Unidad Morelia (Figura 2).

En la figura 3 se muestran micrografías de tejido de cubrebocas de uso médico. Con excepción del traje de bioseguridad, en todos se observan fibras poliméricas entrelazadas de manera desordenada. Además de esta característica, presentan retículas que tienen en promedio 10 micrómetros de tamaño, es decir, partículas de saliva de 70 micrómetros o mayores quedarán fácilmente atrapadas en estos tejidos (Fig. 3 a-c). En el caso de la muestra extraída del traje de bioseguridad (Fig. 3d), se ob-

serva una capa uniforme polimérica que contiene pequeños orificios de entre 0.1 y 0.2 micrómetros, es decir, no permite el paso partículas de saliva de 70 micrómetros.

Respecto a las mascarillas de uso común, analizamos tres materiales representativos. En el caso del paliacate (Fig. 4a), se observan fibras de algodón ordenadas con retículas de 135 micrómetros. Es decir, una partícula de saliva de 70 micrómetros puede atravesar estas cavidades con mucha facilidad. Esta misma situación se observa en el caso de la tela obtenida de una sábana de algodón finamente confeccionado (Fig. 4b). En general, cualquier tejido ordenado con retículas mayores a 70 micrómetros permitirá el paso de las pequeñas gotas de saliva así como de cualquier aerosol que pudiera estar transportando el coronavirus. Otro cubrebocas muy usado es el de neopreno (Fig. 4 c-d), en el que encontramos una morfología poco transpirable ya que solo presenta pocos orificios con tamaño de 4 alrededor de micrómetros. Este resultado parecería indicar una alta protección contra los aerosoles,

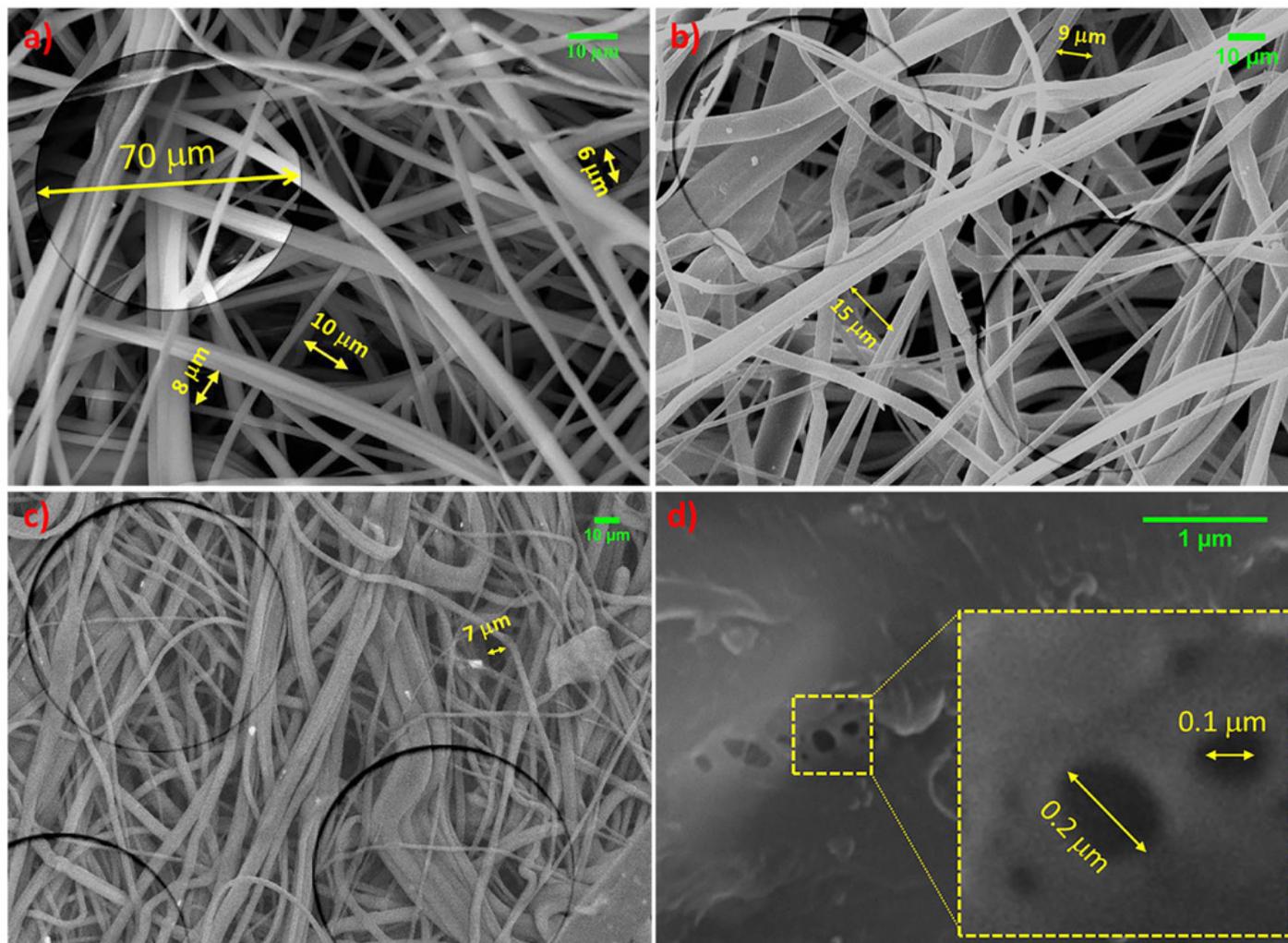


Figura 3: Micrografías de muestras de cubrebocas de uso médico. En (a) N95, (b) KN95, (c) quirúrgico y (d) traje de bioseguridad. Los círculos representan gotas de agua con tamaños de 70 micrómetros.

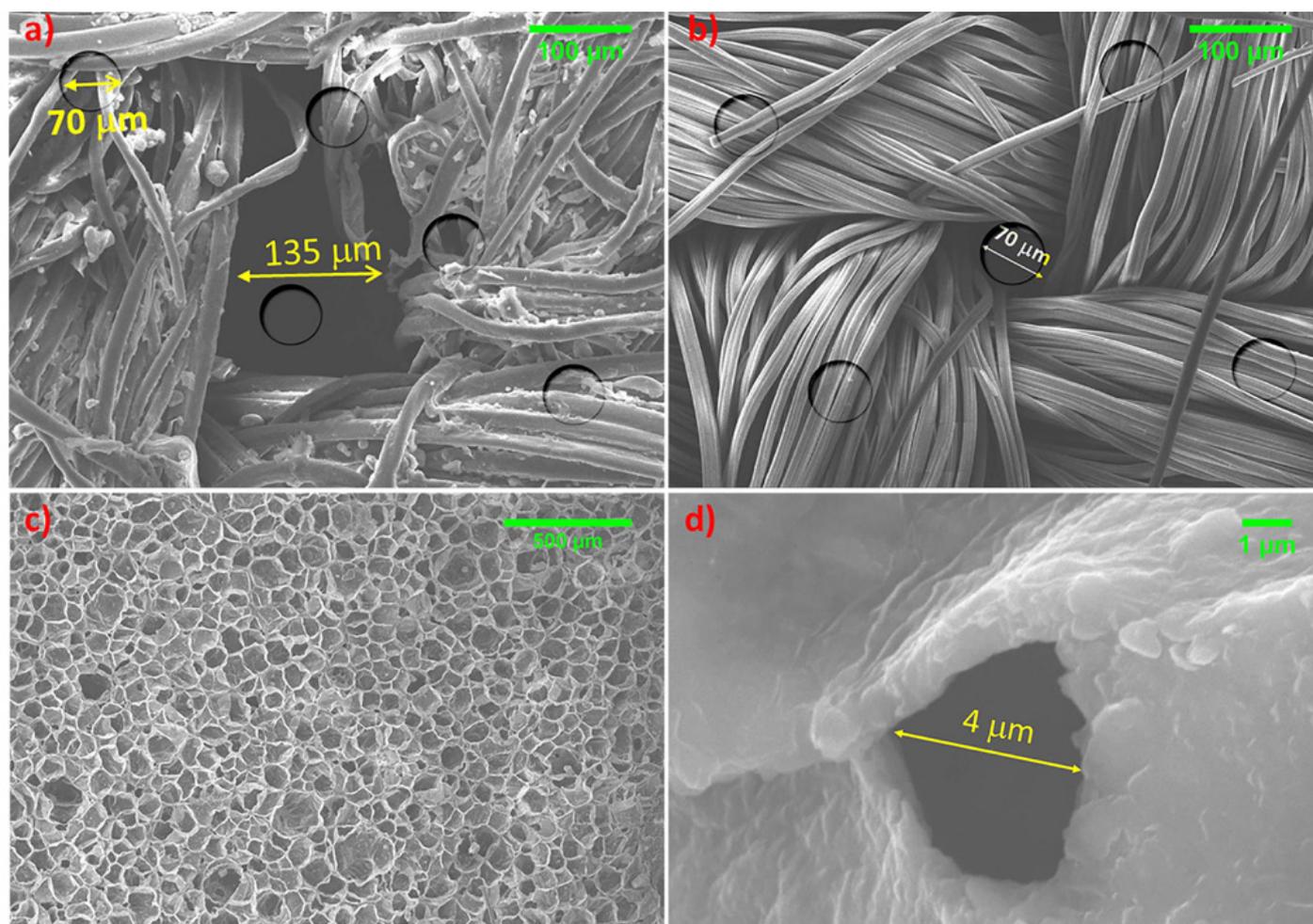


Figura 4: Micrografía de muestras de cubrebocas de uso común. En (a) paliacate, (b) tejido de algodón, (c) y (d) neopreno. En (a) y (b) los círculos representan gotas de agua con tamaños de 70 micrómetros.

sin embargo, dificulta la respiración de quien lo porta y obliga al usuario a respirar aire no filtrado que pasa por las orillas del cubrebocas.

### Nueva normalidad

Dentro de la nueva normalidad el uso del cubrebocas es obligatorio, ¿Cómo elegir el mejor cubrebocas?. También es recurrente ver que nos ofrecen cubrebocas de tela de tres capas con la posibilidad de reusarlos (cambio de filtro) y generar menos basura. Entonces, ¿Podría cualquier persona elaborar su propio cubrebocas, salvarse del virus y ayudar al medio ambiente?

De acuerdo a nuestros resultados, los cubrebocas que presentan una mejor protección son los de uso médico siempre y cuando se usen adecuadamente. Por otro lado, si se desea salvarse del virus y ayudar al medio ambiente, es recomendable utilizar los cubrebocas de tres capas que pueden ser comprados o elaborados por nosotros mismos (Figura 5).

### Recomendaciones para elaborar cubrebocas de tres capas

La capa externa será más segura si es repelente a los fluidos, es decir, tarda mucho en absorber agua. La finalidad de esta capa es actuar como una primera barrera que evita que los aerosoles de saliva lleguen al sistema respiratorio. Por ejemplo se puede utilizar telas de poliéster. La capa siguiente o intermedia servirá como filtro. Se encontró que mascarillas de uso industrial (concha industrial) y filtros de aspiradoras, por ejemplo "Koblenz" tienen un arreglo similar a las mascarillas de uso médico.

Por último, la tercer capa o capa interna, es recomendable que sea de alguna tela absorbente (algodón) para que la saliva y fluidos se queden atrapados y se evite contagiar a otras personas.

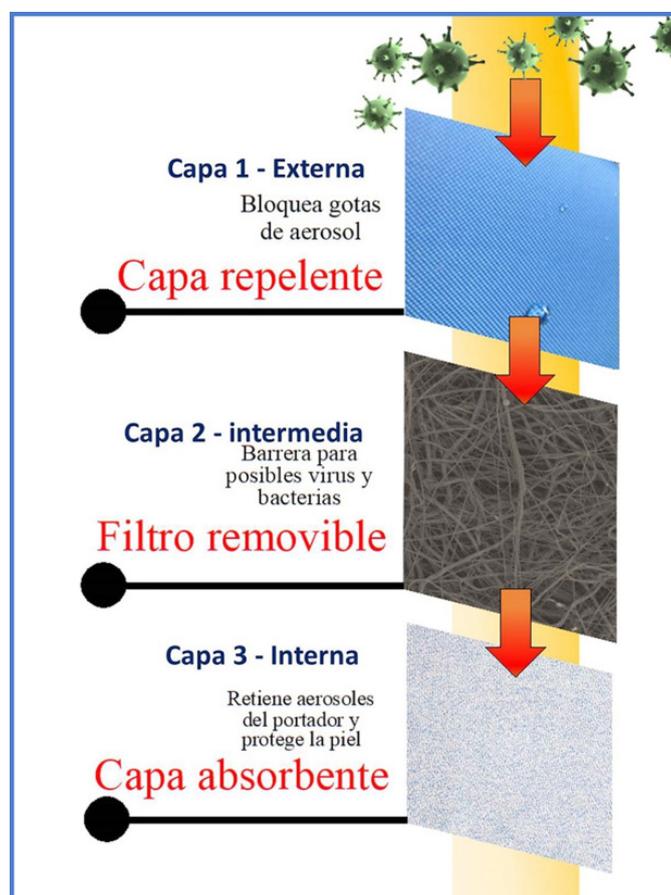


Figura 5: Recomendaciones para la confección de cubrebocas casero de tres capas.

Una vez elaborado, se recomienda cambiar el filtro cada semana además de seguir las indicaciones de no tocar la mascarilla, colocar y ajustarla a la cara con las cintas que se sujetan a las orejas y tapar completamente desde la nariz hasta la barbilla.

El uso de cubrebocas es un aliado para protegernos, sin embargo, como se observó en los distintos materiales analizados, no todos nos protegen de la misma manera. Aprendamos a elegirlos, anteponiendo siempre nuestra seguridad antes que la moda.



Organización Mundial de la Salud. <https://www.who.int/es/emergencias/diseases/novel-coronavirus-2019/question-and-answers-hub/q-a-detail/q-a-on-covid-19-and-masks>

Renyi Zhan, Yixin Li, Annie Zhang y Mario Molina. (2020). Identificando la transmisión aérea como la ruta dominante para la propagación del COVID-19. Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of América, 117, 14857-14863.

[https://docs.google.com/viewerng/viewer?url=http://centromariomolina.org/wp-content/uploads/2020/06/ESPANOL\\_2\\_PNAS-transmisi%C3%B3n-aerea-COVID-19-Zhang-Molina.pdf](https://docs.google.com/viewerng/viewer?url=http://centromariomolina.org/wp-content/uploads/2020/06/ESPANOL_2_PNAS-transmisi%C3%B3n-aerea-COVID-19-Zhang-Molina.pdf)

José Reyes Gasga. (2020). Breve reseña histórica de la microscopía electrónica en México y el mundo. Mundo Nano, 13, 79-100. <http://www.mundonano.unam.mx/ojs/index.php/nano>

## ARTÍCULO

# La respuesta inmune en COVID-19 ¿amiga o enemiga?

Alejandra Ochoa Zarzosa y Joel Edmundo López Meza



**Alejandra Ochoa Zarzosa**, Profesora - Investigadora del Centro Multidisciplinario de Estudios en Biotecnología, Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo.  
[ochoaz@umich.mx](mailto:ochoaz@umich.mx)

**Joel Edmundo López Meza**, Profesor - Investigador del Centro Multidisciplinario de Estudios en Biotecnología, Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo.  
[elmeza@umich.mx](mailto:elmeza@umich.mx)

Desde que comenzó la pandemia por la infección con el virus SARS-CoV-2, causante de la enfermedad COVID-19, a principios del 2020 se han realizado numerosas investigaciones tratando de dilucidar el papel que juega el sistema inmune en el establecimiento de la infección, desarrollo de la enfermedad y en la severidad de la misma.

Aunque queda un largo camino de investigación por realizar, hoy día se han descrito gran parte de los mecanismos inmunes celulares y moleculares que se presentan durante la infección por SARS-CoV-2, y esto ha permitido utilizar a la respuesta inmune como un biomarcador de diagnóstico/prognóstico, o bien como un blanco terapéutico.

En este artículo, describimos los principales mecanismos de la respuesta inmune ante el virus SARS-CoV-2, tratando de establecer si esta respuesta es la responsable de que una persona infectada pueda cursar de manera asintomática o incluso hasta morir a causa de la misma.

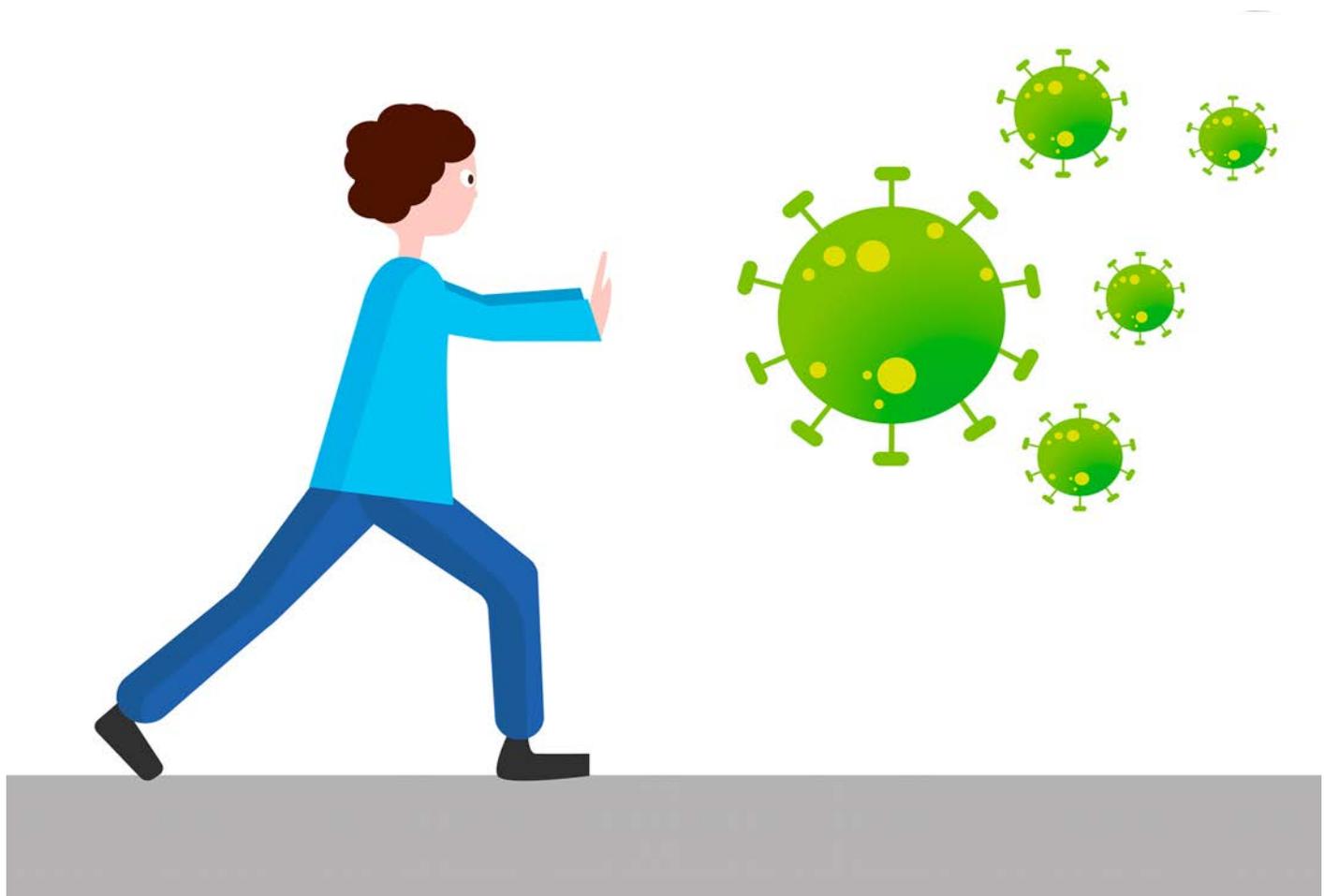
### Respuesta inmune antiviral

Para poder comprender la respuesta inmune ante el virus SARS-CoV-2, es necesario primero describir los mecanismos generales que se presentan durante una respuesta inmune antiviral: Los virus, al ser patógenos intracelulares, cuando ingresan a las células hospederas para replicarse son reconocidos principalmente por Receptores de Reconocimiento de Patógenos (RRP) como los Receptores tipo-Toll (TLRs), Receptores tipo NOD (NLRs) o Receptores tipo RIG (RLR). Estos receptores reconocen componentes microbianos, como el material genético viral (ADN o ARN), y al hacerlo se activan una serie de cascadas de señales que resultará en la expresión de genes inflamatorios y genes regulados por interferón tipo I (IFN  $\alpha/\beta$ ).

Las células infectadas expresan genes inflamatorios que darán origen a moléculas como citoquinas proinflamatorias, quimiocinas, moléculas de adhesión, factores de crecimiento y diferenciación,

entre otros mediadores químicos, con el propósito de reclutar a leucocitos (como monocitos y neutrófilos) al sitio de la infección y poder contrarrestar rápidamente al patógeno. A su vez, las células que son reclutadas y activadas por las células infectadas comienzan a producir más mediadores inflamatorios. Sin embargo, llega un momento en que esta respuesta inflamatoria comienza a “apagarse” a través de la producción de mediadores anti-inflamatorios. Si esto no ocurre, la inflamación puede convertirse en crónica, y la infección puede ser persistente, es decir que el agente infeccioso, como un virus, no se elimine.

Además, las células infectadas por los virus producen Interferones (IFN) de tipo I como el IFN  $\alpha$  o  $\beta$  los cuales inducen un “estado antiviral” en estas células, el cual consiste en que: se inhiba la síntesis de proteínas virales, se degrade el ARN viral, se inhiba la expresión de genes y el ensamblaje de partículas virales, y que la célula infectada pueda ser reconocida por células asesinas naturales (NK, por sus siglas en inglés) y por linfocitos T citotóxicos (CTLs) CD8+. Los IFNs también aumentan la citotoxicidad de las células NK y CTLs para matar a las células infectadas por los virus de manera más eficiente.





Es reconocido el hecho de que durante un proceso infeccioso, de manera temporal primero (en horas-días) se activan componentes de la denominada inmunidad innata (respuesta esencialmente inespecífica), como los macrófagos, granulocitos, células dendríticas, NKs, entre otros, y posteriormente al cabo de días, comenzarán a activarse componentes de la inmunidad adaptativa (respuesta específica) como las células B productoras de los anticuerpos, y las células T (ayudadoras y citotóxicas, principalmente), las cuales pueden convertirse en células de memoria. Esto ocurre a través de un proceso coordinado, ya que se requiere de la activación de la inmunidad innata para que pueda presentarse la adaptativa.

### Respuesta Inmune Innata al SARS-CoV-2

Una vez descritos los principales mecanismos antivirales, es más fácil comprender la respuesta inmune que se presenta en personas infectadas por el SARS-CoV-2. El virus infecta principalmente células de tipo epitelial en una gran diversidad de tejidos y utiliza a la proteína S (de Spike, espiga en español) localizada en su superficie para unirse al receptor "enzima convertidora de angiotensina 2" (ECA2) presente en la membrana de prácticamente todas las células del organismo, pero que se expresa en mayor cantidad en las células de las vías respiratorias inferiores. Con ello, el virus inicia el proceso de

invasión celular para tomar el control de su maquinaria para replicarse y generar las partículas virales. A pesar de que muchos aspectos de la respuesta inmune durante la infección por SARS-CoV-2 se conocen, no se sabe con certeza cuales son los mecanismos que determinan que una persona pueda ser asintomática o incluso llegar a morir. La clave parece estar en cómo el sistema inmune logra enfrentar al virus en las etapas iniciales de la infección, por lo tanto, esta respuesta puede ser benéfica, pero eventualmente también puede ser deletérea y ser la responsable de la inmunopatología que se ha descrito en COVID-19.

Se sabe que pacientes con COVID-19 presentan elevadas concentraciones de mediadores inflamatorios como citocinas (IL-1, IL-6, TNF- $\alpha$ , IL-10), quimiocinas (MCP-1/CCL-2, IP-10, MIP), moléculas de adhesión y factores de crecimiento (G-CSF), aunque no son los únicos. Las concentraciones de estos mediadores fluctúan dependiendo de la severidad de la enfermedad, siendo mayor en aquellos pacientes con COVID-19 severo, particularmente a la citocina IL-6 se le ha considerado como una marca de la severidad de la enfermedad. Estos mediadores inflamatorios están desregulados, es decir, su producción está exacerbada y a esto se le ha denominado como "**tormenta de citocinas**", lo cual desencadena respuestas patológicas que empeoran los síntomas. Por otra parte, la respuesta

antiviral que se requiere para matar a las células infectadas y para inactivar la replicación viral se encuentra disminuida. Por mecanismos que todavía no se conocen del todo, en pacientes con COVID-19 hay una disminución de la producción de IFNs tipo I en las etapas tempranas de la infección. Estas dos características de los pacientes con COVID-19 (la tormenta de citocinas y la disminución de la producción de IFNs tipo I) a su vez, desencadenan otras marcas de la respuesta inmune que se describen en el siguiente apartado.

### **Los efectos de la tormenta de citocinas y la disminución de los IFNs tipo I**

La producción exacerbada de citocinas y la disminución en la producción de IFNs tipo I en el inicio de la infección por SARS-CoV-2 conducen a la activación de otros mecanismos de la respuesta inmune (tanto innata como adaptativa) que también se han asociado con la severidad de COVID-19. Entre estos se encuentran:

**La hiperactivación de los macrófagos**, lo que exagera la inflamación ya que producen más mediadores inflamatorios además de que ocasionan daño a los tejidos. Adicionalmente, los macrófagos no desempeñan una adecuada función fagocítica, y por lo tanto la presentación de antígenos también es deficiente.

**La activación del inflammasoma**, que es un mecanismo mediante el cual se van a producir las citoci-

nas proinflamatorias IL-1  $\beta$  e IL-18. Este mecanismo se ha observado en pacientes con COVID-19 severa, lo que incrementa aún más el estado inflamatorio y el daño de los tejidos.

**Incremento en el reclutamiento y número de neutrófilos**, los cuales aumentan su degranulación y activan la NETosis, que consiste en NETs (Trampas Extracelulares de Neutrófilos) compuestas por ADN, histonas, péptidos antimicrobianos y enzimas oxidantes liberadas por los neutrófilos; si no se regulan adecuadamente, las NETs exacerbando y propagando la inflamación y la trombosis.

**Hiperactivación de las diferentes rutas del complemento**, las cuales inducen una mayor proliferación y activación de los neutrófilos, además de daño endotelial que puede estar asociado a problemas de la coagulación y trombosis.

**El número y activación de células NK se encuentran disminuidos**, lo que conduce a que no se eliminen las células infectadas.

**Se presenta una linfopenia**, es decir un número reducido de células T CD4+ y CD8+, además de un agotamiento o falta de respuesta de las mismas. Esto se ha observado tanto en pacientes con COVID-19 moderada como severa. La falta de linfocitos T CD4+ provoca que no se activen adecuadamente las células B para la producción de anticuerpos, entre otros efectos, dependiendo también del subtipo



de células CD4+, mientras que la deficiencia de linfocitos CD8+ se traduce en una baja citotoxicidad hacia las células infectadas, por lo que los virus no se eliminan.

### Activación de la inmunidad adaptativa

Como se mencionó anteriormente, una de las marcas de COVID-19 severa es la linfopenia, esto conduce a que la producción y activación de células T, y por consiguiente de células B específicas al SARS-CoV-2, se vea comprometida. Ya se describió en el apartado anterior las implicaciones de la linfopenia relacionada con la función de las células T, pero ¿qué se sabe de la respuesta de anticuerpos? Muchos aspectos de la respuesta humoral están bien establecidos durante COVID-19. Se conoce, por ejemplo, que los anticuerpos específicos (inmunoglobulinas del tipo IgM e IgG) contra el SARS-CoV-2 se producen entre 7-14 días después de que inician los síntomas. Sin embargo, la evidencia de la producción de anticuerpos neutralizantes (anticuerpos que puedan efectivamente inactivar al virus) es controversial, y parece estar relacionada con la carga viral y el progreso de la enfermedad. Por otra parte, el título de anticuerpos IgG se mantiene durante varias semanas, pero se desconoce por cuánto tiempo perduran. A pesar de lo anterior, se ha descrito tanto para pacientes asintomáticos como para aquellos que cursaron con una COVID-19 severa, que se pueden generar células T de memoria específicas (tanto CD4+ como CD8+) para el SARS-CoV-2, lo cual constituye un factor clave para el éxito de las vacunas y para que eventualmente la población quede inmunizada.

### La respuesta inmune como un biomarcador y un blanco terapéutico

Conocer los aspectos de la respuesta inmune aquí descritos, ha llevado a plantear que su modulación es una piedra angular en el tratamiento de los

pacientes infecta-

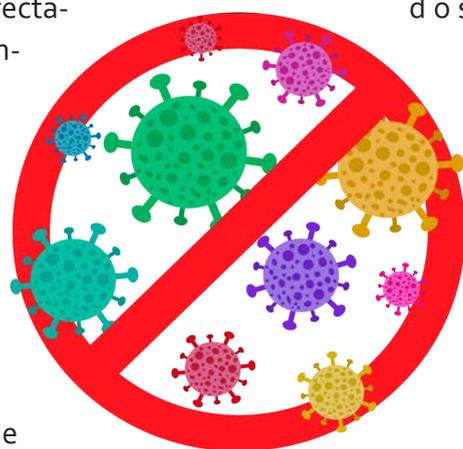
En este sentido, se ha propuesto una mejora integral de esta respuesta, que incluya reducir la tormenta de

citocinas y el estado hiperinflamatorio, además de favorecer la respuesta de IFN tipo I. Para ello, terapias dirigidas para bloquear a la IL-6 (tocilizumab, sarilumab y siltuximab) o el uso de corticosteroides están en curso en todo el mundo.

Por otra parte, analizar la respuesta inmune puede servir como un marcador diagnóstico o pronóstico de la enfermedad. En este sentido la linfopenia es una marca asociada con la severidad de COVID-1, así como los niveles de IL-6. Ambas marcas son consistentes en diversos estudios realizados en diferentes partes del mundo.

### Consideraciones finales

La respuesta inmune que se presenta ante la infección por el virus SARS-CoV-2 es compleja; si bien en etapas iniciales es fundamental para contrarrestar la infección, ésta puede desregularse destacando la producción exacerbada de mediadores inflamatorios (tormenta de citocinas) y la disminución de la producción de mediadores antivirales como IFNs tipo I, además de una considerable linfopenia. No se conocen con precisión las causas por las que algunas personas cursan asintóticamente y su respuesta inmune contrarresta la infección, mientras que en otras la respuesta inmune desregulada puede llevar hasta la muerte; es probable que la carga viral de infección esté relacionada, y además de las co-morbilidades descritas, pueden existir componentes genéticos inmunes asociados con la respuesta.



dos.

tado

más

de

favorecer

la respuesta

de IFN tipo I.

Para ello, tera-

pias dirigidas

para bloquear

a la IL-6

(tocilizumab,

sarilumab y

siltuximab)

o el uso de

corticosteroi-

des están en

curso en todo

el mundo.

Por otra parte,

analizar la

respuesta inmu-

ne puede servir

como un marca-

dor diagnóstico

o pronóstico

de la enferme-

dad. En este

sentido la

linfopenia es

una marca aso-

ciada con la

severidad

de COVID-1,

así como los

niveles de

IL-6. Ambas

marcas son

consistentes

en diversos

estudios rea-

lizados en

diferentes

partes del

mundo.



Perlman S. (2020). COVID-19 poses a riddle for the immune system. *Nature*, 584(7821):345-346. doi:10.1038/d41586-020-02379-1.

Vabret N., Britton G.J., Gruber C., et al. (2020). Immunology of COVID-19: Current State of the Scien-

ce. *Immunity*, 52(6):910-941. doi:10.1016/j.immuni.2020.05.002.

Vardhana S.A., Wolchok J.D. (2020). The many faces of the anti-COVID immune response. *J Exp Med.*, 217(6):e20200678. doi:10.1084/jem.20200678.

**ARTÍCULO****La carrera de las vacunas contra el COVID-19. La vacuna de Oxford**

Martha Eva Viveros Sandoval



**Dra. Martha Eva Viveros Sandoval**, Titular del Laboratorio de Hemostasia y Biología Vascul ar, División de estudios de Posgrado, Programa de Maestría en Ciencias de la Salud de la Facultad de Ciencias Médicas y Biológicas "Dr Ignacio Chávez" Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo.

[martha.viveros@umich.mx](mailto:martha.viveros@umich.mx),

[marthaevaviveros@yahoo.com.mx](mailto:marthaevaviveros@yahoo.com.mx)

**A**unque algunas enfermedades virales han logrado controlarse mediante el desarrollo de tratamientos antivirales altamente específicos, sólo las vacunas consiguen erradicar definitivamente a estos agentes patógenos. Es por lo anterior, que ante la pandemia que estamos atravesando, se ha desatado una verdadera carrera por desarrollar una vacuna efectiva que permita prevenir la enfermedad COVID-19. Hasta el momento, la vacuna desarrollada por el Instituto Jenner de la Universidad de Oxford en el Reino Unido y los Laboratorios Astra-Zeneca de Suecia, parece tomar la delantera en esta carrera.

**Fases del Desarrollo de vacunas**

Aunque el desarrollo de un modelo de vacuna puede llevar varios años, ya que se requieren de diversas fases, ante la necesidad y el reto que signifi-

ca una pandemia como la que estamos viviendo, la duración de estas fases disminuye drásticamente y puede reducirse a meses.

La primera fase del desarrollo de una vacuna es la de identificación de los antígenos, esto es, aquellos elementos del patógeno que estimulan al sistema inmune, como las proteínas de los virus, en el caso particular del SARS-CoV-2 se ha identificado como antígeno a una proteína de la espícula o "corona" del virus: la proteína S.

La siguiente fase en el desarrollo de una vacuna involucra necesariamente estudios en líneas celulares (*in vitro*) provenientes de animales o de humanos, y en modelos animales (*in vivo*), que suelen ser mamíferos pequeños como ratones de laboratorio o bien primates, como macacos, esta fase es denominada **fase preclínica**.

Una vez que se ha comprobado que el modelo de vacuna produce inmunidad en animales y que no les ocasiona daño, se inicia con las fases de estudio clínico, que son tres:

Al día 31 de Agosto de 2020, la Organización Mundial de la Salud (OMS) tiene registrados 139 modelos de vacuna que se encuentran en la etapa de investigación preclínica y 30 candidatas a vacunas que ya se encuentran en las Fases 1 a 3 de ensayo clínico, de éstas, solamente 6 se encuentran ya en la fase avanzada o Fase 3 y están siendo analizadas en ensayos clínicos a gran escala con miles de participantes en todo el mundo: en el primer lugar del listado aparece la vacuna de la Universi-

dad de Oxford y el Laboratorio Astra-Zeneca (Reino Unido); la siguen la vacuna de laboratorios Sinovac (China); la del Instituto Wuhan/Sinopharm (China); la del Instituto Beijing de Productos Biológicos/Sinopharm (China); la de los Laboratorios Moderna y el Instituto de Alergia y Enfermedades Infecciosas (Estados Unidos); y finalmente, la de laboratorios BioNtech/Pfizer (Alemania).

Recientemente causó revuelo en los medios de comunicación, la noticia de una vacuna ya registrada en Rusia para su uso en humanos, desarrollada por el Instituto Gamaleya de Investigación, sin embargo, ésta no ha hecho públicos los resultados de las distintas fases clínicas y no aparece en el listado publicado por la OMS de vacunas en Fase 3.

### ¿Cómo funcionan las vacunas?

En general, las vacunas consisten en virus modificados, inactivados o bien, partes del virus que son inoculados al cuerpo humano y desencadenan una respuesta inmunológica, provocando que las células del sistema inmune reaccionen y produzcan anticuerpos, inmunidad mediada por células o ambas. Un virus necesita forzosamente entrar a una célula viva para poder reproducirse (replicarse), en esto consiste la infección y esto es precisamente lo que una vacuna tiene que impedir.

Existen vacunas de diversos tipos en cuanto a su acción, algunas pueden actuar evitando que los virus entren en las células o bien matando a las células ya infectadas para evitar la propagación del

- **En la Fase I, que dura alrededor de un año, se invita a participar a pocas decenas de voluntarios, usualmente personas sanas, que son vacunadas y siguen con su vida normal, pero se les realizan seguimiento clínico y pruebas de laboratorio frecuentes para evaluar la seguridad de la vacuna, para determinar la capacidad de producir una respuesta inmune.**
- **En la Fase II, se reclutan cientos de voluntarios para valorar la eficacia de la respuesta inmune y vigilar que no presenten efectos secundarios adversos.**
- **En la Fase III, se invita ya a miles de participantes y se continúa evaluando la seguridad y efectividad del modelo de vacuna. En esta fase, como ya la vacuna ha mostrado ser segura en las fases anteriores, se puede empezar a incluir a voluntarios que no estén completamente sanos, que tengan enfermedades crónicas o que pertenezcan a grupos de mayor cuidado como niños, mujeres embarazadas o personas de la tercera edad, para evaluar la seguridad de la vacuna en estas poblaciones. Es importante destacar que si se detectan problemas, si los voluntarios desarrollan efectos adversos que pongan en peligro su salud, o bien si enferman de la enfermedad de la que debían estar protegidos con la vacuna, el estudio debe suspenderse. También si una persona que se vacunó decide que ya no quiere que le sigan haciendo estudios o quiere retirarse del estudio, generalmente puede hacerlo con libertad.**



virus. En cuanto a la forma como se diseñan las vacunas también existen varios tipos: aquellas que involucran virus completos ya sea atenuados o inactivados; las que utilizan el material genético del virus, es decir, su ADN o su ARN; las que usan partes del virus, proteínas aisladas o bien proteínas que se "acomodan", conformando partículas muy parecidas al virus pero que no son el virus, estas últimas se llaman VLP's (virus like particles, por sus siglas en inglés); por último, algunas vacunas se diseñan a partir de otros virus, generalmente virus que afectan a otra especie y que son completamente inocuos para el humano, por ejemplo, virus de chimpancé. Estos virus inocuos pueden combinarse con proteínas de los virus que si son infecciosos para el humano para así despertar la inmunidad requerida para una enfermedad específica.

De las seis vacunas que se encuentran en la Fase 3 de desarrollo, la primera (Oxford- Astra-Zeneca), que abordaremos más extensamente, consiste en un vector viral no humano y no replicante, tres modelos usan virus inactivados y dos usan el ARN del virus.

En nuestro país ha despertado particular interés la vacuna desarrollada por la Universidad de Oxford y los laboratorios Astra-Zeneca pues recientemente se anunció un convenio en el que México y Argentina producirán y distribuirán esta vacuna en los países de América Latina. Además, podría decirse que esta vacuna se encuentra en la posición líder en la carrera para la prevención del COVID-19,

tanto por el avance en las investigaciones, por ser la única que utiliza como plataforma un virus modificado no replicante y porque hasta el momento se postula que podría funcionar con una sola dosis sin requerir refuerzos, lo cual la hace sumamente atractiva.

### ¿Y cómo funciona la vacuna de Oxford?

Este modelo de vacuna fue desarrollado originalmente en el Laboratorio de la Profesora Sarah Gilbert, ella utiliza una plataforma que es un adenovirus, un virus diferente del SARS-CoV-2, y que es no humano, es un adenovirus que afecta a chimpancés, además, se modifica genéticamente para que no pueda replicarse (reproducirse). A este tipo se le llama una plataforma de "vector viral no replicante". Esta plataforma de adenovirus en particular es muy segura, no es nueva, varios grupos de investigación en la Universidad de Oxford e incluso en algunas compañías farmacéuticas se encontraban ya trabajando en vacunas contra otras infecciones usando esta misma plataforma. Por ejemplo, en la misma Universidad de Oxford se estaban ya desarrollando vacunas contra el virus de la hepatitis C, el del papiloma humano, el Chikungunya y el Zika usando esta misma plataforma adenoviral, incluso ha probado ser segura en personas de edad avanzada y se usa ya para una vacuna contra la influenza.

El mismo grupo de la Dra. Sarah Gilbert estaba ya trabajando en una vacuna contra otra enfermedad por coronavirus: el MERS. El modelo

de vacuna de Oxford ha recibido el nombre "ChAdOx1nCoV-19", la primera parte del nombre hace alusión a la plataforma usada: el adenovirus de chimpancé que es inocuo para humanos, por eso el nombre tiene la Ch de chimpancé, luego Ad de adenovirus, Ox de Oxford n de nuevo, CoV de Coronavirus y el 19 del año en que surgió la enfermedad. Unida a la plataforma adenoviral inocua, la vacuna lleva una parte de la proteína S de la espícula del SARS-CoV-2. Esta parte proteica es en sí lo que va a despertar la inmunidad en los individuos vacunados.

Dado todo lo anterior, es totalmente imposible que la vacuna ChAdOx1nCoV-19 provoque la enfermedad COVID-19, ya que no contiene el virus, ni siquiera atenuado o modificado. Del virus solo contiene una pequeña parte proteica: la proteína S. Esta proteína no puede causar la enfermedad mencionada, pero si puede ser suficiente para alertar a nuestro sistema inmune y provocar que cuando entre un virus SARS-CoV-2, éste sea reconocido, despierte todas las alarmas y sea eliminado de inmediato.

### ¿Es segura la vacuna de Oxford?

Esta es la gran pregunta que preocupa a muchas personas en el mundo. La respuesta más corta es que hasta el momento todo indica que sí lo es: Esta vacuna ha superado con éxito la fase preclínica de experimentación en modelos celulares y animales y las primeras fases clínicas de pruebas en humanos; en este momento está siendo probada ya en miles de voluntarios sanos en varios países. El 15 de agosto de este año, la revista científica "The Lancet", una revista de alto prestigio en investigación médica en el mundo, publicó un artículo escrito por el grupo de la Dra. Gilbert en el que se exponen los resultados preliminares de la seguridad, reactividad e inmunogenicidad de la vacuna ChAdOx1nCoV-19 contra el SARS-CoV-2 en la fase 1/2.

El objetivo del estudio fue evaluar qué tanta respuesta inmune provoca la nueva vacuna y además comparar sus efectos secundarios con otra vacuna ya existente. El artículo expone los resulta-

dos de voluntarios vacunados en 5 sitios de experimentación en el Reino Unido. Incluyó a 1077 voluntarios adultos con edades entre 18 a 55 años que no habían tenido infección por SARS-CoV-2 y que se encontraban sanos en el momento del estudio, los participantes fueron asignados al azar a uno de dos grupos, desconociendo a qué grupo pertenecían (a este tipo de estudios se les denomina "doble ciego"); un grupo de 543 personas recibió la nueva vacuna ChAdOx1nCoV-19 y otro grupo de 534 personas, que se llama "grupo control", recibió una vacuna que ya existe, es muy segura y ya está muy probada: una vacuna contra meningococo.

Para evaluar los resultados, se midió la cantidad de anticuerpos de las inmunoglobulinas G (IgG), que generaron los voluntarios contra la proteína S de SARS-CoV-2, se evaluó la inmunidad mediada por células y también se evaluaron los efectos adversos que presentaron los participantes. Los participantes que recibieron la vacuna de Oxford ChAdOx1nCoV-19 no tuvieron efectos adversos serios, solo malestares pequeños como fatiga y dolor de cabeza, los cuales se aliviaron con paracetamol. Además de estos resultados exitosos, se obtuvo un desarrollo de inmunidad en los voluntarios tratados, mediada por células y también anticuerpos, los que mostraron tener la capacidad de neutralizar al virus.

Dados los resultados promisorios en estas fases 1 y 2, la vacuna fue autorizada para escalar a probarse en un estudio fase 3, involucrando esta vez miles de voluntarios. En resumen, la vacuna de Oxford ha mostrado ser segura, bien tolerada, genera inmunidad, tanto por anticuerpos como por células y se encuentra probándose en miles de personas de distintas edades, países, grupos étnicos y condiciones.

Aún tenemos que esperar algunos meses para poder tener los resultados de estos estudios, pero todo indica que esta vacuna es una luz muy fuerte que puede indicar el final del túnel de esta pandemia causada por SARS-CoV-2. Mientras llega, debemos continuar cuidándonos mucho, pues queremos formar parte de la generación que venza una gran pandemia con una vacuna.



Folegatti P. et al. (2020) Safety and immunogenicity of the ChAdOx1nCoV-19 vaccine against SARS-CoV-2: a preliminary report of a phase 1/2, single-blind, randomized controlled trial. *The lancet*, 396: 10249, 467-478. [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(20\)31604-4](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(20)31604-4).

Bar-Zeev N, Moss WJ. (2020) Encouraging results from phase 1/2 COVID-19 vaccine trials. *Lancet* 396: 1049,

448-449. [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(20\)31611-1](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(20)31611-1).

DRAFT landscape of COVID-19 candidate vaccines. World Health Organization, 20 August 2020 novel-coronavirus-landscape-covid1939812896bcff-49719d21643afa5dfa4e.pdf

## ARTÍCULO

Plantas con actividad antiviral  
¿contra COVID-19?

Herbert Jair Barrales Cureño y Rafael Salgado-Garciglia



**Dr. Hebert Jair Barrales Cureño**, Investigador Posdoctoral en el Instituto de Investigaciones Químico Biológicas de la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo, por el Programa Institucional de Maestría en Ciencias Biológicas.

[hebert.jair@uiep.edu.mx](mailto:hebert.jair@uiep.edu.mx)

**Dr. Rafael Salgado Garciglia**, Profesor - Investigador del Instituto de Investigaciones Químico Biológicas de la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo.

[rsalgadogarciglia@gmail.com](mailto:rsalgadogarciglia@gmail.com)

Aunque el uso de plantas medicinales, los extractos, los remedios herbales o los principios activos derivados de éstas, pareciera una moda del presente siglo, desde hace miles de años las culturas de todo el mundo lo evidencian, para el tratamiento de diversos problemas de salud. De hecho, un gran número de fármacos que se prescriben en la medicina actual, son sintetizados químicamente, copiando la estructura y mejorando la actividad de ciertos compuestos vegetales. En general destacan moléculas con actividad antimicrobiana, antioxidante, antiinflamatoria, antihipertensiva y anticancerígena, como la digoxina, la ergotamina, la pilocarpina, el taxol, la atropina, la aspirina y la morfina.

Lo anterior no significa que cualquier planta medicinal o su principio activo, debamos considerarlos como medicamentos confiables y eficaces, éstos deben ser evaluados por instituciones especializadas para avalar su uso como fármaco, principalmente por la toxicidad que pueden presentar, así como la dosis efectiva y la forma de uso. En Estados Unidos de América, la Administración de Alimentos y Medicamentos (FDA, por sus siglas en inglés) es la que se encarga de aprobarlos y en México, la regulación de los medicamentos está a cargo de la Comisión Federal para la Protección contra Riesgos Sanitarios (COFEPRIS).

Nuestro sistema de salud debe de asegurar que los medicamentos sean de calidad, seguros y eficaces, no importa su origen, es decir si son de fuentes naturales, biotecnológicos, semi-sintéticos o sintéticos químicos, por lo que deben de provenir de investigaciones científicas rigurosas que demuestren la actividad terapéutica del fármaco, por lo que debe de intervenir en la revisión y certificación de los resultados desde la investigación básica, hasta el desarrollo del fármaco y la investigación clínica (ver *Saber Más* 49:14-17). Además, la COFEPRIS tiene la capacidad de vigilar la producción de un fármaco, la comercialización, la distribución, la prescripción y su uso por el consumidor, todo un proceso conocido como farmacovigilancia.

### Plantas con actividad antigripal

Los científicos que estudiamos las plantas estamos en desacuerdo con la frase "si es natural, debe ser bueno", que es utilizada por los que defienden los productos medicinales hechos a base de plantas, porque nos preocupa que se use cualquier especie vegetal, remedio o menjurje botánico, sin que se hayan realizado investigaciones que los certifiquen. Es necesario realizar muchos estudios que avalen el uso medicinal de las plantas, para la obtención de las dosis efectivas, el aislamiento de compuestos activos, conocer sus mecanismos de acción y efectos adversos, los que potencialmente pueden llegar a ser nuevos y potentes fármacos.

¿Quién no ha tomado un jarabe para la tos o una infusión caliente para aliviarnos de una afeción respiratoria? Creo que muchos lo hacemos y los recomendamos por su buena actividad "antigripal". Los que son a base de plantas, contienen compuestos con actividad antipirética (reducen o controlan la fiebre), analgésica (alivian el dolor), antitusiva (alivian la tos), expectorante (provocan la expulsión de secreciones bronquiales acumuladas), antiinflamatoria (reducen la inflamación de mucosas en bronquios y vías respiratorias) y antimicrobiana (controlan infecciones principalmente bacterianas), los que, si no se usan bajo una supervisión médica, pueden mostrar ineficacia clínica, incluso empeorar el curso de la enfermedad.





Los antigripales de origen vegetal, mayormente “alivian” una gripe, debido a las propiedades de sus compuestos activos para controlar los síntomas, por lo que son considerados tratamientos sintomáticos. Hasta ahora no hemos mencionado la palabra “antiviral”, porque, aunque hay plantas cuyos principios activos actúan sobre virus causantes de enfermedades respiratorias, las investigaciones son pocas y el desarrollo de este tipo de fármacos aún se encuentra en experimentación. A continuación, les mostramos algunos ejemplos de resultados de investigaciones dirigidas al estudio de la eficacia y modos de acción de antivirales derivados de plantas.

#### **Plantas, extractos o remedios herbales con actividad antiviral ¿Los hay?**

Las investigaciones para evaluar el efecto de un extracto vegetal o principio activo contra los virus, son complejas debido a que se requieren de modelos de estudio en los que se inhiba selectivamente la replicación viral, sin que se altere la biología de la célula que contiene al virus, entiéndase, nuestras células. Recordemos, que a diferencia de las bacterias y hongos, los que en su mayoría son de vida libre, los virus requieren utilizar la maqui-

naria biosintética de las células que invaden para replicarse. Sin embargo, se han realizado investigaciones científicas con extractos de diferentes plantas o algunos principios activos, que demuestran su alto potencial contra virus como los que causan la influenza, el SIDA, herpes, la hepatitis y más actualmente, contra virus responsables del síndrome respiratorio agudo grave (SARS, por sus siglas en inglés) y el síndrome respiratorio de oriente medio (MERS, por sus siglas en inglés). Los mecanismos del efecto de este tipo de antivirales son diversos, ya que pueden atacar a los coronavirus como el SARS-CoV-2, principalmente por tener la propiedad de unirse a la cubierta del virus y romperla, previniendo la penetración del virus en nuestras células; por inhibir la unión del virus al receptor ACE<sub>2</sub>, de la enzima convertidora de angiotensina 2; por estar implicados en la regulación del sistema inmune de nuestro cuerpo; por inhibir la replicación viral e incluso; algo más novedoso, por su capacidad de inhibir las enzimas necesarias durante la replicación de los virus, como las proteasas.

**Prevención de la infección viral.** Diversos compuestos que tienen la propiedad de unirse a las proteínas de la cubierta de los virus, como los com-

ponentes de algunos aceites esenciales de plantas (terpenos) y del grupo de los fenoles (ácidos fenólicos, flavonoides y polifenoles), alteran la fluidez de la membrana y pueden romperla. El eucaliptol y el resveratrol, han sido probados en estudios *in vitro*, confirmando su efectividad contra SARS-CoV-2 y MERS-CoV, respectivamente. Así mismo, alcaloides quinolínicos como la quinina y palmatina, son considerados buenos candidatos para inhibir la infección de coronavirus.

#### **Inhibidores de unión del virus al receptor ACE2**

Debido a que los coronavirus SARS-CoV y SARS-CoV-2 interactúan con nuestras células mediante el receptor ACE2, de la enzima convertidora de angiotensina 2, moléculas de plantas han sido estudiadas con la capacidad de inhibir esta interacción, por lo que son candidatas a prevenir la infección por SARS-CoV-2. La baicalina (*Scutellaria baicalensis*), emodina (*Polygonum multiflorum* y *Rheum officinale*), luteolina (*Veronica linariifolia*), escutelarina y polifenoles de *Gallachinensis* spp., han sido probados con alta efectividad para inhibir esta interacción.

#### **Actividad inmunomoduladora**

Hay extractos vegetales utilizados como efectivos contra la influenza en países de Asia y Améri-

ca, los cuales han sido probados en ensayos *in vitro*, confirmando su función como moduladores de la respuesta inmune, ya que inducen la producción de citocinas antiinflamatorias, la proliferación de linfocitos y la secreción de Interferón-gamma (IFN- $\gamma$ ), indicadores de su actividad sobre ciertos mecanismos desencadenados en enfermedades virales. Un ejemplo es el Sambucol, aislado de *Sambucus nigra* (sauco negro), efectivo contra los virus A y B de influenza y herpes simplex-1, que ha mostrado aumentar la respuesta inmune, con el que se han realizado pruebas clínicas pero que la FDA solamente lo reconoce como un producto seguro (Generally Recognized as Safe, GRAS, por sus siglas en inglés). Existen diversos extractos y principios activos de plantas como la vitamina C que se usan como tratamientos antiinflamatorios en enfermedades virales, pero generalmente sólo como sintomáticos.

#### **Inhibidores de la replicación viral**

Se han identificado compuestos en plantas que inhiben el ciclo de replicación de los virus, son proteínas de unión a carbohidratos denominadas lectinas, las que se unen a la cubierta de ciertos virus que ralentizan la infección, para que el sistema inmune pueda combatirlos. El uso de estas proteínas es promisorio ya que han demostrado gran actividad antiviral, incluyendo coronavirus, sin efec-

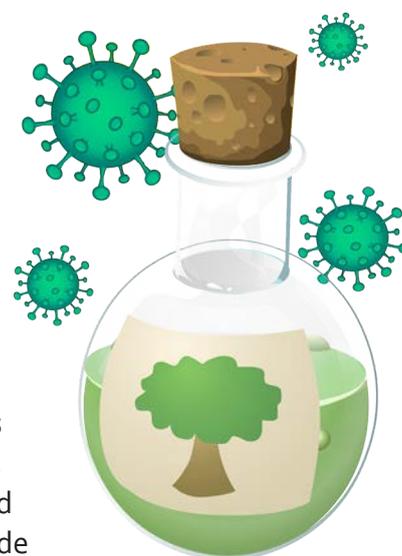


tos tóxicos o secundarios a dosis bajas. Lectinas con afinidad a manosa y N-acetilglucosamina se han identificado como agentes terapéuticos en la prevención de la transmisión viral del HIV y los coronavirus SARS-CoV y MERS-CoV. Ejemplos de éstas son las aglutininas UDA y SNA-If de *Urtica dioica* y *Sambucus nigra*, respectivamente, probadas en modelos in vitro y caracterizadas como buen efecto terapéutico. Otras lectinas, de tabaco (*Nicotiana tabacum*) y puerro (*Allium porrum*), también son efectivas por este mecanismo de acción.

### Inhibidores de proteasas virales

Los inhibidores de proteasas, interfieren en la última fase del ciclo de la replicación viral, previniendo la formación de nuevas partículas víricas por el rompimiento de un tipo de proteínas denominadas poliproteínas precursoras, impidiendo la propagación de la infección. Con la secuenciación del genoma de diferentes virus del tipo SARS-CoV y MERS-CoV, se han identificado los genes y por consiguiente a las proteínas estructurales, pero también este tipo de poliproteínas que deben de ser "cortadas" para formar proteínas funcionales del virus. Las enzimas necesarias para romper estas poliproteínas son del grupo de las proteasas, consideradas el "talón de Aquiles" de estos virus para parar su replicación. Es por ello, que se realizan investigaciones sobre la búsqueda de compuestos que inhiban la acción de estas proteasas, hasta ahora son estudios "in silico", es decir el acoplamiento (docking, en inglés) de moléculas cuya estructura ya se conoce, que se realizan por simulación computacional. Éstos, buscan

la unión entre ligandos potenciales, en este caso un compuesto o fármaco vegetal, con el blanco macromolecular como las proteasas. En estudios realizados este año (2020), una gran cantidad de compuestos de plantas como alcaloides, terpenos y fenólicos, son considerados candidatos potenciales para inhibir las proteasas de este tipo de virus, confirmados mediante este tipo de herramientas científicas. En particular, los flavonoides como el kaempferol, la quercetina, la curcumina, la naringenina y la catequina, así como el zingerol, gingerol y la alicina, potencialmente inhiben la proteasa principal (Mpro) de SARS-CoV-2.



**«Aunque las investigaciones se realizan de manera acelerada para obtener fármacos capaces de actuar durante el proceso inflamatorio causado por las infecciones virales como SARS-CoV-2, que refuercen nuestro sistema inmune o que tengan actividad sobre la inhibición de la replicación de este tipo de virus, aún no contamos con fármacos aprobados derivados de plantas ya que se requiere de más experimentación clínica en humanos»**



Adams K.K., Baker W.L. y Sobieraj D.M. (2020) Myth Busters: Dietary Supplements and COVID-19. *Annals of Pharmacotherapy* 54(8):820-826. <https://doi.org/10.1177/1060028020928052>

Alschuler L., Weil A., Horwitz R., Stamets P., Chiasson A.M., Crocker R. y Maizes V. (2020) Integrative considerations during the COVID-19 pandemic. *EXPLORE*. <https://doi.org/10.1016/j.explore.2020.03.007>

Gideon A.G., Olalekan B.O., Adegbenro P.A., Oludare M.O. y Saheed O.A. (2020) Potential inhibitors of coronavirus 3-chymotrypsin-like protease (3CLpro): an in silico screening of alkaloids and terpenoids from African medicinal plants, *Journal of Biomolecular Structure and Dynamics*, <https://doi.org/10.1080/07391102.2020.1764868>

Jahan I. y Onay A. (2020). Potentials of plant-based substance to inhabit and probable cure for the COVID-19. *Turk J Biol.* 2020 Jun 21;44(3):228-241. doi: 10.3906/biy-2005-114. PMID: 32595359; PMCID: PMC7314514.

Kronbichler K.A., Effenberger M., Eisenhut M., Hwa K.L. y Shin J.I. (2020) Seven recommendations to rescue the patients and reduce the mortality from COVID-19 infection: An immunological point of view. *Autoimmunity Reviews* 19(7):102570. <https://doi.org/10.1016/j.autrev.2020.102570>

Narkhede, R.R., Pise, A.V., Cheke, R.S. y Sachin D.S. (2020). Recognition of Natural Products as Potential Inhibitors of COVID-19 Main Protease (Mpro): In-Silico Evidences. *Nat. Prod. Bioprospect.* <https://doi.org/10.1007/s13659-020-00253-1>

# ARTÍCULO

## COVID-19, Lo que los mexicanos percibimos de esta enfermedad

Ana Claudia Nepote González, José Manuel Posada de la Concha, Daniela Tarhuni Navarro, Milagros Varguez Ramírez, José Luis Hernández-Stefanoni y María Antonieta Saldívar Chávez



**Ana Claudia Nepote González**, Escuela Nacional de Estudios Superiores, ENES, Unidad Morelia, UNAM.

**José Manuel Posada de la Concha**, Universidad Veracruzana.

**Daniela Tarhuni Navarro** Centro Peninsular en Humanidades y Ciencias Sociales (CEPHCIS), UNAM.

**Milagros Varguez Ramírez**, Frutos Digitales, consultora en comunicación de la ciencia.

**José Luis Hernández-Stefanoni y María Antonieta Saldívar Chávez**, Centro de Investigación Científica de Yucatán, A.C.

### El recuento que deseáramos no hacer

Una pandemia, entendida como una enfermedad epidémica que se extiende a muchos países y a millones de personas, aparece esporádicamente. Nuestra generación es testigo de que la pandemia ocasionada por el virus SARS-CoV-2 nos tomó desprevenidos y por sorpresa. Comenzamos los primeros días del 2020 con noticias que llegaban de China en donde un virus contagioso enfermaba, desde finales de 2019, a miles de personas de una aparente gripa, con síntomas graves y fallecimientos en ciertos casos. Pocas personas imaginaron que esas mismas escenas del otro lado del mundo se repetirían en todos los países del planeta, porque después de China siguió a

Europa y continuó a América. El virus se extendería rápidamente por todo el mundo gracias a la conectividad de nuestras vidas globalizadas.

El 30 de enero de 2020 la Organización Mundial de la Salud declaró una emergencia de salud pública internacional a causa del COVID-19 y, pese a que en México se confirmó el primer caso importado de coronavirus el 28 de febrero, no fue sino hasta un mes después, a finales de marzo, que el Gobierno de México realizó esta declaratoria al superar el millar de infectados.

La estrategia del gobierno federal en la Fase 2 de la pandemia se basó en implementar la llamada Jornada Nacional de Sana Distancia, anclada a un personaje ficticio "SuSana Distancia", que incluyó, adicional a las medidas de prevención y distanciamiento social, la suspensión de clases y de actividades no esenciales en los sectores público, social y privado, bajo la recomendación principal de quedarse en casa.

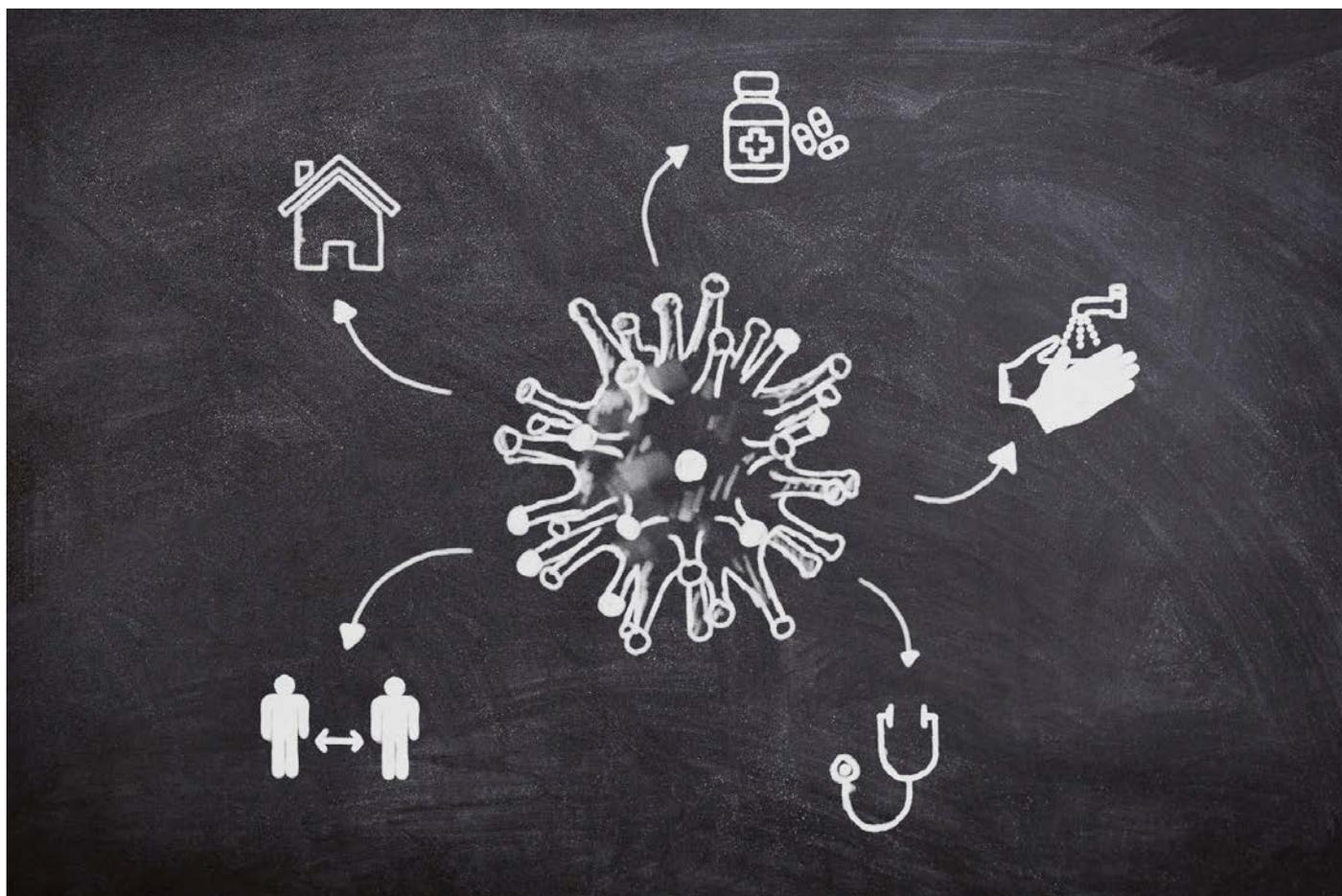
A finales de marzo del 2020, los medios de comunicación de México se saturaban con imágenes y videos de SuSana y de las conferencias de prensa que organiza la Secretaría de Salud a través de la voz y presencia del Dr. Hugo López-Gatell, epidemiólogo y vocero asignado por el Gobierno Federal para informar y dictar la línea sanitaria que se seguiría. Hasta la fecha, diariamente, se siguen dan-

do estas conferencias, aunque el interés tanto de medios de comunicación como de la población han disminuido.

Lejos estábamos en aquellos meses de imaginar el escenario que hoy enfrentamos: el 5 de abril, se confirmaban 3,910 casos de COVID-19 y 215 defunciones. En este periodo se implementó la primera encuesta que permitiría conocer la percepción de la población sobre esta enfermedad. Al cierre, el 14 de abril, los contagios habían aumentado a 8,811 y las muertes a 776.

Días más tarde, el 21 de abril, se activó la Fase 3 por COVID-19, pues se presentó un número masivo de casos confirmados y de hospitalizaciones. Comenzaba a vislumbrarse la dimensión que tendría esta pandemia. Pese a ello, y tras 51 días de confinamiento social, el 13 mayo el gobierno anunció sorpresivamente el plan para regresar a la denominada "nueva normalidad", regida por un semáforo de cuatro colores que representaban las actividades permitidas. Ante la incertidumbre que implicaban estas acciones, se emprendió una segunda encuesta, realizada del 21 de mayo al 6 de junio. El número de contagios confirmados y de defunciones lejos estaban de la Fase 2; al cierre de la encuesta se reportaron 139,438 casos confirmados y 18,281 defunciones. Los días de la nueva normalidad se sentían en el país.





### Enfrentando nuestras percepciones

El estudio comprendió dos etapas. La primera encuesta incluyó un total de 27 preguntas distribuidas en cuatro bloques orientados a indagar sobre: a) el conocimiento de la población sobre el coronavirus, b) la opinión y actitud sobre las medidas de prevención y tratamientos, c) las fuentes de información por parte de la población sobre el coronavirus y d) la opinión de la población sobre la gestión política de la pandemia ante esta enfermedad. La segunda encuesta contempló 12 preguntas. En total participaron 9,137 personas, todos habitantes del país, aunque la mayoría de respuestas se concentraron en los estados de la zona del centro de México. En promedio se tuvo una mayor participación de mujeres que de hombres y de personas adultas de entre 27 a 59 años con estudios de nivel superior. Debido al confinamiento en casa, esta investigación presentó limitaciones ya que quienes respondieron, debían contar con internet y usar frecuentemente redes sociales, correo electrónico o Whatsapp para informarse. Lo deseable hubiera sido emplear los cuestionarios en campo con personas lejanas a los círculos académicos y educativos a los que se logró llegar. Se dejará para un estudio posterior. La metodología y resultados detallados pueden consultarse en la página web del proyecto.

### ¿Qué sabemos y cómo nos protegemos de esta enfermedad?

Si bien encontramos que había confusiones respecto a los términos asociados al virus y a la enfermedad, pues cerca de la mitad de los encuestados señaló que "COVID-19" era el nombre del virus detectado, la mayoría de los encuestados mencionó que el virus se originó en animales y de ahí se transmitió a los humanos (65%) y sólo en menor proporción señalaron como verdaderos supuestos como la creación en laboratorio de este virus (8%). También se desprende que poco más del 90% conocía las medidas de prevención de contagio, sin embargo, eso no sucedió respecto a los protocolos para la atención médica (50%), o las medidas para tratar a un enfermo por COVID-19 en casa (40%).

A pesar del conocimiento y práctica generalizada de las medidas básicas de prevención entre los encuestados, fue notorio el gran incremento entre principios de abril y finales de mayo del uso de cubrebocas (de 35 a 85%). Sin embargo, disminuyó de 97 a 79% el lavado frecuente de manos. De manera similar "no saludar a nadie ni tener contacto físico" disminuyó de 91 a 82%, acciones que nos sitúan ante un potencial riesgo de contagio. Suponemos que este cambio a la baja se debe a que, en buena medida, en ese mes se registró un debate intenso

sobre el uso del cubrebocas tanto en los organismos de salud, como entre los gobiernos estatales y federal y los medios de comunicación, descuidando notablemente las otras medidas de prevención.

### ¿En quiénes confiamos?

Ante la pandemia, las figuras que mayor confianza generan entre la población, tanto por sus conocimientos como por la información que brindan, son los científicos (98%) y el personal de salud (94%), mientras que la confianza en el Gobierno dividió la opinión de la gente: el 46% tiene una percepción positiva, pero el 54% de los encuestados lo ubica en el rango de poco y nada confiable. En esa misma categoría se ubican los periodistas (54%). En la categoría de "Nada confiable" están los Políticos (51%) y, como "aún menos confiables", los líderes religiosos (74%).

Los encuestados confieren gran importancia al conocimiento científico: lo consideran indispensable para frenar la expansión del coronavirus (93%) y como la base fundamental para tomar las decisiones políticas del manejo de la pandemia (94%). Señalaron como prioritario que el sistema científico nacional centre sus esfuerzos en apoyar al sector salud (83%); en aportar conocimientos para comprender todas las dimensiones de esta pande-

mia (78%) y ayudar a la sociedad a comprender este fenómeno (56%).

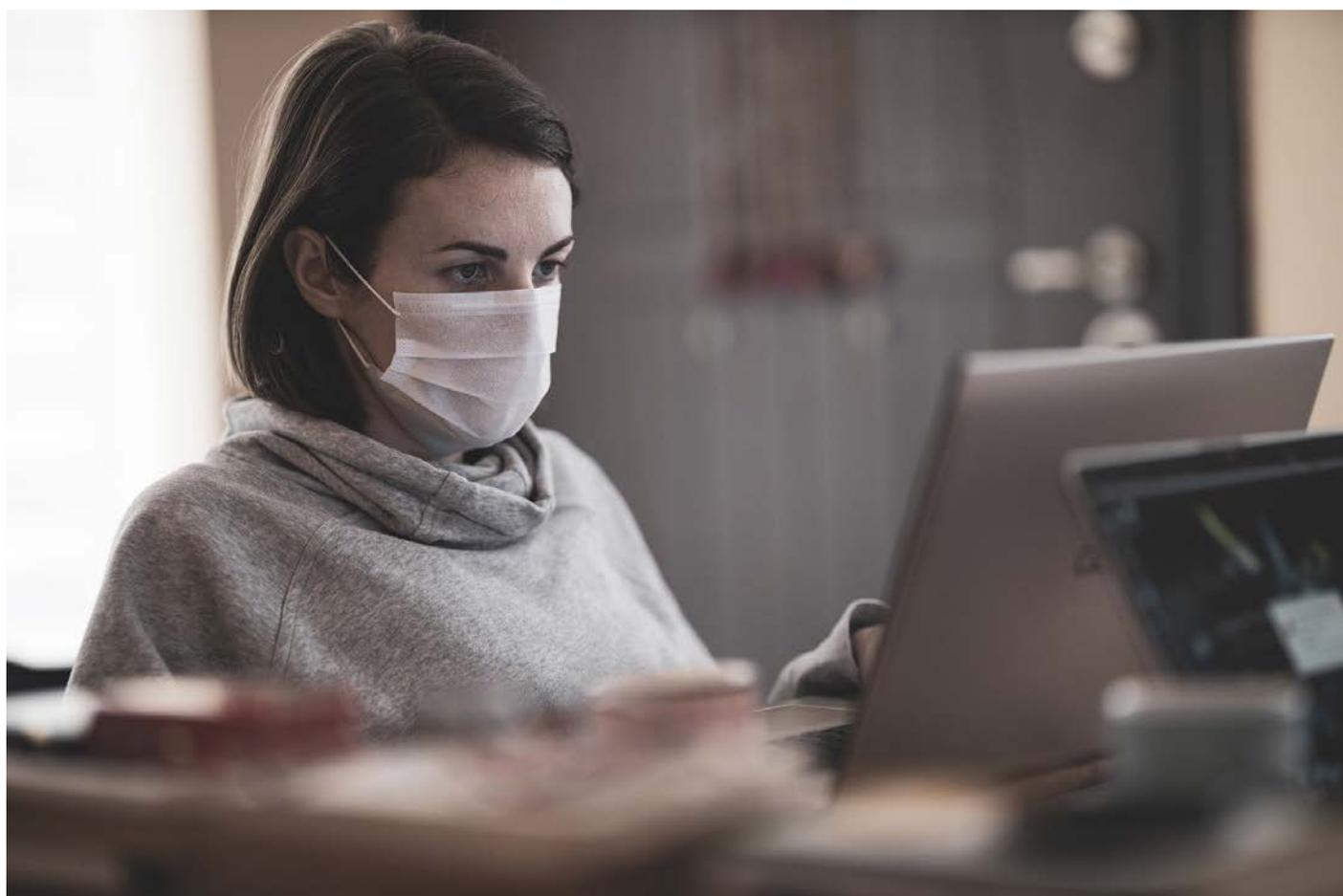
### ¿Cómo nos informamos?

La mayor parte de los participantes (77%) dijeron informarse a través de los sitios oficiales de salud como la Organización Mundial de la Salud o el equivalente en el país, seguido de la conferencia diaria ofrecida por la Secretaría de Salud Federal o la de su entidad de residencia (70%) y por los portales desarrollados por instituciones de educación superior o centros de investigación (55%).

En la primera fase del estudio los medios de comunicación ocuparon el segundo lugar ya que 6 de cada 10 personas que fueron encuestadas reconocieron informarse a través de los medios de comunicación (prensa, radio y televisión).

Otro aspecto importante de la información fue indagar si las personas realizan algún ejercicio de verificación sobre lo que recibe por parte de las distintas fuentes de información. En general, la verificación está relacionada con la confiabilidad que los encuestados perciben de sus respectivas fuentes.

Logramos identificar que las formas en las que las personas verifican la información son por



medio de búsquedas de información en internet o consultando medios que gozan de credibilidad. Un cuarto de las personas encuestadas refirió consultar especialistas como método para verificar los datos. Además, 6 de cada 10 participantes de la encuesta reconocieron que la información que recibió durante abril y mayo fue útil para la toma de decisiones durante la crisis sanitaria, en contraste, un 10% de los encuestados en mayo reconocieron haber dejado de consultar noticias relacionadas con el tema, probablemente debido a una sobresaturación mediática del COVID-19.

### ¿Cómo nos sentimos?

Entre abril y mayo se registró un aumento de unos cinco puntos porcentuales de sensaciones negativas en la percepción de la información sobre el COVID-19 para "me agota", "me genera ansiedad" y "me confunde más"; mientras que las calificaciones "me ayuda a discernir lo que es verdadero y falso..." y "me ayuda a tomar decisiones..." disminuyeron unos cuatro puntos. Lo anterior sugiere que el mantenerse informado no necesariamente provoca un mejor estado de ánimo porque genera sensaciones negativas. Este punto también es una llamada de atención tanto para el tratamiento informativo de los medios de comunicación, pero también a la población para que las decisiones se tomen con base en los datos e información más

confiable. En ambas encuestas se perciben sentimientos ante la emergencia sanitaria de ansiedad (alrededor de la mitad de los encuestados), frustración y miedo con 41% de respuestas.

### Consideraciones a futuro

La pandemia ocasionada por el virus SARS-CoV-2 representa la gran disrupción del siglo XXI y sus efectos todavía son inconmensurables. Nos ha puesto ante una nueva realidad y nuevas perspectivas. Sin duda, el Coronavirus ha marcado un hito en el mundo y en nuestro país. Los efectos asociados a la crisis sanitaria se encuentran en la economía, el empleo o la educación, pero también han repercutido en la esfera psicosocial por todo lo que han implicado las restricciones a la movilidad y a las nuevas formas de relacionarnos. La violencia de género ha incrementado alarmantemente con el encierro. La seguridad alimentaria también es una preocupación compartida al igual que lo son las condiciones de pobreza en la que los sectores desfavorecidos de la población son más vulnerables a esta pandemia.

Los medios de comunicación y las redes sociales juegan un papel decisivo, al igual que líderes de opinión y políticos. Los discursos científicos y políticos contrapuestos confunden a la ciudadanía y pueden conllevar a que esta asuma un menor riesgo ante la pandemia. También observamos que se requiere promover prácticas de verificación que ayu-





den a la sociedad a identificar fuentes confiables de información, y probablemente en este mismo sentido, que los especialistas busquen ser más participativos en la formación de opinión pública.

Pese a que en este estudio las creencias y prácticas pseudocientíficas no tuvieron gran eco, no podemos negar que en México y en el mundo están profundamente arraigadas en parte de la población, con manifestaciones respecto a que la pandemia es una falacia o una conspiración mundial para controlar a la humanidad, o bien, con el consumo de sustancias o tratamientos que pueden ser potencialmente dañinos para la salud y que en este tiempo se han viralizado. Los más de 800 mil muertos en el mundo no parecen ser suficiente argumento contra estas creencias. Es previsible en este sentido, una ola anti vacuna por grupos radicales que desde hace varias décadas han mantenido un rechazo en general a las vacunas y no sería la excepción que se manifestaran en contra de la vacuna contra el coronavirus.

Otro de los hallazgos principales de nuestra investigación fue reconocer que, con el avance de la pandemia en México, hubo un incremento en el uso del cubrebocas pues se ha vuelto un accesorio de vestir y sanitario indispensable para la protección contra el contagio, pero se perdió el enfoque inte-

gral del resto de los cuidados que también son importantes para prevenir la dispersión del virus como son el lavado frecuente de manos con agua y jabón, la sana distancia entre personas y permanecer en casa el mayor tiempo posible.

La buena noticia para la ciencia en estos tiempos pandémicos es que ha tomado un papel protagónico. La mirada se ha centrado en los expertos para buscar soluciones a la crisis sanitaria y sus efectos asociados con respuestas calificadas y basadas en estudios científicos. La pandemia es una oportunidad para recuperar la confianza y valorar la investigación que se realiza en las universidades mexicanas, no sólo en disciplinas médicas o epidemiológicas, sino que las posibles soluciones y estrategias para trascender esta pandemia provendrán de investigaciones multidisciplinarias con diversos enfoques.

Al tiempo que nuestro equipo de investigación realizó este estudio, de manera paralela en México y en otros países del mundo se llevaron estudios similares enfocados a conocer la percepción de la ciudadanía sobre la situación por la pandemia, sobre las emociones, los hábitos de sueño y de consumo de alimentos, y el rol de los científicos y la cultura científica en la sociedad.

Los resultados de estos estudios pueden orientar estrategias de campañas y de comunicación de la ciencia. Son ejercicios que intentan darnos un "pulso" de los valores, opiniones y actitudes que las personas pueden tener hacia los contenidos científicos, sobre el desempeño que tienen los medios de comunicación y sobre las tareas pendientes para lograr un mayor involucramiento de los científicos y tomadores de decisiones con la sociedad.

La pandemia no hizo más que sacudirnos y expresar la urgencia de cambio por la sostenibilidad del planeta. Mientras permanezca la crisis sanitaria y no llegue la anhelada vacuna para la contención, aprenderemos a convivir con el virus, pero depende en gran medida de la responsabilidad individual, del autocuidado, de medidas básicas como mantener el distanciamiento social, la higiene de manos, uso del cubrebocas, de la corresponsabilidad hacia los otros y de la solidaridad social.



Bucchi, M. y Saracino, B. 2020. Italian citizens and covid-19. *Public Understanding of Science Blog*. Disponible en: <https://sagepus.blogspot.com/2020/03/italian-citizens-and-covid-19.html>

Fetzer, T. et al. 2020. Global behaviors and perceptions in the COVID-19 Pandemic. *PsyArXiv Pre-*

prints. Preprint DOI 10.31234/osf.io/3kfmh. Disponible en: <https://psyarxiv.com/3kfmh/>

Tarhuni, D. et al. 2020. Blog del Proyecto de Investigación Percepción COVID-19 en México. <https://percepcioncovid19mexico.wordpress.com/>

# TECNOLOGÍA

## Pruebas de diagnóstico para COVID-19

Gerardo Vázquez Marrufo y Ma. Soledad Vázquez Garcidueñas



**Gerardo Vázquez Marrufo**, Profesor - Investigador del Centro Multidisciplinario de Estudios en Biotecnología, Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo.  
[gvazquez@umich.mx](mailto:gvazquez@umich.mx)

**Ma. Soledad Vázquez Garcidueñas**, Profesora - Investigadora de la División de Estudios de Posgrado, Facultad de Ciencias Médicas y Biológicas "Dr. Ignacio Chávez", Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo.  
[mvazquez@umich.mx](mailto:mvazquez@umich.mx)

### Relevancia del diagnóstico de COVID-19

Desde el inicio de la pandemia ocasionada por COVID-19, una de las prioridades ha sido elaborar pruebas o ensayos para el diagnóstico correcto y oportuno de dicha enfermedad causada por el virus SARS-CoV-2. El diagnóstico oportuno de COVID-19 es importante debido a que personas infectadas que todavía no desarrollan síntomas de la enfermedad y que no siguen las medidas de higiene, prevención y distanciamiento social adecuadas, son agentes de contagio y dispersión de la enfermedad. Además, en sus etapas iniciales, los síntomas de las infecciones provocadas por otros virus que atacan el sistema respiratorio son similares a los de COVID-19, por lo que, si

el diagnóstico no es el correcto, un paciente puede ser internado en una unidad médica sin necesidad, o bien no recibir la atención y el tratamiento adecuados y resultar en un factor de contagio.

Aunque en distintas pruebas de diagnóstico clásicas o convencionales, es necesario aislar y cultivar al patógeno microbiano o partícula viral, a partir de una muestra clínica de saliva, orina, sangre, o cualquier tejido afectado por la infección, en las pruebas o ensayos de diagnóstico más recientes esto no es necesario, ya que pueden detectar al agente patógeno directamente en la muestra clínica.

Entre otras características, una prueba diagnóstica debe ser específica, sensible y reproducible. La especificidad implica que la prueba identifica únicamente al agente patógeno de interés, y no a otros patógenos similares. La sensibilidad indica la capacidad de la prueba para detectar al patógeno en las etapas iniciales de la infección, cuando su población dentro del paciente aún no ha alcanzado un gran número, algo que varía de patógeno a patógeno. Por último, la reproducibilidad se refiere al hecho de que los resultados positivos o negativos sean consistentes, independientemente del número de veces que se haga el ensayo y de quién y en dónde se realice.

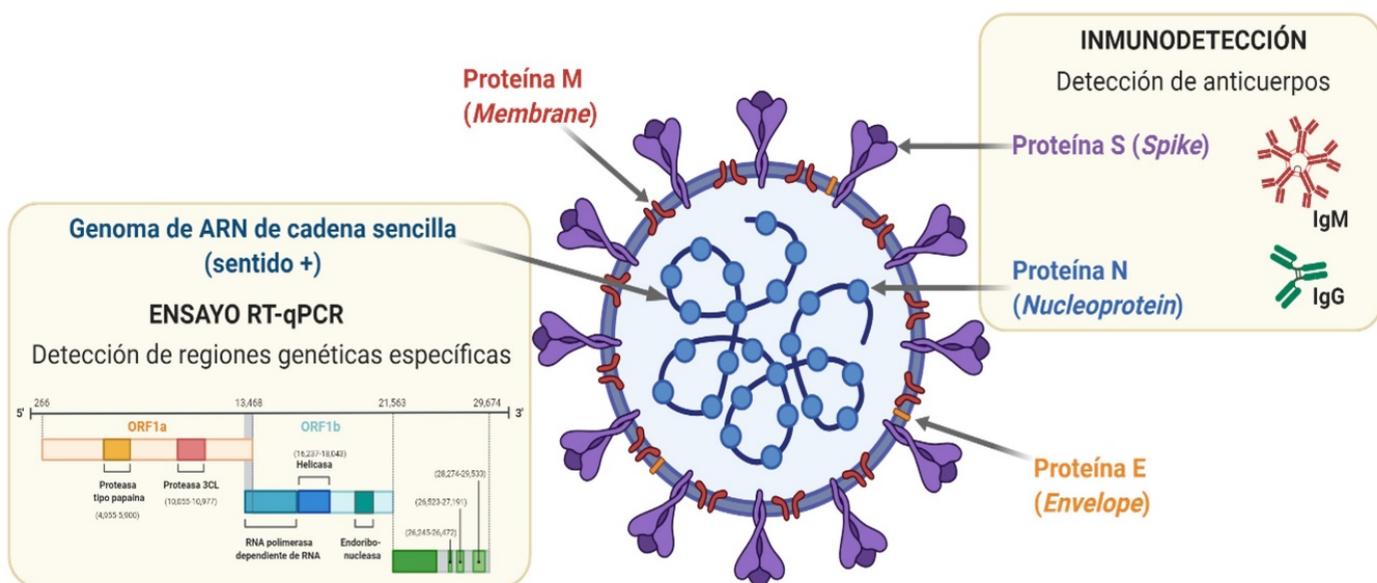
**Tipos de pruebas para el diagnóstico de COVID-19**

El diagnóstico de una enfermedad infecciosa incluye diversas pruebas de labora-

torio para la identificación de "huellas" bioquímicas o genéticas que puedan ser asociadas con un agente patógeno en particular. Las "huellas" bioquímicas detectan actividades enzimáticas o proteínas particulares, que distinguen a las capacidades metabólicas o características estructurales de un microorganismo particular. La detección de anticuerpos producidos por el sistema inmune del paciente en respuesta a la infección de un patógeno en particular, podría considerarse una variante de las "huellas" bioquímicas, aunque comúnmente se clasifica en la categoría de inmunodiagnóstico. Esta variante del diagnóstico se aplica a los virus y constituye la base de las denominadas pruebas rápidas.

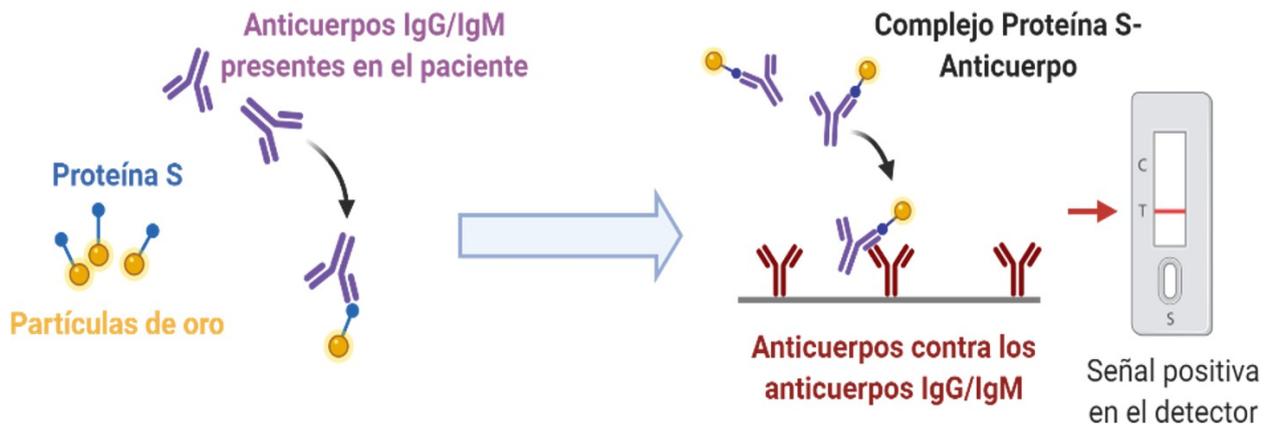
En el caso de las "huellas" genéticas se busca detectar regiones específicas del material genético del patógeno. En bacterias y hongos, así como en otros patógenos, el blanco a localizar es una secuencia del ADN del microorganismo de interés. En relación a los virus, esta "huella" genética puede ser también un fragmento o región de ARN, debido a que hay virus, como el SARS-CoV-2, cuyo material genético es ARN y no ADN.

Así, las pruebas de diagnóstico de COVID-19 pueden clasificarse en pruebas de inmunodiagnóstico, que detectan anticuerpos producidos por el sistema inmunológico del paciente para atacar al virus; y pruebas genéticas, que detectan regiones del ARN del SARS-CoV-2. Para realizar inmunodiagnóstico se parte de una muestra de sangre del paciente, en el caso de las pruebas genéticas, las

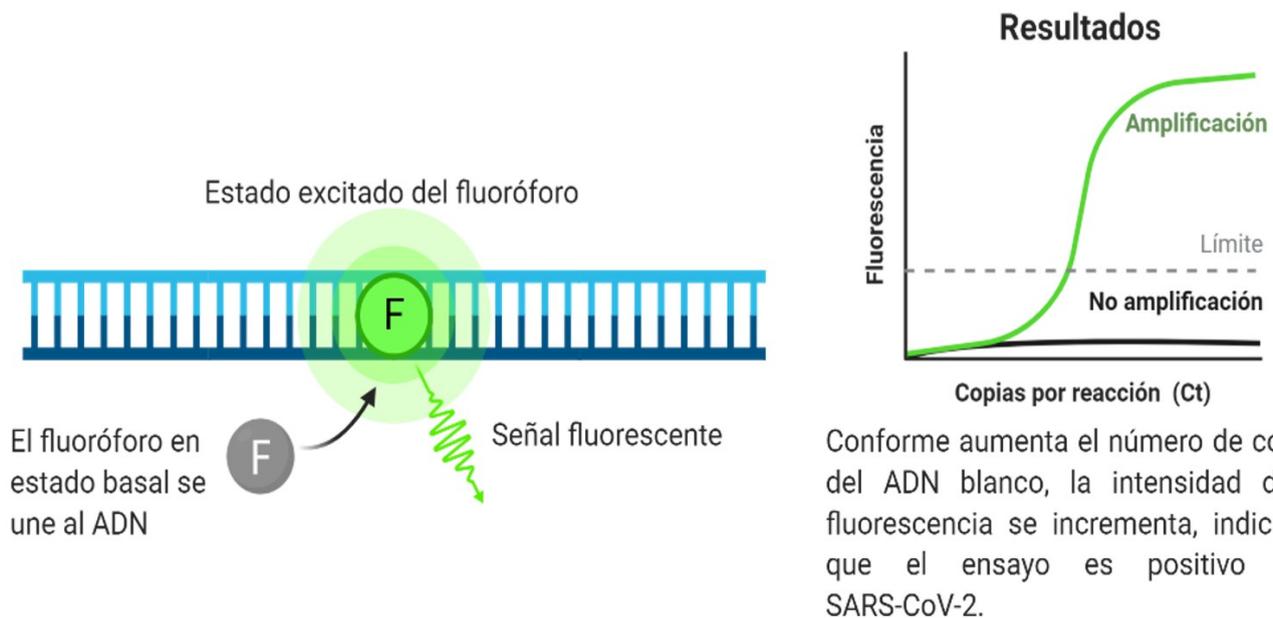


Estructura del virión del SARS-CoV-2. Se muestran las proteínas y el genoma de ARN, así como las pruebas de diagnóstico en que cada una de estas moléculas es empleada. Se indican en inglés los nombres de las proteínas de membrana (M), de espiga (S), de envoltura (E) y la nucleoproteína (N). Creada con BioRender.com.

## PRUEBA RÁPIDA DE INMUNODIAGNÓSTICO



## FUNDAMENTO DE LA DETECCIÓN VIRAL MEDIANTE EL ENSAYO ENSAYO RT-qPCR



Conforme aumenta el número de copias del ADN blanco, la intensidad de la fluorescencia se incrementa, indicando que el ensayo es positivo para SARS-CoV-2.

Fundamentos del inmunodiagnóstico y el ensayo de RT-qPCR para el diagnóstico de COVID-19. Creada con BioRender.com.

muestras se obtienen principalmente introduciendo un hisopo en la nariz o boca, o bien a partir de saliva o esputo.

### Pruebas de inmunodiagnóstico

En la mayoría de las pruebas y kits disponibles actualmente, se detectan los anticuerpos de las inmunoglobulinas IgM e IgG, producidos por el sistema inmune de la persona infectada. La proteína más empleada en estas pruebas es la S (*spike*=espi-ga), que forma parte de la cápside del virus. Puede utilizarse tanto la proteína completa, como algunos fragmentos de ésta, particularmente la secuencia de aminoácidos relacionada con el reconocimiento

del receptor celular por el que el virus inicia el proceso de internalización en las células del paciente. Otra proteína utilizada es la N o nucleoproteína, que en el virión está asociada con el ARN.

En el inmunodiagnóstico comúnmente una señal de color, luminosa o fluorescente, indica que la proteína del virus usada en el ensayo detectó y se unió a los anticuerpos específicos contra el SARS-CoV-2 en el suero del paciente. El tiempo que consume el desarrollo de estas pruebas por los kits diseñados a la fecha, oscila entre los 15-120 min, característica a la cual deben su nombre genérico de pruebas rápidas, lo que constituye una de sus principales ventajas. No obstante, algunas pruebas

de diagnóstico genético tienen tiempos de desarrollo similares.

Debido a que en estas pruebas, el diagnóstico positivo implica la detección de anticuerpos, su efectividad depende de que el paciente haya desarrollado una respuesta inmune efectiva contra el virus. Esto genera algunas desventajas para las pruebas mediante inmunodiagnóstico. Por una parte, el tiempo de incubación de la enfermedad es de 5 a 6 días, antes del desarrollo de una respuesta inmune, ocasionando que un portador del virus pre-asintomático genere un resultado negativo. Por otra parte, la intensidad de la respuesta inmune varía de una paciente a otro, y en algunos casos el desarrollo de anticuerpos contra el virus SARS-CoV-2 es tan bajo, que no pueden detectarse por las pruebas inmunológicas actuales.

### Pruebas de diagnóstico genético

La detección de regiones del ARN del virus SARS-CoV-2 es un ensayo de dos pasos que ofrece los mejores resultados de sensibilidad, especificidad y reproducibilidad. El primer paso es un proceso de transcripción reversa o inversa (RT, por sus

siglas en inglés: *Reverse Transcription*), en el que a partir del ARN viral se genera el ADN complementario (cDNA, por sus siglas en inglés), mediante una enzima denominada transcriptasa reversa. El segundo paso es una amplificación en la que puede cuantificarse, en el momento en el que se van generando, el número de copias de la región genética de interés. Este paso se denomina Reacción en Cadena de la Polimerasa cuantitativa en tiempo real, abreviado como qPCR por sus siglas en inglés (*quantitative Polymerase Chain Reaction*). Así, la acronimia completa del ensayo en inglés es RT-qPCR. Este segundo paso en realidad es un proceso de tres etapas que se dan a diferentes temperaturas, generando millones de copias de la región de interés.

El tamaño del genoma del virus SARS-CoV-2 es de aproximadamente 30,000 bases, y el conocimiento de su secuencia completa permitió el diseño de ensayos para la detección de regiones ubicadas dentro de las estructuras genómicas denominadas Marcos de Lectura Abierta (*Open Reading Frames, ORFs*), ORF1a y ORF1b. También hay ensayos de RT-qPCR que detectan regiones dentro de los genes que codifican para las proteínas de envoltura E

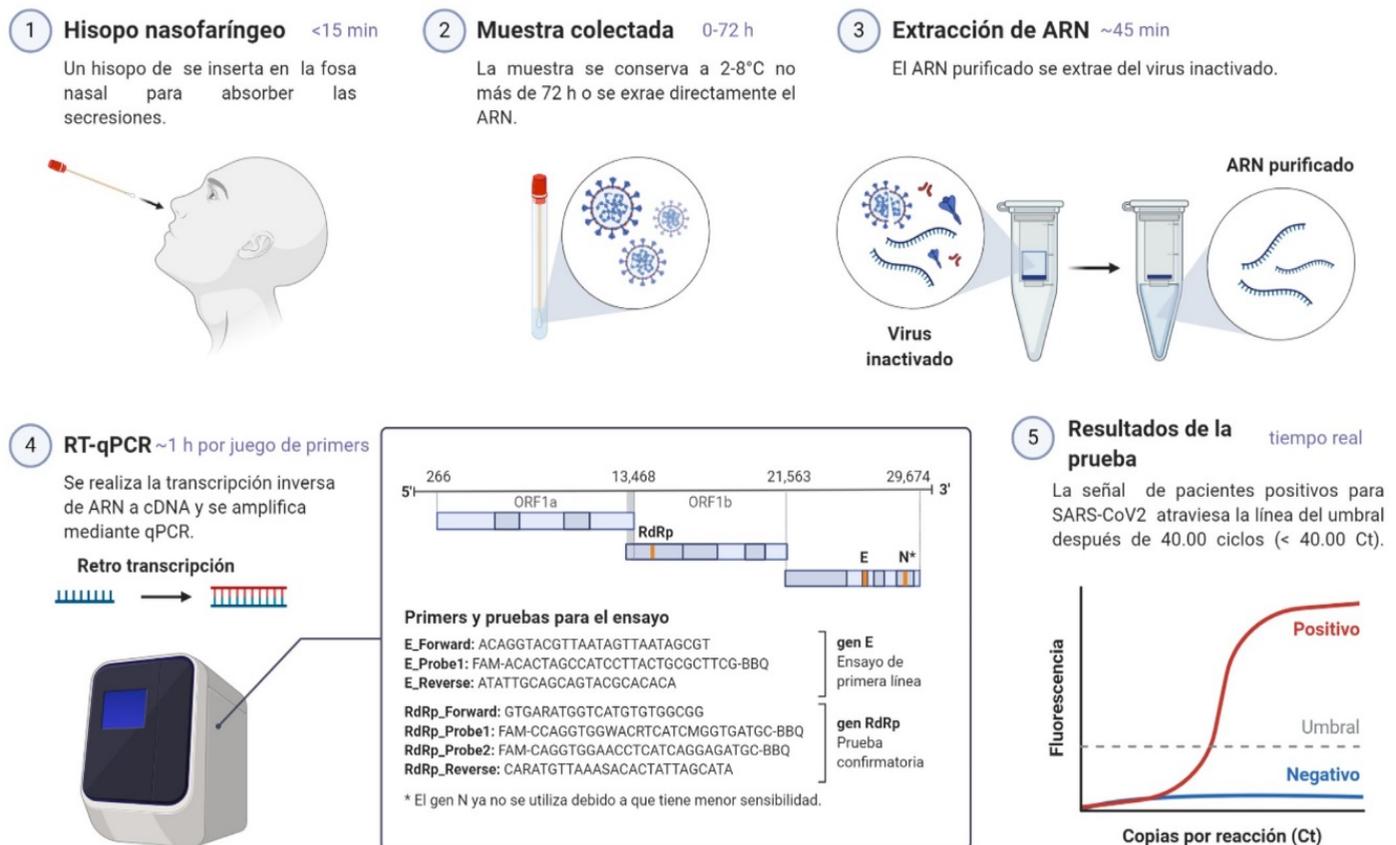


Figura A: Diagrama general de la prueba de RT-qPCR para el diagnóstico de COVID-19. Se muestra el orden de cada paso desde la obtención de la muestra clínica hasta la generación del resultado. Dentro del cuadro se muestran los iniciadores o primers y las regiones del genoma a la que va dirigido uno de varios protocolos diseñados. Creada con BioRender.com.

(*envelope*) y la nucleoproteína N. La detección de las copias generadas de la región de interés, también denominados productos de amplificación, se hace mediante una molécula fluorescente que incrementa la intensidad de la señal emitida conforme aumenta el número de copias generadas. La especificidad para detectar una región genética particular depende de un par de secuencias cortas de ADN que reconocen los extremos de la región de interés, denominados iniciadores o *primers*, que delimitan la zona de copiado o amplificación. Estos componentes del ensayo también determinan en gran medida la detección específica del SARS-CoV-2, discriminándolo de otros virus que afectan el sistema respiratorio. Evitando así la generación de resultados falsos positivos. Con algunas variantes en relación a la región genómica de interés, este ensayo es el que utilizan todas las autoridades de salud en el mundo, por lo que su esquema general se muestra en la figura A.

En el transcurso del desarrollo de la pandemia de COVID-19, se han diseñado una gran variedad de pruebas para la detección del



ARN viral, empleando diversas metodologías de amplificación y detección que es imposible abarcar aquí. Entre estas pruebas puede mencionarse el ensayo de amplificación isotérmica mediada por bucle u horquilla (*Loop-Mediated Isothermal Amplification*, LAMP). A diferencia del ensayo RT-qPCR, el ensayo LAMP se desarrolla a una sola temperatura, y la interpretación de los resultados puede realizarse a simple vista. Estas dos ventajas del ensayo LAMP lo hacen más barato y fácil de desarrollar que el ensayo RT-qPCR, ya que no emplea el equipo costoso usado en este último. Actualmente ya existen kits comerciales de ensayo LAMP para la detección del SARS-CoV-2, y en algunos casos ya se está aplicando como una prueba rápida, cuyos resultados están disponibles en 45 minutos.

Esperamos haber dado una idea general que permita un mejor entendimiento sobre las bases de las pruebas de diagnóstico empleadas para detectar al virus SARS-CoV-2 en muestras clínicas.

Contribuyendo así a tener una población mejor informada sobre un problema de salud pública mundial, que ha afectado todos los aspectos de nuestra vida diaria.



Pinilla B.G., Cubillos K. y Rodríguez M. 2008. Bodas de plata de la reacción en cadena de la polimerasa (PCR). *Nova*, 6(9): 65-75. <https://revistas.unicolmayor.edu.co/index.php/nova/article/view/107>

Marimón J.M. y Navarro-Marí J.M. 2017. Métodos de diagnóstico rápido de las infecciones respiratorias. *Enfermedades Infecciosas y Microbiología Clínica*, 35(2):108-115. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0213005X16303871>

# UNA PROBADA DE CIENCIA

## Zona caliente

Horacio Cano Camacho



Estaba yo buscando un libro que ilustrara bien este asunto de las pandemias, la investigación alrededor de algunos de los agentes patogénicos que se conocen más peligrosos y que de alguna manera nos pusiera en contexto de como llegan a nosotros, de manera natural o por accidente. Y Este libro que ahora recomendamos me parece muy interesante al respecto.

El término "*thriller*" se refiere a un género de la literatura (y el cine) caracterizado por el suspense, la intriga y el terror. Fundamentalmente se trata de historias vertiginosas que atrapan al lector o auditorio y le impelen a estar pendiente del desenlace de cada escena o pasaje, generando la necesidad de mirar el siguiente capítulo para satisfacer la curiosidad y emoción desatada por la historia. El libro que comentamos hoy podría pasar perfectamente bien por un estupendo thriller si no fuera por una razón: la narrado allí es rigurosamente cierto...

**Horacio Cano Camacho**, Profesor - Investigador del Centro Multidisciplinario de Estudios en Biotecnología y Jefe del Departamento de Comunicación de la Ciencia de la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo.  
[hcano19z1@mac.com](mailto:hcano19z1@mac.com)

Se trata de Zona caliente (*Richard Preston (2014), Zona caliente. Ed. Salamandra, Barcelona. ISBN 9788498386448. 384 pp*). El libro fue publicado originalmente en 1994 como una investigación periodística en un intento de explicar los orígenes y evolución del virus Ébola y advertir de sus peligros. Su autor es un escritor y periodista, colaborador de muchas revistas y diarios de prestigio que se ha especializado en la relación entre la literatura y la ciencia.

Salamandra y otras editoriales ha actualizado la versión original publicaron una edición corregida y aumentada a raíz del brote de Ébola en el occidente de África y la posibilidad de su dispersión a otras áreas del mundo. Dispersión analizada y prevista en el libro original.

El título describe un área de los laboratorios en dónde se investigan los agentes causales de enfermedades contagiosas. La "zona caliente" es, en el argot de los científicos, donde se concentran los virus más letales. En términos técnicos, se trata de un área de Bioseguridad Nivel 4.

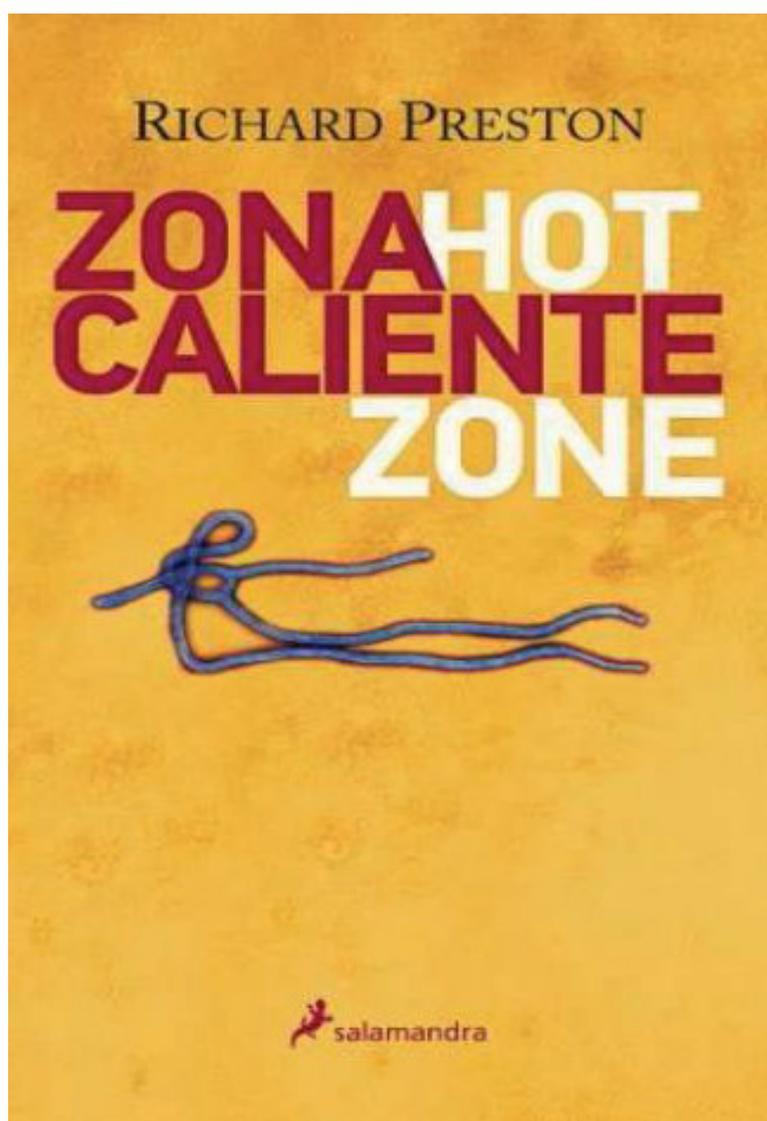
Los laboratorios que manejan microorganismos deben crear y mantener diferentes niveles de protección contra el riesgo de dispersión y contagio. El **nivel 1** es el más básico, en el se trabajan microorganismos poco peligrosos e incapaces de generar contagios por si solos. Basta con el uso de guantes, bata y otras medidas de limpieza. El **nivel 2** requiere de un trabajo de esterilización previa y posterior al manejo y permite trabajar bacterias, virus y otros agentes patogénicos de riesgo moderado. Se trabaja con gabinetes de esterilidad, guantes, tapabocas, bata y otros medios físicos. Aquí se deben concentrar los estudios con hepatitis, VIH, salmonella, etc. El **nivel 3** se trabaja con agentes biológicos que tienen capacidad de transmisión por vía respiratoria y aérea y que pueden causar infecciones serias y potencialmente mortales: tuberculosis, la influenza, coronavirus, entre otras. Se requieren trajes especiales, mascarilla para ojos, guantes, zonas de esterilidad antes y después del área de trabajo, etc.

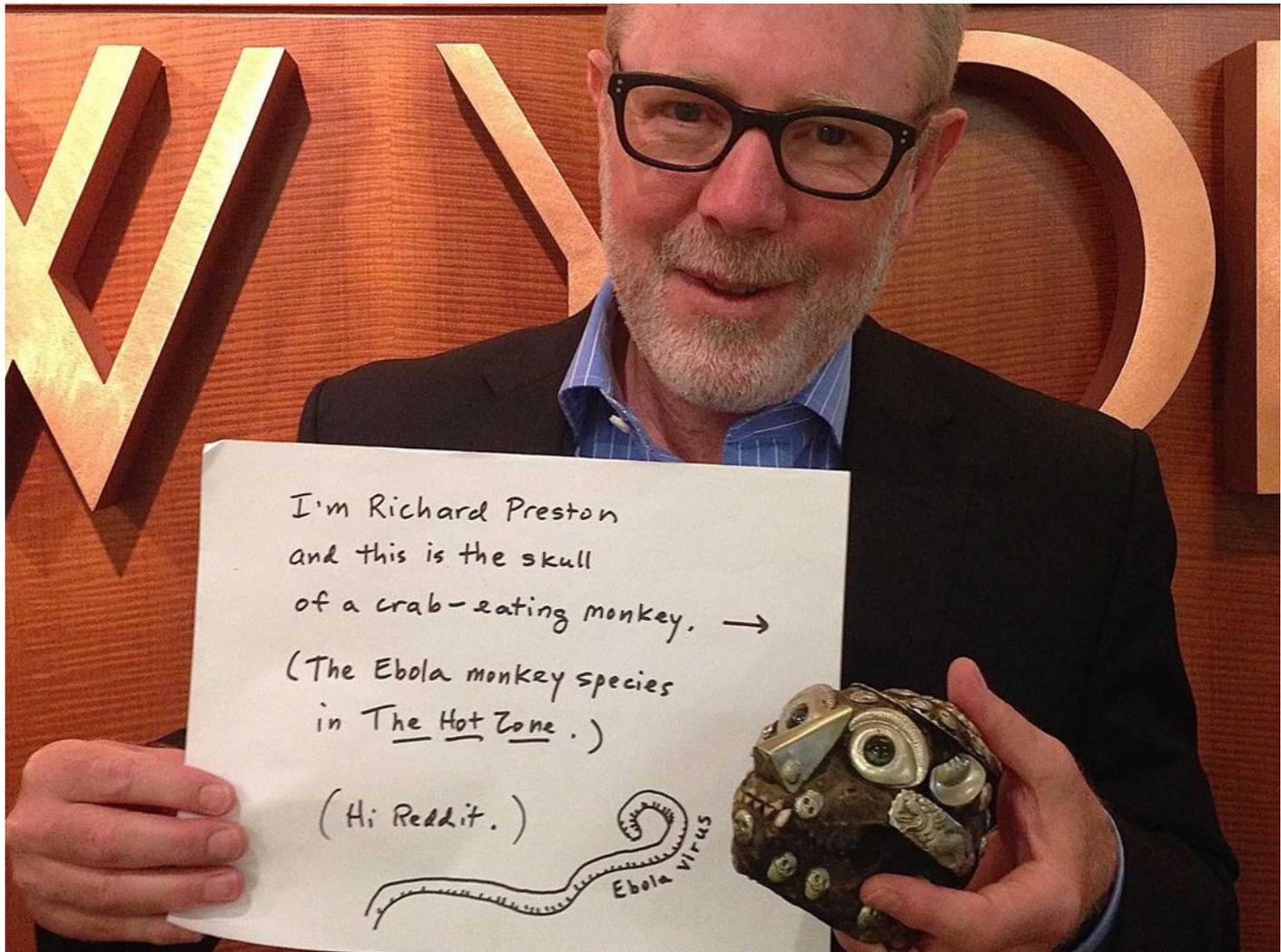
En la *zona caliente* (**nivel 4**) se trabajan las enfermedades más peligrosas que se conocen. Todos son virus y no existe hasta ahora ningún medio clínico para ser tratados. En este nivel es necesario el ais-

lamiento total del personal, del edificio, sistemas complejos de ventilación y manejo de desechos, trajes espaciales y presión reducida para evitar que cualquier material en contacto con los virus salga del laboratorio. Aquí se trabaja con Ébola, Marburgo, Lassa, Junin, Hanta, Crimea-Congo, etc., todos productores de fiebres hemorrágicas, terroríficos en sus efectos e incurables.

El libro está contado con todo rigor y conocimiento, pero de manera vertiginosa, en la que uno se siente dentro de una novela. Se basa en hechos reales, documentados y contrastados con varios de sus protagonistas reales. Es un relato apasionante y sobrecogedor y sí, plantea escenarios terroríficos. Pero su propósito no es asustarnos, la idea es informar de los desafíos que muchos microorganismos plantean para la salud humana y la necesidad de seguir investigando estas enfermedades como único medio de defensa contra ellas.

Circulan de boca en boca o en las redes sociales rumores de que el Ébola no existe o sus efectos se han exagerado artificialmente por gobiernos o intereses oscuros. En "Zona caliente" se narran los





primeros casos documentados de algunas de estas enfermedades, su desenlace (muy trágico) y cómo se llegó a descubrir al agente causal. En particular se centra en los filovirus, Marburgo y Ébola, los únicos miembros conocidos de esta clase de virus, un grupo en forma de hilo o fibrilar que representan dos de los más peligrosos hasta ahora conocidos.

Yo leí ya la segunda versión y puedo localizar algunas correcciones. Esto es normal, ya que no es una novela (aunque lo parezca). En 1994 no se conocían muchos detalles de la biología de estos virus, incluso su detección era muy diferente, implicando la infección a propósito de animales de laboratorio, algo muy penoso. También se pensaba que el Ébola y el Marburgo podían dispersarse por vía aérea lo que generaba escenarios muy delicados. Ahora sabemos que no, por fortuna se requiere el contacto directo con las secreciones de las víctimas y la biología ha avanzado de manera muy espectacular, lo que nos permite ser un poco más optimistas con relación a las enfermedades de la zona caliente.

También he podido contrastar la información de lugares, fechas, datos, nombres, con la literatu-

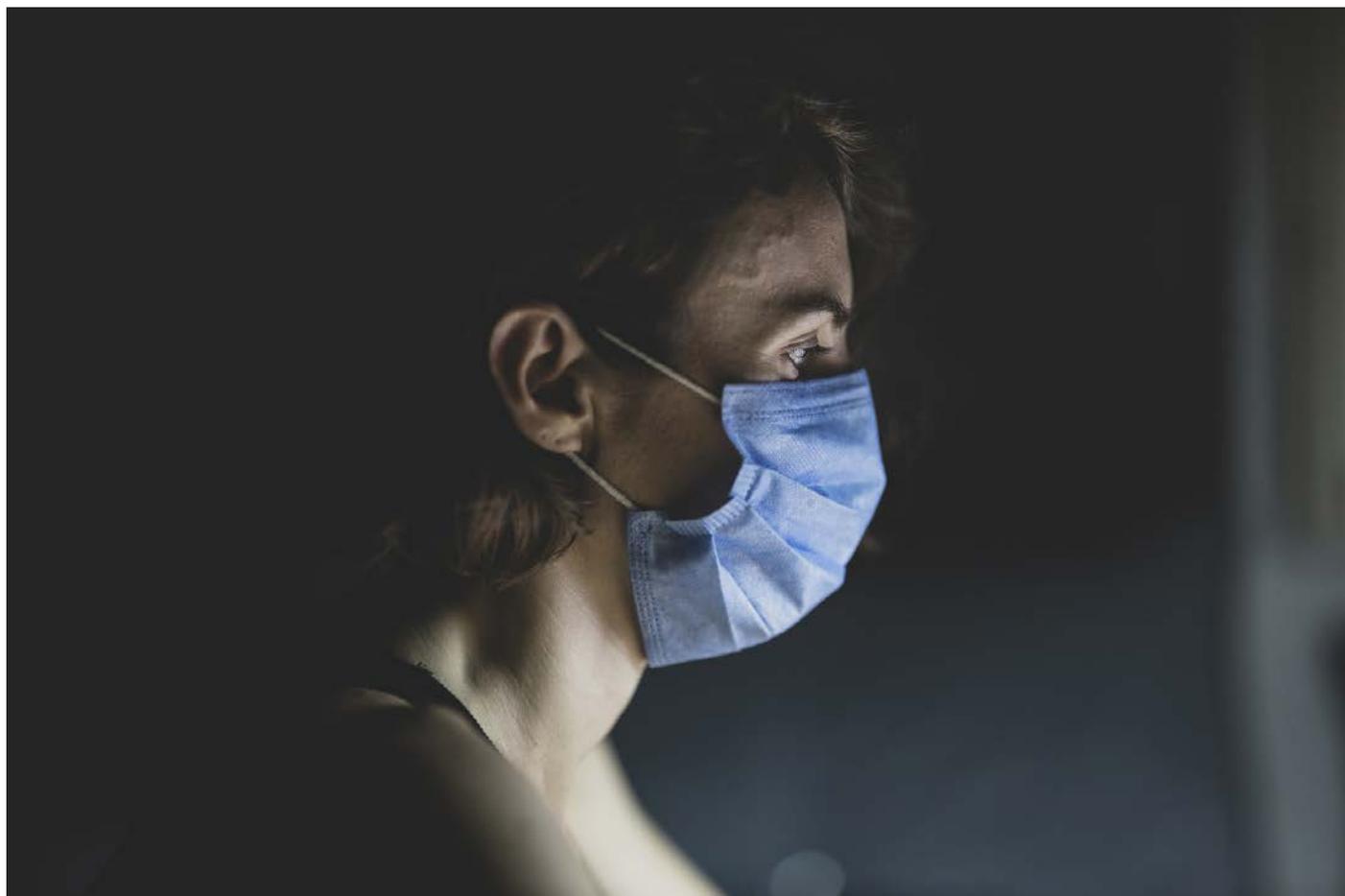
ra científica y probar la gran documentación que el libro maneja. De esta manera puedo recomendarlo como una buena fuente de información para el gran público. De hecho, este texto es obligatorio en las escuelas e institutos norteamericanos y ha sido galardonado con el Premio del Instituto de Física de Estados Unidos.

Con la presente pandemia de COVID-19 existe cualquier cantidad de especulaciones y teorías de complot que manejan la posibilidad de que el virus SARS-CoV-2, responsable de la misma sea una creación humana o tal vez una fuga de un laboratorio en China. Este libro nos pone muy bien en contexto sobre estas dudas y nos muestra como es muy sencillo que tales enfermedades lleguen a nosotros sin necesidad de una operación de terrorismo o un descuido en un laboratorio. El asunto es que estamos llegando a zonas donde tales enfermedades existen y poniéndonos en contacto con las mismas, lo que está más que demostrado en varios de los casos que aquí se tratan. Lea este texto, nos dará una visión más crítica sobre el asunto.

# LA CIENCIA EN POCAS PALABRAS

## Brotos, epidemias y pandemias

María Guadalupe Zavala Páramo



**E**n general, se considera a un **Brote** epidémico como la aparición de dos o más casos de pacientes con la misma enfermedad por un agente infeccioso conocido o nuevo, que coinciden en el tiempo y lugar.

En el caso del virus SARS-CoV-2 que produce la enfermedad COVID-19, la sospecha de un brote epidémico comenzó con cinco pacientes que presentaron neumonía severa de origen desconocido, hospitalizados entre el 18 y 29 de diciembre de 2019 en Wuhan, provincia de Hubei, China. Uno de estos pacientes murió.

Las primeras investigaciones sobre el origen de la enfermedad en estos pacientes excluyeron la presencia del virus de la influenza, el virus de la influenza aviar, el adenovirus, el coronavirus del Síndrome Respiratorio Agudo Severo (SARS-CoV), el coronavirus del Síndrome Respiratorio del Medio

*Dra. María Guadalupe Zavala Páramo*, Encargada del Centro Multidisciplinario de Estudios en Biotecnología. UMSNH  
[gzavalap@umich.mx](mailto:gzavalap@umich.mx);  
[gzavpar@hotmail.com](mailto:gzavpar@hotmail.com)

Este (MERS-CoV), o las bacterias *Chlamydia pneumoniae* y *Mycoplasma pneumoniae*.

Así, para identificar al posible agente infeccioso de la enfermedad, un grupo de investigadores de diferentes Centros de Salud, Institutos de investigación y de la Comisión Nacional de Salud de China entre otros, realizaron el estudio de muestras de tejido pulmonar de los pacientes mediante Genómica, Meta-transcriptómica y filogenética. Como resultado unánime, se encontró que se trataba de un nuevo virus, similar a SARS-CoV de la familia de los Coronavirus (CoVs), dos de los cuales producen Síndrome Respiratorio Agudo Severo (SARS-CoV) en humanos. Los CoVs infectan a humanos, aves y mamíferos, pero típicamente los CoVs humanos son zoonóticos, es decir, saltan de animales a humanos o viceversa. Se ha propuesto que varios de ellos se originaron en murciélagos, incluyendo al nuevo coronavirus.

Para el 2 de enero del 2020 el brote ya se presentaba en 41 pacientes y el 7 de enero las autoridades de China anunciaron la identificación de un nuevo coronavirus denominado por algunos investigadores como WH-human 1 coronavirus (WHCV) y por otros como 2019-nCoV, aunque finalmente el nombre asignado por la Organización Mundial de la Salud (OMS) fue SARS-CoV-2 por su relación filoge-

nética con el SARS-CoV, mientras que a la enfermedad se le denominó COVID-19.

Inicialmente, se asumió que los contagios ocurrieron en el hospital y que el virus no era de alta propagación, sin embargo, para el 22 de enero de 2020 ya se habían confirmado 571 casos y 17 muertes en 25 provincias de China.

Cuando un brote aparece en una comunidad o región específica con un rápido incremento del número de casos y con una frecuencia que rebasa la incidencia normal, se reconoce que existe una **Epidemia**.

La investigación epidemiológica del Centro de Control de Enfermedades de Wuhan determinó que antes de que comenzara el brote, algunos de los primeros cinco casos de COVID-19 trabajaban en un local al interior de un mercado de mariscos (coincidiendo en el tiempo y lugar), donde además de pescado y mariscos se vendía animales silvestres vivos, incluidos erizos, tejones, serpientes y aves (tortolas), así como cadáveres y carne de animales. Sin embargo, en este mercado no se encontraron murciélagos.

A pesar de que las autoridades de China cerraron, desinfectaron y pusieron en cuarentena las instalaciones del mercado para evitar el incremento en los contagios y la propagación del COVID-19,





hacia el 30 de enero de 2020 se habían confirmado 7734 casos con COVID-19 en China y se reportaron 90 en varios países: Taiwan, Tailandia, Vietnam, Malasia, Nepal, Sri Lanka, Camboya, Japón, Singapur, República de Corea, Emiratos Árabes Unidos, Estados Unidos, Filipinas, India, Australia, Canadá, Finlandia, Francia y Alemania.

El 30 de enero, la segunda reunión del Comité de Emergencias del Reglamento Sanitario Internacional (2005) acerca del brote del nuevo coronavirus (2019-nCoV), declaró al brote un ESPII: evento extraordinario que constituye un riesgo para la salud pública de otros Estados a causa de la propagación internacional de una enfermedad y podría exigir una respuesta internacional coordinada.

Entonces, poco más de un mes después, el 11 de marzo de 2020 en la conferencia de la Organización Mundial de la Salud, se reportaron más de 118,000 casos en 114 países y 4291 muertes por COVID-19. También en la misma fecha la Organización Mundial de la Salud (OMS) determinó que el COVID-19 se podía considerar una **Pandemia** e hizo *"un llamamiento a los países para que adoptaran medidas urgentes y agresivas"*. Con el reconocimiento de que la COVID-19 no es solo una crisis de salud pública, la OMS llamó a los países a *"adoptar un enfoque pangubernamental y pansocial, en torno a una estrategia integral dirigida a prevenir las infecciones,*

*salvar vidas y reducir al mínimo las consecuencias de la pandemia"*.

Cuando la enfermedad tiene un alto grado de infectividad y de dispersión de una región geográfica a otra afectando a nivel global, se reconoce que se ha convertido en una **Pandemia**.

El 13 de marzo la OMS declaró a Europa como el epicentro de la pandemia, "con más casos y muertes notificadas que en el resto del mundo junto, al margen de la República Popular China".

Diez días después, el 23 de marzo durante la Cumbre Extraordinaria del G20 sobre la COVID-19, los líderes del G20 apoyaron el mandato de la OMS en la coordinación del combate internacional a la pandemia y se comprometieron a proteger a los trabajadores de la salud en la primera línea y la entrega de suministros médicos, especialmente herramientas de diagnóstico, tratamientos, medicinas y vacunas.

Hacia el 4 de abril el número de casos de COVID-19 se había multiplicado 10 veces en menos de un mes con más de un millón de casos en todo el mundo.

Mientras escribo, a nivel mundial se han confirmado 23,309,597 casos y 806,543 muertes, y Estados Unidos es el país que reporta el mayor número de casos (5,681,435) y muertes (176,248).

# LA CIENCIA EN EL CINE

## Contagio

Horacio Cano Camacho



**Y**o estoy convencido que el director de cine Steven Sodebergh y el guionista Scott Z. Burns, por más que ya había indicios de una pandemia potencialmente trágica para el mundo, jamás pensaron que su película nos presentaría una situación tan cercana a lo que ahora estamos viviendo. Hablaremos hoy de **Contagio** (EUA, 2011, Dir. Steven Sodebergh). Esta película la vamos a usar como ejemplo de una pandemia que arrasa con buena parte del mundo. Se estrenó un año después de la pandemia de influenza AH1N1 y ya, en el sector científico se alertaba de las posibilidades de una pandemia potencialmente más peligrosa. La influenza preocupó mucho al mundo en 2009-2010 y se determinó su vigilancia estricta, pero la

**Horacio Cano Camacho**, Profesor - Investigador del Centro Multidisciplinario de Estudios en Biotecnología y Jefe del Departamento de Comunicación de la Ciencia de la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo.  
[hcano1gz1@mac.com](mailto:hcano1gz1@mac.com)

verdadera llegó de manos de otro virus, esta vez un coronavirus.

Esta película no es la primera en tocar este tema, le anteceden películas como *La amenaza de Andrómeda* (Robert Wise, 1971), *El puente de Casandra* (George Pan Comatos, 1976), *Epidemia* (Wolfgang Petersen, 1995), *12 monos* (Terry Gilliam, 1995), *Ceguera* (Fernando Meirelles, 2008 sobre el libro *Ensayo sobre la ceguera* de José Saramago, 1995), hasta aquellas que recrean un mundo postapocalíptico de los sobrevivientes, apelando más a la parte fantástica, tales como *Soy leyenda* (Francis Lawrence, 2007, sobre la novela homónima de Richard Matheson de 1954), *Guerra Mundial Z* (Marc Forster, 2013, versión libre del libro de Max Brooks de 2006), *Exterminio*, también llamada *28 días después* (Danny Boyle, 2002). No son todas, por supuesto, pero si constituyen una buena muestra.

Los temas apocalípticos han copado las pantallas. En general, reflejan los miedos de la sociedad hacia lo desconocido. En este caso hacia los microorganismos. Un miedo a que desaten pandemias que hagan enfermar a millones poniéndonos al borde de la extinción. En otros casos, las enfermedades dejan secuelas en los sobrevivientes, transformándolos en seres terroríficos, hiperviolentos y privados de conciencia (una suerte de zombis). En general, estas películas tienen en común la pérdida de control de un agente infeccioso, la mayoría de las veces ideado por alguna mente malévola o in-

cluso como un arma. Los creadores pierden el control y la enfermedad sale a la sociedad, matando a la mayoría y dejando sólo a un puñado de héroes que lucharán durante toda la trama, por controlar y derrotar a la enfermedad. El hilo conductor es una enfermedad que alguien estudia (en general con malos propósitos) y por descuido o sabotaje se le va del control, sembrando la destrucción.

En realidad no hace falta tener al agente infeccioso en un laboratorio, las enfermedades más peligrosas coexisten con nosotros en la naturaleza. Nadie las ha construido. Virus como el Ébola, Marburgo, Lassa, VIH se encuentran circulando en el corazón de África y hay otras igual de mortales en Asia o América. En todo caso, somos nosotros los que hemos invadido los territorios en donde desde siempre han estado y por supuesto, no hace falta que algún malvado las traiga a las ciudades. El SARS, la fiebre aviaria, la encefalitis o la fiebre de Nilo son transmitidas por animales silvestres, quienes contagian a los domésticos y éstos al humano. Otras como el mismo Ébola o el Hanta, viven agazapados en murciélagos y ratones y llegan a nosotros porque invadimos su espacio o en muchos casos, las sequías, devastaciones ambientales, cambio de uso del suelo o hasta el simple turismo "acercan" a los portadores con nosotros.

La película *Contagio* de S. Sodebergh se diferencia del resto ya que no busca culpar a villanos de risa, la epidemia se difunde a los humanos como en





la realidad pasaría. Se trata de una película de suspenso que mezcla muy bien la ciencia, el suspenso y el terror, arropándolo de un estilo a medio camino entre el documental y la ficción. En este sentido no hay un misterio oculto, ni villanos a quien culpar.

Hay un manejo de la historia que refleja cierta frialdad y linearidad que a muchos no ha gustado. La enfermedad surge en Oriente y de allí, a través de viajeros llega hasta Norteamérica en donde se dispersa con una inusitada velocidad. La película, como si de un documental se tratara, nos va dando pistas sobre su origen, su dispersión, contagio y letalidad. Aparecen las escenas de pánico, los negacionistas y los que buscan hacer negocio con el terror. También nos da cuenta de la desesperación de algunas comunidades por conseguir medicamentos o vacunas y la actitud altruista de muchos científicos que no dudan en autoinmolarse para salvar vidas...

Un aspecto interesante, además de su apego a datos científicos, es el conflicto ético subyacente en la posibilidad de tratamiento o una vacuna. Sin ánimo de contarle la película, debo decir que plantea un conflicto muy cercano a lo que está ocurriendo actualmente. En tiempos normales, la creación de una vacuna puede llevar años de investigación y pruebas. La emergencia, en la película y en la realidad actual del COVID-19, han forzado a la investigación científica a acelerar sus procesos, no sabemos con que consecuencias. Investigar los posibles

efectos secundarios de cualquier medicamento es algo muy serio y que exige tiempo, pero la situación es extraordinaria y presiona para acelerar etapas... otro aspecto muy bien reflejado en la película es ¿cómo decidimos a quién se vacuna? En un contexto donde producir siete mil millones de dosis para vacunar a toda la población es muy difícil, por no decir imposible, eventualmente los gobiernos deberán tomar decisiones y esto no es nada fácil, como la propia cinta lo refleja.

La película tiene muy buena factura, tal vez su mayor falla sea apegarse demasiado a los hechos reales, científicos. Por momentos hay una ausencia de drama y emoción, en contraste con las otras películas del género, recordadas arriba. Creo que de manera deliberada, el director prefirió dar información más verificable y menos emocionante, lo cual se agradece, pero termina siendo demasiado fría. Creo que no sale del estilo de este director, famoso por sexo, mentiras y video, *El Che*, *El informante*, *Traffic*, *Erin Brockovich*, entre otras. Todas en la línea de mostrar datos verificables.

Es una película interesante por la información, bien realizada, buenas actuaciones. Las otras enunciadas tal vez son más emocionantes. Si ve algunas de ellas puede comparar la película de acción, el drama y el thriller con los hechos más apegados a la realidad. Para una tarde de domingo sin mucho quehacer...

Se ha demostrado que las microgotas de saliva y los aerosoles que emitimos al hablar, exhalar, toser o estornudar son la principal vía de transmisión del Covid-19

El tiempo y la cantidad de virus a la que estemos expuestos determinarán la probabilidad y la gravedad de la infección

Si el 60% de la población usara todo el tiempo cubrebocas con al menos un 50% de efectividad en lugares cerrados, la pandemia tendería a disminuir rápidamente

Cada microgota mide de 1 a 10 micrómetros



200 millones

Hasta 200 millones de virus pueden ser expulsados por una persona contagiada con un simple toseido

Sin cubrebocas

Con cubrebocas



¡Nunca es tarde para empezar a usar cubrebocas!

Es posible su fabricación en casa

El cubrebocas hace la diferencia

Mantenimiento del cubrebocas casero

1 Poliéster

2 Poliéster

3 Poliéster



Eficacia 93%

Hasta microgotas de 0.65 micrómetros

1 Licra

2 Algodón

3 Poliéster



Eficacia 87%

Hasta microgotas de 0.68 micrómetros



Quitarse el cubrebocas por la tiras que se colocan en orejas o cabeza



Lavar el cubrebocas con jabón, preferiblemente con agua caliente (70° C)



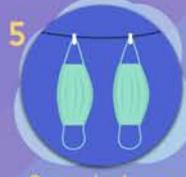
Una vez seca guardar en otra bolsa de plástico de cierre fácil y utilizar cuando sea conveniente



Lavarse las manos antes y después de quitarse el cubrebocas



Guardar el cubrebocas en una bolsa de plástico de cierre fácil al menos un par de días antes de lavarse



Secar al sol o con una secadora de pelo

Fuentes: OMS/who.int/es; Erinbromage.com; Stutt ROJH, et al. A modelling framework. Proc R Soc 2020; A476:20200376; Pratter K.A., et al, Reducing transmission of SARS-COV2. Science; 27 may 2020; IF e IGF UNAM; Facebook Dr. Alejandro Macías infectólogo.

Diseño: Gerardo Ochoa

