



# CIENCIAUANL

Revista de divulgación científica y tecnológica  
de la Universidad Autónoma de Nuevo León



Especial COVID-19:

Impacto económico en México • Impacto epidemiológico y clínico • Violencia sexual y embarazos forzados  
• Estrategias para el diagnóstico



Año 23,  
Número 102  
julio - agosto 2020

ISSN: 2007-1175





Una publicación de la Universidad Autónoma de Nuevo León

Mtro. Rogelio Garza Rivera  
Rector

Dr. Santos Guzmán López  
Secretario general

Dr. Juan Manuel Alcocer González  
Secretario de investigación científica y desarrollo tecnológico

Directora editorial: Dra. Patricia del Carmen Zambrano Robledo

**Consejo editorial**

Dr. Sergio Estrada Parra / Dr. Jorge Flores Valdés /  
Dr. Miguel José Yacamán / Dr. Juan Manuel Alcocer González /  
Dr. Ruy Pérez Tamayo / Dr. Bruno A. Escalante Acosta /  
Dr. José Mario Molina-Pasquel Henríquez

Coordinadora editorial: Melissa Martínez Torres  
Redes y publicidad: Jessica Martínez Flores  
Diseño: Mónica Lozano  
Correctora de inglés: Mónica L. Balboa

Corrección: Luis Enrique Gómez Vanegas  
Asistente administrativo: Claudia Moreno Alcocer  
Portada: Francisco Barragán Codina  
Webmaster: Mayra Silva Almanza  
Diseño de página web: Rodrigo Soto Moreno

Ciencia UANL Revista de divulgación científica y tecnológica de la Universidad Autónoma de Nuevo León, Año 23, N° 102, julio-agosto de 2020. Es una publicación bimestral, editada por la Universidad Autónoma de Nuevo León, a través de la Dirección de Investigación. Domicilio de la publicación: Av. Manuel L. Barragán 4904, Campus Ciudad Universitaria, Monterrey, N.L., México, C.P. 64290. Teléfono: + 52 81 83294236. Directora editorial: Dra. Patricia del Carmen Zambrano Robledo. Reserva de derechos al uso exclusivo No. 04-2013-062514034400-102. ISSN: 2007-1175 ambos otorgados por el Instituto Nacional del Derecho de Autor, Licitud de Título y Contenido No. 16547. Registro de marca ante el Instituto Mexicano de la Propiedad Industrial: 1437043. Impresa por: Serna Impresos, S.A. de C.V., Vallarta 345 Sur, Centro, C.P. 64000, Monterrey, Nuevo León, México. Fecha de terminación de impresión: 1 de julio de 2020, tiraje: 2,500 ejemplares. Distribuido por: la Universidad Autónoma de Nuevo León, a través de la Dirección de Investigación.

Las opiniones y contenidos expresados en los artículos son responsabilidad exclusiva de los autores y no necesariamente reflejan la postura del editor de la publicación.

Prohibida su reproducción total o parcial, en cualquier forma o medio, del contenido editorial de este número.

Publicación indexada al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología, LATINDEX, CUIDEN, PERIÓDICA, Actualidad Iberoamericana, Biblat.

Impreso en México  
Todos los derechos reservados  
© Copyright 2020

revista.ciencia@uanl.mx

# CiENCiAUANL

## COMITÉ ACADÉMICO

### CIENCIAS DE LA SALUD

*Dra. Lourdes Garza Ocañas*

### CIENCIAS EXACTAS

*Dra. Ma. Aracelia Alcorta García*

### CIENCIAS AGROPECUARIAS

*Dra. María Julia Verde Star*

### CIENCIAS NATURALES

*Dr. Rahim Foroughbakhch Pournavab*

### CIENCIAS SOCIALES

*Dra. Veronika Sieglin Suetterlin*

### INGENIERÍA Y TECNOLOGÍA

*Dra. María Idalia del Consuelo Gómez de la Fuente*

### CIENCIAS DE LA TIERRA

*Dr. Carlos Gilberto Aguilar Madera*

## COMITÉ DE DIVULGACIÓN

### CIENCIAS DE LA SALUD

*Dra. Gloria María González González*

### CIENCIAS NATURALES

*Dr. Sergio Moreno Limón*

### CIENCIAS AGROPECUARIAS

*Dr. Hugo Bernal Barragán*

### CIENCIAS EXACTAS

*Dra. Nora Elizondo Villarreal*

### CIENCIAS SOCIALES

*Dra. Blanca Mirthala Taméz*

### INGENIERÍA Y TECNOLOGÍA

*Dra. Yolanda Peña Méndez*

### CIENCIAS DE LA TIERRA

*Dr. Héctor de León Gómez*

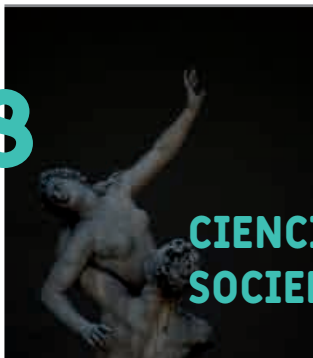
# ÍNDICE



6

## EDITORIAL

8

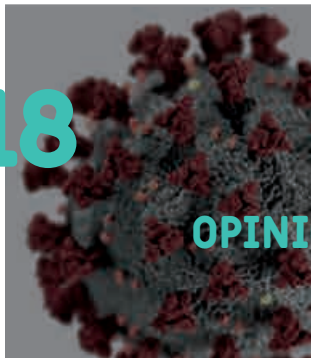


### CIENCIA Y SOCIEDAD

Desaparecer las violencias en tiempos de COVID: el caso de la violencia sexual y los embarazos forzados en México

Velvet Romero  
García

18



### OPINIÓN

Impacto epidemiológico y clínico del COVID-19

Javier Ramos Jiménez, Ana María Rivas Estilla

24



### EJES

Estrategias de análisis de información ante la pandemia de 2020

Héctor Benítez Pérez, Fabián García-Notcetti, Elena Larraga, William Lee, Manuel Suárez-Lastra, Jorge Velasco, Jesús M. Siqueiros-García

30

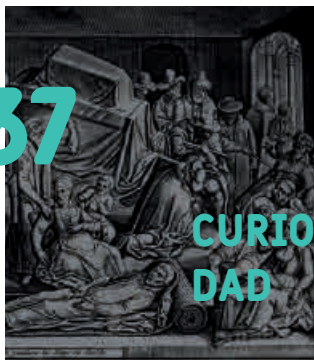
SECCIÓN  
ACADÉMICA

31

Impacto económico del COVID-19 en las regiones de México

Joana Chapa

37

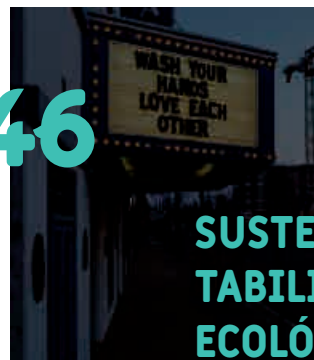


CURIOSIDAD

Estrategias para el diagnóstico de SARS-COV-2

Hugo Leonid Gallardo Blanco, Mayra Alejandra Castañeda Cataña, Celia Nohemí Sánchez Domínguez

46



SUSTENTABILIDAD  
ECOLÓGICA

¿Qué porvenir nos depara tras el COVID-19 en el marco de la sustentabilidad?

Pedro César Cantú-Martínez

53



CIENCIA DE FRONTERA

Conocimiento y tecnología en una emergencia sanitaria. Entrevista con el doctor Boris Escalante Ramírez

María Josefa Santos Corral

62



CIENCIA EN BREVE

77



COLABORADORES

EDITORIAL

102

# Un nuevo virus nos da la oportunidad de cambiar

JUAN MANUEL ALCO CER GONZÁLEZ \*

**E**n el instante en que se escriben estas líneas, el mundo pasa por un momento en el que se replantean las prioridades en la vida de las personas, las sociedades y los países; el responsable de esta situación atípica para reconstruir una nueva realidad es el virus SARS-CoV-2, responsable del COVID-19. Es una oportunidad única que sucede en el mismo punto para todos, situación que nunca había pasado o coincidido, para cambiar el mundo que hemos construido y que nos tiene hoy con condiciones de pobreza extrema en gran parte de la población, gran desigualdad, falta de equidad, inclusión, valores fundamentales, un mundo digital, conectado, multilingüe, multiétnico, con fronteras cada vez más cerradas no sólo al comercio, sino también a la migración de las personas, un mundo en el que el consumo ya ha alcanzado niveles críticos por el grado de contaminación del agua, el aire y la tierra, así como por el grado de alteración de los ecosistemas y la pérdida o destrucción de sus especies.

Llegar a este punto es una gran oportunidad de cambio colectivo y de reflexión de que es posible cambiar, si no tomamos esta oportunidad, todo lo que se ha perdido en vidas humanas y el sufrimiento producido, significa que no somos capaces de aprender; la lección ha sido la más terrible que hemos tenido y que esta generación tenga en su recuerdo. Si no lo hacemos ahora, ¿cuándo podrá suceder?, ¿habrá otra oportunidad?, ¿qué costos habremos de pagar? La oportunidad es construir una sociedad basada en conceptos centrados en la vida y el bienestar, no es crear nuevas ideologías ni corrientes del pensamiento, ni adoctrinamientos o corrientes filosóficas, se trata de reconocer el fin superior de nuestra existencia, de la razón del porqué y para qué vivimos. Se trata de poner a la vida y nuestra vida en el centro de todo, de vivir en armonía y respeto con toda forma de vida, de crear bienestar sin consumir o destruir nuestro entorno y lo que lo ocupa.

Esto significa que de forma individual requiere un profundo convencimiento de que la vida es lo más importante que existe, aunque todos lo reconocemos no somos capaces de construir un estilo de vida con base en este convencimiento y

\*Universidad Autónoma de Nuevo León.

ésta es la paradoja más grande. Este concepto de vida y bienestar puede permear a todo, al trabajo, la familia, la recreación, incluyendo la conducta y la actitud; a cualquier forma de organización en la sociedad, de convivencia, ya sea presencial o a distancia. No es apocalíptico, no hay necesidad de derribar y seguir destruyendo, los grandes logros y pasos gigantes que hemos dado como humanidad para cuidar la vida y crear bienestar no tienen que desaparecer, al contrario, son el gran cimienta sobre el cual se podrán producir cambios con mayor certeza y seguridad. Esto significa, que este cambio de vida y bienestar no está alejado del avance tecnológico de seguir impulsando la ciencia, por el contrario, ahora más que nunca necesitamos avances tecnológicos y avances científicos, así como la aportación de todas las ciencias del hombre y la sociedad para construir este nuevo rumbo de la vida del hombre.

Los tiempos próximos están siendo denominados como vida en una nueva normalidad, el retorno a una nueva normalidad, proponiendo que las cosas ya no serán como antes eran, cuando se analizan los modelos o protocolos de esta vida en la nueva normalidad se identifica rápidamente que es seguir haciendo lo mismo y la única diferencia es que ahora ponemos distancia física entre las personas, pero nada ha cambiado, entonces la forma en la que el hombre ha conceptualizado la nueva normalidad es alejarse de las personas, construir ba-

rreras físicas, separar a las personas en grupos de riesgo, con el fin de cuidar de ellas, sólo espero que esto no acentúe los grandes problemas de desigualdad, de equidad y de inclusión que ya traemos como sociedad; los problemas de falta de comunicación afectiva por el avance de la tecnología, que acerca a los lejanos y aleja a los cercanos. Sería inadmisibles que la nueva normalidad llegara a construir un distanciamiento físico y barreras físicas entre las personas que afecten la vida y el bienestar de las mismas.

Es por eso que el llamado del tiempo y del momento es si ahora nos hemos convencido de que es necesario poner en el centro de todo a la vida y el bienestar como un estilo de vida que inicie en un cambio individual y que trascienda a un cambio colectivo; que derribe costumbres, normas y todo tipo de barreras que hayamos construido en el pasado y que ya no son necesarias para la actual etapa a la que estamos llamados como una coyuntura excepcional de cambiar. Este nuevo virus, SARS-CoV-2, le ha traído al hombre una nueva oportunidad de cambiar porque en muy poco tiempo ha sensibilizado y sintonizado a las personas del mundo en identificar la necesidad de modificar en los estilos de vida y las formas en las que hemos construido nuestro desarrollo, ahora se requiere de una clase de líderes que dirijan e impulsen estas causas y detecten la oportunidad única de estos tiempos.

“Todos mis  
hijos fueron  
producto  
de una  
violación”







## Desaparecer las violencias en tiempos de COVID: el caso de la

# VIOLENCIA SEXUAL

## y los embarazos forzados en México

VELVET ROMERO GARCÍA\*

**N**o tengo una única historia para narrar, más bien vienen a mi cabeza diversos relatos de mujeres que en algún momento de sus vidas me compartieron sus historias y que, mediante un ejercicio de imaginación, puedo pensarlas “cautivas” en sus propios hogares debido a la contingencia sanitaria. A Mercedes, su esposo no la dejaba salir sin supervisión porque decía que “andaba de loca” con el primero que se le atravesaba; le había quitado el teléfono y la ropa bonita para que no se le “insinuara” a nadie. Él, Andrés, era un empleado de una constructora que de vez en cuando tenía trabajo y que en sus ratos de ocio se entretenía obligando a Mercedes a tomar alcohol y otras pastillas para que no pusiera resistencia y “aflojara” pronto. “Todos mis hijos fueron producto de una violación”, me dijo Mercedes cuando la entrevisté.

Emma llegó acompañada de su mamá a la Asociación donde yo trabajaba, la maestra de la escuela la había canalizado porque sospechaba de abuso sexual. Nos sentamos en el suelo y saqué unos muñecos de peluche para jugar, a los pocos minutos, Emma encimó un tigre sobre una ratoncita y comenzó a hacer ruidos. Cuando le pregunté a qué estaba jugando, me dijo que a lo que jugaba algunas noches con su abuelo: “a los cariños”. Ella y su mamá vivían desde hacía más de un año en casa de su abuelo materno después de haber atravesado un difícil divorcio, él se había ofrecido “amablemente” a cuidar a su nieta cuando ella tenía que trabajar hasta tarde.

\* Universidad de Ciencias y Artes de Chiapas.  
Contacto: [velvetromero@unicach.mx](mailto:velvetromero@unicach.mx)



Andrea tenía una hija de tres años y vivía con Juan, su esposo, en la casa que compartía con sus padres y su hermana menor. Juan era policía federal y, además de vigilar las carreteras, tenía tratos clandestinos con el cártel de la Familia Michoacana. Durante un tiempo Andrea no comprendía cómo era que Juan, a pesar de no estar en casa, sabía cuándo, a qué salía y cuánto tiempo se tardaba, hasta que se dio cuenta de la presencia cotidiana de un auto afuera de la casa familiar. Cuando Andrea pidió explicaciones, además de ser forzada a tener relaciones, recibió la noticia de que era vigilada por miembros del cártel, como parte del pago que Juan recibía por los servicios prestados a esta organización.

Este pequeño escrito tiene dos objetivos primordiales. El primero es reflexionar la violencia hacia las mujeres como un *continuum* que se mantiene y se entrelaza con otras violencias y que, en tiempos de encierro como el que ahora estamos viviendo, no sólo no se detiene o disminuye, sino que se exagera y se agudiza por la presencia constante de los agresores en casa. Esto no sólo trae consecuencias letales para las mujeres, como el feminicidio, también una gran proporción de violencia sexual que puede terminar en embarazos forzados. El segundo propósito es reflexionar sobre cómo, desde diversos órganos de gobierno, se ha tendido a menospreciar la violencia, sustituyendo –con un discurso de “amor” y “fraternidad” familiar–, la realidad de miles de mujeres. Lo que ha llevado a prácticas como la disminución de los recursos para su atención, la ausencia de medidas extraordinarias de prevención y atención de la violencia debido a la pandemia, o bien a la realización de campañas que más que colaborar en la erradicación de la violencia, llevan a la ridiculización de la misma.

# LA INVISIBILIZACIÓN DE LA VIOLENCIA HACIA LAS MUJERES: UNA BREVE INTRODUCCIÓN A LA TEORÍA DE LA VIOLENCIA

La invisibilidad no se refiere a un “estado del ser” en el que los sujetos, las comunidades o los grupos nacieron de esa manera. La invisibilidad es el proceso mediante el cual se convierte a las personas –con sus necesidades y problemáticas–, en seres transparentes, etéreos, casi inexistentes. Borrar a las personas es parte de un proceso violento que, en este escrito, se analizará a partir de la propuesta del sociólogo noruego Johan Galtung (2003). Galtung (2003) considera que la violencia puede apreciarse en tres dimensiones: la estructural, la cultural y la directa, se trata de un proceso que tiene forma triangular cuya cúspide (la violencia directa) es la única que puede ser apreciada más o menos con claridad (figura 1).

La violencia cultural es aquella que proviene de los sistemas de creencias sociales y culturales y es transmitida, a través del proceso de socialización, por la familia, las diferentes corrientes religiosas, las amistades, la escuela, el trabajo, etc. (Galtung, 2003). Considerar que las mujeres “provocan” a los hombres a través de la ropa, el maquillaje, la sonrisa o el perfume es un ejemplo de este tipo de violencias. De la misma manera, pensar que los hombres sólo “responden” a las “insinuaciones” de las mujeres, que ellos tienen derecho de tocarlas, mirarlas y “poseerlas”, porque son “sus” esposas, “sus” novias, “sus” hijas o “sus” mujeres, son expresiones de este mismo tipo de violencia.

La violencia estructural se encuentra presente en la injusticia social, en todas aquellas desigualdades sociales que dificultan o impiden que las personas tengan acceso a la vivienda, la salud, al empleo, a la seguridad o a la educación (Galtung, 2003). Se da a través de mediaciones institucionales que determinan normas, leyes, códigos y políticas públicas bajo las cuales se decide qué atender, cómo hacerlo y bajo qué condiciones. Es la violencia estructural cuando, desde las instituciones del Estado o desde la presidencia misma, se cancelan los recursos para las Casas de las Mujeres Indígenas y se destinan a otros rubros que se consideran prioritarios (Gerth, 2020, en prensa),<sup>1</sup> o bien, cuando se banaliza las llamadas de emergencia que las mujeres realizan, se ocultan o maquillan las cifras de violencia y se revictimiza cuando van a denunciar a sus agresores a las instancias de procuración de justicia.

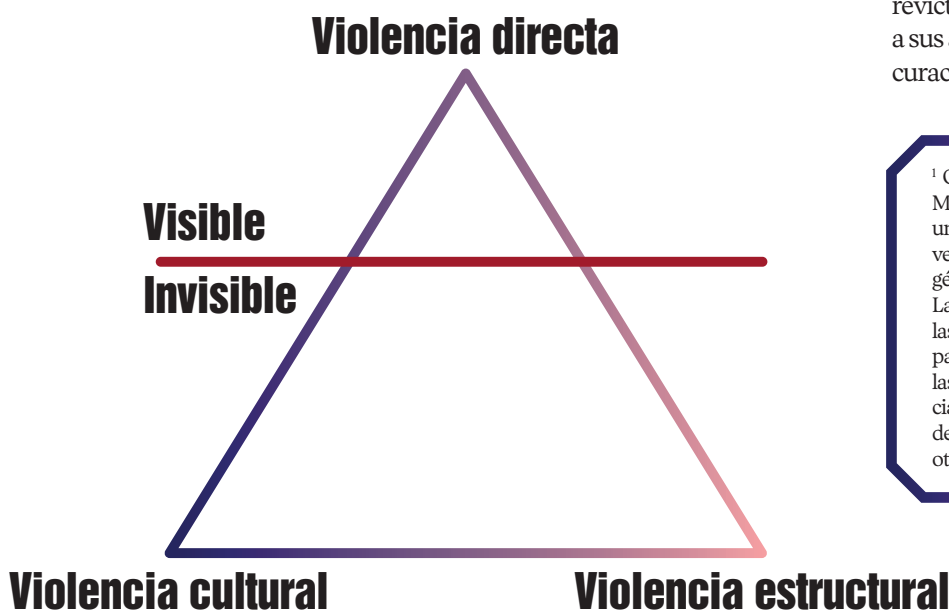


Figura 1. El triángulo de la violencia de Johan Galtung (2003).

<sup>1</sup> Gerth menciona que las Casas de las Mujeres Indígenas (Cami), “tienen una función importante en la prevención y atención a la violencia de género en comunidades indígenas. Las colaboradoras se comunican con las mujeres en su idioma, prestan espacios de contención psicosocial, y las acompañan a los Centros de Justicia para Mujeres a la hora que se deciden denunciar a sus agresores”, entre otras muchas actividades.

Ambas, la violencia cultural y la violencia estructural, son la base de la violencia directa que suele ser, aunque no siempre, más perceptible (Galtung, 2003). La violencia directa se aprecia en golpes, lesiones, quemaduras (física); control del dinero, robos, no dar pensión alimenticia (económica); vender o apropiarse de bienes (patrimonial); humillar, insultar, amenazar (psicológica) y, finalmente, acosar, hostigar o violar (sexual) (Torres, 2002). Para el caso que aquí nos convoca, la violencia directa no sólo es el acto de forzar a una mujer a tener relaciones sexuales, también lo es impedirle el acceso a métodos anticonceptivos, embarazarla sin su consentimiento y, por supuesto, obligarla a continuar con el embarazo cuando ella no lo desea.

Como parte de su teoría triádica de la violencia, Galtung (2003) consideró que la violencia cultural conlleva a una legitimación social de ésta, lo que, en palabras de Bourdieu (2000), se conoce como violencia “simbólica”, la cual, en términos muy sucintos, es la que otorga “unicidad” a todo el sistema violento, es decir, permite que la lógica de la violencia se imponga por todo el cuerpo social, legitimando las prácticas de violencia y deslegitimando aquellas expresiones que la muestran y la hacen evidente. Como un ejemplo de ello, se puede apreciar en las redes sociales que hay una gran gama de comentarios que consideran que las mujeres, para evitar que las violen, no deben de “provocar” y “salir a deshoras”.

Como se puede apreciar, todo acto de violencia directa es producto de un sistema de ideas (violencia cultural) y de una serie de condiciones estructurales (violencia estructural) que, mediadas institucionalmente y legitimadas socialmente (violencia simbólica), provocan que dicha violencia se siga manifestando. Finalmente, hay que considerar también que las violencias se producen en contextos sociales específicos, esto implica que, aunque se lleve a cabo una misma práctica violenta, ésta no va a tener los mismos efectos. De esta manera, aunque las manifestaciones de violencia sexual sean parecidas, no van a representar lo mismo ni van a tener los mismos efectos si hay presencia del crimen organizado, si se dan en contextos rurales, sobre corporeidades femeninas racializadas, en mujeres menores de edad o, como en este caso, en tiempos de COVID.





## MINIMIZAR LAS VIOLENCIAS POR “DECRETO”

El 15 de mayo, en la tradicional “mañanera”, el presidente Andrés Manuel López Obrador, respondiendo a una pregunta que le hicieron sobre la violencia declaró:

no quiere decir que no exista la violencia contra las mujeres, porque no quiero que me lo vayan a malinterpretar (...). El 90% de esas llamadas (...) son falsas, está demostrado y esto no es sólo por tratarse de llamadas que tengan que ver con el maltrato a las mujeres, sucede lo mismo en las llamadas que recibe el metro sobre sabotajes, sobre bombas. La mayor parte son falsas, pero esto dicho, informado por las mujeres del Gobierno Federal, la Secretaria de Gobernación, la encargada del Instituto de Atención a las Mujeres, Nadine, que están preocupadas constantemente por este tema y atendiendo este tema, entonces vamos nosotros a continuar defendiendo, protegiendo a las mujeres.



La respuesta causó revuelo no sólo por la falta de sensibilidad al tema, también por la afirmación categórica de que las denuncias eran falsas, lo que implicaba, por supuesto, que las mujeres estuvieran mintiendo sobre la violencia de la que eran objeto. Esta declaración se sumó a otras que ya había realizado sobre la “fraternidad familiar” y “la reserva de valores” que han impedido que las denuncias sobre violencia familiar hubiesen aumentado (Aristegui noticias, 6 de mayo de 2020). Lo que se evidencia aquí, además de la poca importancia que se le da al tema de la violencia, son básicamente dos cosas: el desconocimiento de cómo

opera la violencia y la intención de minimizarla debido a que las mujeres “no dicen la verdad”.

La violencia no es un episodio sino un proceso, esto significa que diferentes formas de violencia se van encadenando unas con otras a lo largo de la vida de las personas, “la violencia estructural, es decir, la violencia de la pobreza, el hambre, la exclusión social y la humillación, inevitablemente se traduce en violencia doméstica e íntima” (Scheper-Hughes y Bourgois, 2004:1). La violencia sexual es producto de la articulación de otras formas de violencia que tienen lugar sobre los cuerpos

de las mujeres. De esta manera, la violencia sexual no evidencia un momento único de trasgresión y apropiación del cuerpo-territorio, sino que es el evento que cristaliza violencias previas por parte de múltiples actores. Quien viola, previamente –quizá por años–, ha mirado, tocado, acechado, humillado, aislado, amarrado, amenazado; quien debe proteger a las mujeres (el Estado) ha omitido, ignorado, revictimizado e invisibilizado; quien conoce de estos casos (el resto de la sociedad) ha desacreditado a la víctima y justificado la violencia. En suma, la violencia sexual es posible porque, como señala Vigarello (1999), existe todo un marco

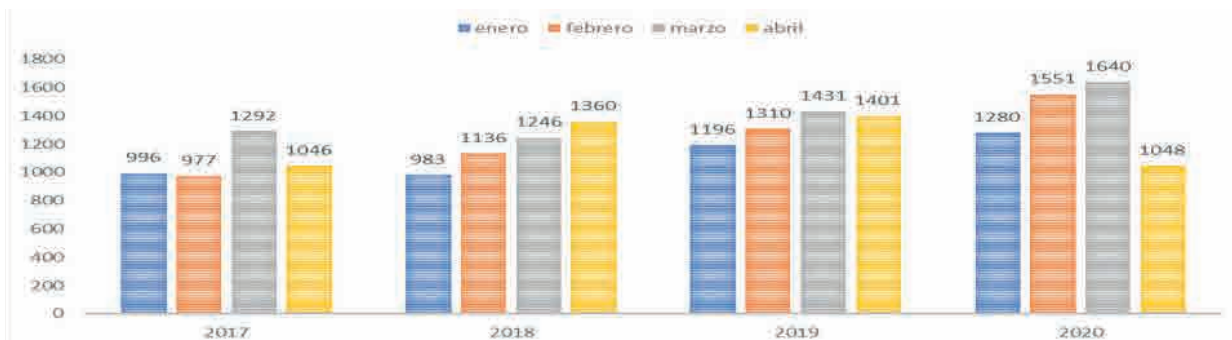


Figura 2. Incidencia delictiva para los delitos de violación simple y violación equiparada (fuente: elaboración propia a partir de datos de Incidencia Delictiva para los delitos de violación simple y violación equiparada. Secretariado del Ejecutivo del Sistema Nacional de Seguridad Pública).

de inteligibilidad social e institucional que la legítima y la hace posible.

La figura 2 permite ver de manera somera un “episodio” violento que se denuncia: la violación (simple o equiparada) que, si bien es una muestra de cómo este tipo de violencia ha mantenido su tendencia ascendente, no permite apreciar las violencias que se encadenan unas a otras,<sup>2</sup> ni tampoco posibilita comprender la magnitud real de la problemática, considerando que la cifra negra para este tipo de delitos es de alrededor de 99% (México Evalúa, 2020).

La contingencia sanitaria ha obligado a miles de mujeres de todas las edades a mantenerse confinadas junto con sus agresores y, aunque parezca paradójico, ha disminuido el número de llamadas de emergencia para reportar incidentes de violación (figura 3). Sin embargo, esta ligera tendencia

a la baja tiene una explicación y no es la que ofrece el presidente sobre la supuesta armonía familiar. Para que la violencia funcione, la persona agresora debe construir un espacio de vulnerabilidad, esto implica –entre otras cosas– aislar a la víctima. La contingencia sanitaria le facilitó este proceso a los agresores, quienes no tuvieron que hacer mucho para prohibir a las mujeres salir de sus hogares so pretexto de “evitar” el contagio. Este aislamiento incluye también la privación de medios que faciliten la comunicación, es decir, la prohibición o vigilancia del teléfono, la computadora, las cartas o cualquier otra forma que permita el contacto con alguna otra persona externa a la casa. De lo anterior es fácil deducir las razones de la “disminución” de llamadas de emergencia, suponiendo también que las mujeres tienen acceso a estos recursos, pero en un país tan desigual como el nuestro, el acceso al teléfono o la computadora son simples ilusiones.

<sup>2</sup> Por cuestiones de espacio, se decidió elaborar sólo un gráfico que mostrara la incidencia delictiva de los delitos de violación simple y violación equiparada que se relacionan más directamente con el tema de los embarazos forzados, sin embargo, es importante mencionar que debido a que la violencia sexual es un proceso, lo que ahora se presenta como denuncia de abuso sexual pueden ser en realidad un paso previo a la violación sexual. La violación equiparada se distingue de la simple porque la realización de la cópula se da “con persona que no tenga la capacidad de comprender el significado del hecho o que por cualquier causa no puede resistirlo” (Instrumento para el registro, clasificación y reporte de los delitos y las víctimas, Secretariado del Ejecutivo, versión 2.4, enero 2018); en ambos delitos hay una introducción de alguna parte del cuerpo o algún objeto y se puede emplear fuerza física o “moral”. Cabe destacar que esta información no viene desagregada por sexo.

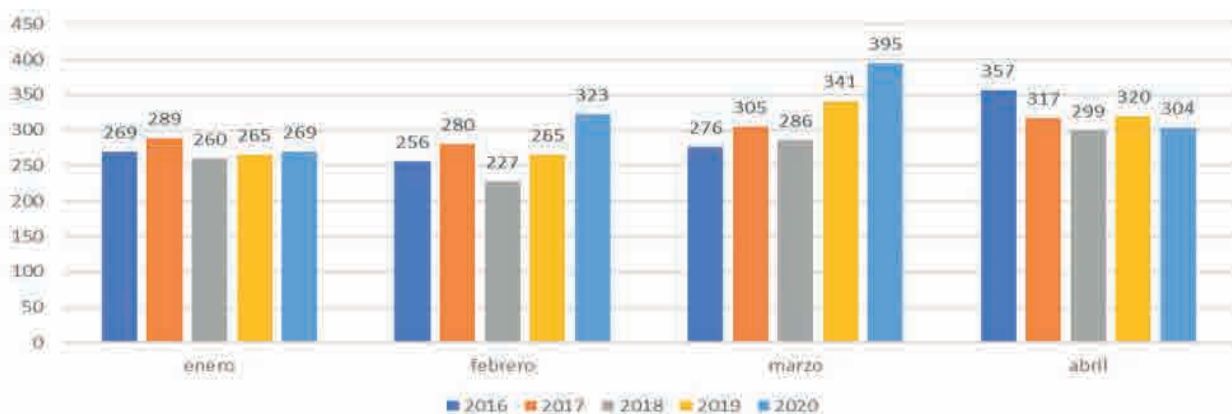


Figura 3. Llamadas de emergencia al 9-11 relacionadas con incidentes de violación (fuente: elaboración propia a partir de datos del Centro Nacional de Información para el caso de llamadas de emergencia 9-11, Secretariado Ejecutivo del Sistema Nacional de Seguridad Pública, fecha de corte: 30 de abril de 2020).



Contrario a lo que el presidente afirma, la contingencia sanitaria permite ver con nitidez la articulación de violencias múltiples. Las violaciones sexuales (violencia directa) son posibles porque hay todo un sistema de creencias (violencia cultural) que permite legitimar socialmente este hecho (violencia simbólica). Al considerar que las mujeres mentimos sobre las violencias que nos aquejan, que la familia es un espacio de armonía o que la violencia es producto de un debilitamiento de los valores morales, lo que está haciendo es simplificar, individualizar y legitimar la violencia, al mismo tiempo que desprotege a miles de mujeres de todas las edades. Bajo esta lógica, no resulta para nada extraño el lanzamiento de campañas como “cuenta hasta 10”, con la que se espera que bajo una suerte de “autocontrol” por medio de la respiración, la violencia desaparezca. Lo que al parecer no ha quedado claro es que justamente por la serie de omisiones de éste y los gobiernos que le antecedieron (violencia estructural), las mujeres seguirán siendo violentadas de múltiples maneras. Como la violencia es un proceso y no un episodio, esperemos ver qué dice la presidencia y sus colaboradores sobre los embarazos forzados que, a fines de este año y en el transcurso del siguiente, llegarán a término: “¿amor en tiempos de COVID?”.

## REFERENCIAS

- Aristegui noticias. (06-mayo-2020). No aumentaron las denuncias de violencia familiar gracias a la fraternidad de la familia mexicana: AMLO. Disponible en: <https://aristeguinoticias.com/0605/mexico/no-aumentaron-las-denuncias-de-violencia-familiar-gracias-a-fraternidad-de-la-familia-mexicana-amlo-enterate/>
- Bourdieu, P. (2000). *La dominación masculina*. Barcelona: Anagrama.
- Galtung, J. (2003). *Violencia cultural*. Documentos de trabajo no. 14. Gernika Gogoratua. Biskaia: Gernika Gogoratua. Centro de Investigaciones por la Paz, pp. 1-29.
- Gerth, S. (25-mayo-2020). Cancelados, recursos para Casas de las Mujeres Indígenas. CIMAC noticias, periodismo con perspectiva de género. Disponible en: [cimacnoticias.com.mx](https://cimacnoticias.com.mx)
- Incidencia Delictiva del Fuero Común, años: 2015-2020. Secretariado Ejecutivo del Sistema Nacional de Seguridad Pública, Secretaría de Seguridad y Protección Ciudadana. Disponible en: <https://www.gob.mx/sesnsp/acciones-y-programas/incidencia-delictiva-del-fuero-comun-nueva-metodologia?state=published>
- Información sobre violencia contra las mujeres. Incidencia delictiva y llamadas de emergencia 9-1-1. Centro Nacional de Información, corte 30 de abril de 2020. Secretariado Ejecutivo del Sistema Nacional de Seguridad Pública, Secretaría de Seguridad y Protección Ciudadana. Disponible en: <https://www.gob.mx/sesnsp/acciones-y-programas/incidencia-delictiva-87005?idiom=es>
- Instrumento para el registro, clasificación y reporte de los delitos y las víctimas. Versión 2.4, enero 2018. Secretariado Ejecutivo del Sistema Nacional de Seguridad Pública, Secretaría de Seguridad y Protección Ciudadana. Disponible en: <https://www.gob.mx/sesnsp/acciones-y-programas/incidencia-delictiva-87005?idiom=es>
- México Evalúa. (21-enero-2020). Impunidad rampante: 99% de las violaciones no se atienden. Disponible en: <https://www.mexicoevalua.org/violencia-contra-la-mujer-los-datos-gritan-denuncia/>
- Schepper-Hughes, N., y Bourgois, P. (2004). Introduction: Making sense of violence. En Nancy Schepper-Hughes y Philippe Bourgois (eds.). *Violence in war and peace*. Chicago: Blackwell, pp. 1-3.
- Torres, M. (2002). *La violencia en casa*. México: Paidós.
- Vigarello, G. (1999). *Historia de la violación desde el siglo XVI hasta nuestros días*. Montevideo: ediciones Trilce.





# ALERE FLAMMAM VERITATIS





# Impacto epidemiológico y clínico del COVID-19

JAVIER RAMOS JIMÉNEZ\*, ANA MARÍA RIVAS ESTILLA\*



**E**n diciembre de 2019, una serie de casos de neumonía de causa desconocida surgió en Wuhan, Hubei, China, con presentaciones clínicas muy parecidas a las neumonías virales. En enero 7 de 2020, el agente etiológico responsable de este cuadro fue identificado como un nuevo betacoronavirus (SARS-CoV-2), distinto del SARS-CoV (2003) y del MERS-CoV (2012), a la enfermedad se le denomina COVID-19; indudablemente este virus nuevo es la primera pandemia del siglo XXI que ha venido a alterar y transformar de manera permanente la vida diaria, económica, política y social del mundo, al día de hoy (25 de mayo) a nivel mundial se reportan 5,494,954 casos y 345,962 muertes; a nivel nacional, 71,105 casos (con la reserva de que el número real es bastante mayor) y 7,633 muertes; en Nuevo León se reportan 1168 casos y 67 muertes.

La enfermedad se extendió a los países de la región: Tailandia, Hong Kong, Corea del Sur, Japón y posteriormente a Irán, Italia, España y el resto de Europa; en América apareció inicialmente en el estado de Washington y con mayor intensidad en Nueva York, y en el resto de la Unión Americana, siendo EE.UU. actualmente el país con más contagiados, 1,637,456, y muertes, 97,6609, en el mundo, y en segundo lugar Brasil, con 374,898 casos y 23,473 defunciones.

\* Universidad Autónoma de Nuevo León.  
Contacto: javramos51@hotmail.com

# EL VIRUS

Los coronavirus son virus envueltos con un genoma de ARN de polaridad positiva pertenecientes a la familia *coronaviridae* y el orden Nidovirales. Estos virus están ampliamente distribuidos en humanos y otros mamíferos. El SARS-CoV-2 tiene un genoma de alrededor de 30 mil nucleótidos y consta de cuatro genes para las proteínas estructurales características de los coronavirus que se designan con las letras S (homotrímero de glicoproteína cuyo ensanchamiento distal de sus pliegues forma las puntas de la superficie), E (pequeña proteína de la envoltura), M (proteína de la matriz que une la envoltura con el núcleo vírico) y N (fosfoproteína de la nucleocápside), además de los ORF (*open reading frames*), que codifican proteínas no estructurales, incluyendo las enzimas que aparecen durante su ciclo reproductivo intrahospedero. El tamaño de los viriones de SARS-CoV-2 es de aproximadamente 50-200 nm de diámetro. La secuencia genómica completa de este nuevo agente está disponible y se han desarrollado diferentes protocolos de detección cualitativa y cuantitativa para entender la fisiopatología de la enfermedad.

Aunque la mayoría de las infecciones en humanos son leves, las epidemias de los dos betacoronavirus, el del síndrome respiratorio agudo severo (SARS-CoV) y el del síndrome respiratorio de Medio Oriente (MERS-CoV), causaron más de 10,000 casos acumulativos en las últimas dos décadas, con una letalidad de 10% para el SARS-CoV y 37% para MERS-CoV. Los coronavirus que han sido identificados a la fecha podrían representar sólo la punta del iceberg, con potenciales eventos zoonóticos nuevos y severos por suceder.

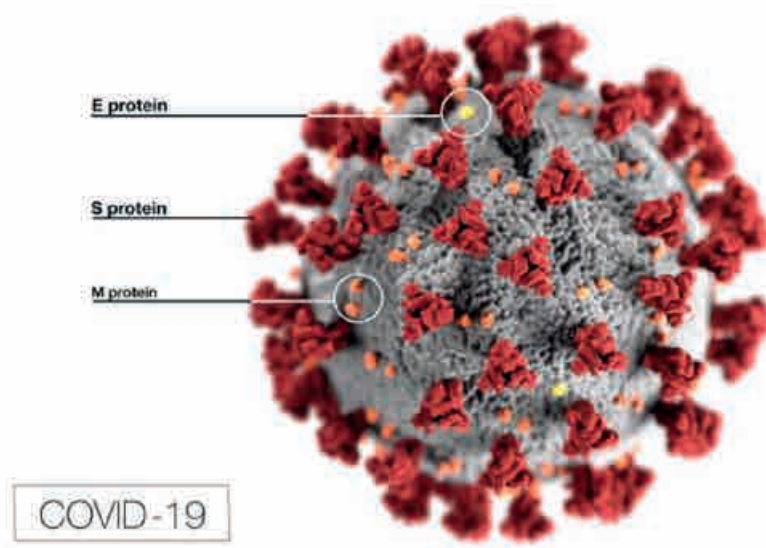


Figura 1. SARS-CoV-2 (fuente: cortesía del Centers for Disease Control and Prevention CDC, Public Health Image Library).

## FISIOPATOLOGÍA

La respuesta inmune con la que el ser humano se defiende es tanto humoral, formando anticuerpos, como celular, mediada por linfocitos. En los pacientes con enfermedad avanzada con insuficiencia respiratoria y falla de múltiples órganos se ha encontrado que están sufriendo de una tormenta de citosinas, y de hecho algunos tratamientos en estos casos avanzados se basan en usar anticuerpos monoclonales contra citosinas.

## DIAGNÓSTICO

Los métodos de diagnóstico son principalmente moleculares: PCR (polimerase Chain Reaction), que detecta los genes del virus gen E para tamizaje y gen RdRp para confirmación, el cual no sólo es específico, también es muy sensible si se toma la muestra en forma adecuada, y los métodos basados en la detección de anticuerpos de tipo IgG (infección pasada) e IgM (infección activa), éstos se comercializan como pruebas rápidas, por lo que dura el procedimiento, pero no significa un diagnóstico inmediato, ya que serán positivas hasta después de la semana del inicio de los síntomas, lo cual las convierte en insensibles, dando falsos negativos si se toman en los primeros días de los síntomas.

## PRESENTACIÓN CLÍNICA

Desde el punto de vista clínico, en un inicio se hacía mención únicamente a los síntomas respiratorios, fiebre y malestar general, y se pensaba erróneamente que 1% era asintomático, cuando en realidad de 35 a 40% de las personas no presenta síntomas y éstos ayudan a la propagación del virus al no ser detectados si no se hacen los estudios correspondientes.

Por fortuna, en 80% de los que presentan síntomas, la enfermedad se autodelimita, pero 15% requiere hospitalización y 5 a 6% requiere unidades de cuidados intensivos para recibir ventilación mecánica y manejo integral de pacientes graves.

El espectro clínico incluye, además, alteraciones en el sistema nervioso, como infartos cerebrales y en corazón, produciendo carditis y arritmias; en la piel, lesiones vesiculares en extremidades; en riñón, 15% de los pacientes hospitalizados produce insuficiencia y en una fracción de éstos el daño es permanente, con necesidad de hemodiálisis; también se presenta pérdida de olfato, coagulación intravascular diseminada y todo un espectro clínico aún por definir.

En la población pediátrica, que hasta hace poco se consideraba inmune o con poco impacto, ahora se reconoce un síndrome parecido a la enfermedad de Kawasaki, el cual es severo y requiere hospitalización, incluso ya ha ocasionados algunas muertes.



## TRATAMIENTO

El tratamiento consiste no sólo en un medicamento antiviral, si no en un manejo integral de cada caso, ya que se debe hidratar con suero y electrolitos, medicamento con vasopresores para los que tienen la presión arterial baja, anticoagulantes y asistencia ventilatoria mecánica para el subgrupo que ya no puede respirar por sí mismo, por eso es que aunque no se tenga un antiviral efectivo, los pacientes pueden sobrevivir si reciben atención adecuada, y entre más temprano acuda el paciente a los hospitales, mejor es su pronóstico.

Hasta el momento no hay un tratamiento antiviral efectivo y seguro, los medicamentos que se muestran en la tabla están siendo probados en estudios clínicos controlados, pero

ninguno de ellos es aceptado como tratamiento estándar.

Uno de los más prometedores, por los estudios publicados recientemente, es el remdesivir, y uno de los más usados inicialmente, y que los estudios han demostrado que no sólo es inefectivo si no peligroso, por los efectos colaterales, es la hidroxicloroquina, con o sin azitromicina, por lo tanto no se recomiendan.

También se ha intentado el uso de plasma de personas que han superado la enfermedad; los primeros estudios no mostraron disminuir la mortalidad, al parecer por haberse administrado en etapas muy avanzadas, pero ahora se está intentando administrarlo en etapas más tempranas.

Tabla I. Resumen de fármacos activos frente a SARS-CoV-2 y su dosificación.

Fármaco	Nombre Comercial	Dosis	Vía	Duración
Lopinavir/ritonavir	Kaletra	200/50 mg 2 cp/12h, 5 ml/12h	Oral	5-7 días
Azitromicina Claritromicina		500 mg/24h 500 mg/12h	Oral o intravenosa	5-7 días
Cloroquina fosfato	Resochin	Día 1.º: 1000mg (4 cp) seguido de una dosis de 500 mg (2 cp) a las 12h. Día 2.º y 5.º: 500 mg (2 cp) cada 12h	Oral	5-7 días
Hidroxiclороquina	Dolquine	200 mg/ 12h (dosis de carga de 400 mg/12h día 1.º)	Oral	5-7 días
Remdesivir	Remdesivir	200 mg (1.ª dosis), seguida de 100 mg/24h	Intravenoso	No definida, hasta 10 días
Tocilizumab (Anti-IL-6)	RoActemra	>75 kg: dosis única 600 mg <75 kg: dosis única 400 mg	Intravenoso (inyección sc, Jeringa 162 mg.)	Autorizada 1 infusión iv Aconsejable máximo 3 Infusiones separadas 12h
Sarilumab (Anti-IL-6)	Kebzara	200 mg	Subcutáneo	Una dosis
Baricitinib (Inhib.JK)	Olumiant	4 mg/24h	Oral	7 días
Akinra (Anti-IL- 1R)	Kineret	100-200 mg/24h (1-2 mg/kg/día)	Subcutáneo	7 días
Tecoplanina	Targocid	400 mg/24h	Intravenoso	7 días

Hay múltiples protocolos de investigación en todo el mundo, incluso en Monterrey hay reclutamiento de pacientes en tres instituciones de salud locales: Hospital Universitario (UANL), Hospital Metropolitano (Secretaría de Salud) y Hospital San José (Tec Salud), estos estudios nos permitirán saber si la medida es efectiva y segura.

Para que el médico utilice estas intervenciones de una manera segura y eficiente hay guías internacionales publicadas recientemente por la IDSA (Infectious Disease Society of América; [www.idsociety.org/COVID19guidelines](http://www.idsociety.org/COVID19guidelines)), y por los Institutos Nacionales de Salud (NIH: National Institutes of Health; <https://www.covid19treatmentguidelines.nih.gov/>), las cuales están basadas en la mejor evidencia científica disponible.



# PREVENCIÓN

Desafortunadamente, en este momento no contamos con una vacuna, pero hay más de 100 abordajes para lograrla a nivel mundial, y por lo menos diez de éstas ya se encuentran en estudios fase 1 en humanos, pero tendremos que esperar por lo menos ocho a 12 meses para que los prospectos de vacuna demuestren su efectividad y seguridad, así como el tiempo para la producción masiva.

Dentro de las medidas que han demostrado ser efectivas para controlar la propagación del virus se encuentran el distanciamiento social, en el que se pide a la gente que permanezca en su casa para que el virus no encuentre personas susceptibles y no

aturen masivamente los hospitales, como ya ha ocurrido en Italia, España y Nueva York; también son efectivas el uso de mascarillas protectoras, el lavado de manos frecuente y evitar estornudar o toser frente a otras personas.

Sin embargo, para que el distanciamiento social sea efectivo, debe ser implementado tempranamente, ya que al diferirse una o dos semanas disminuye notablemente su efectividad, como se demuestra en la figura 2.

Desafortunadamente, lo logrado se encuentra amenazado por una apertura temprana del aislamiento por presiones económicas y políticas, sin tomar las precauciones adecuadas como el contar con pruebas y personal suficiente para un trazado de contactos con la posibilidad de tener rebrotes que obliguen a un nuevo aislamiento más estricto, lo que redundaría en un mayor daño económico y social.

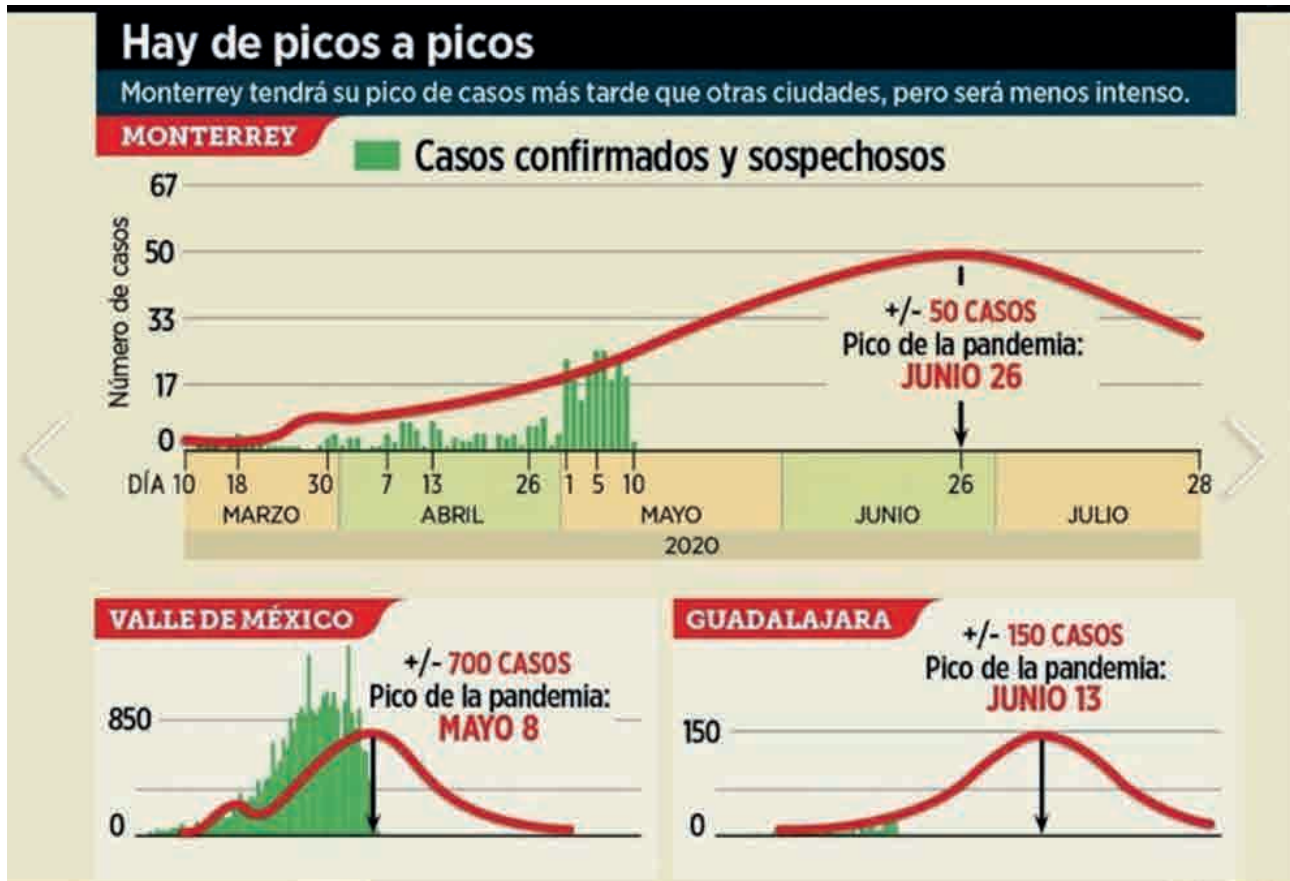
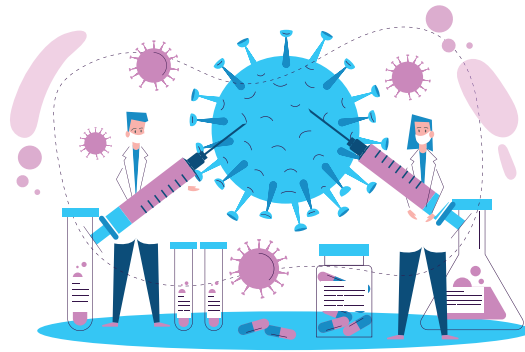


Figura 2. En Monterrey, las medidas de distanciamiento social se tomaron tempranamente, por esa razón los hospitales no están saturados.



## VACUNAS CONTRA EL SARS-CoV-2

El objetivo de una vacuna es “entrenar” al sistema inmune de una persona para generar una respuesta y así combatir al virus y evitar la enfermedad. Todas las vacunas tienen como objetivo exponer al cuerpo a un antígeno que no causará enfermedad, pero provocará una respuesta inmune que puede bloquear o matar el virus si una persona se infecta. Los enfoques convencionales que se utilizan para ello por lo general se centran en el uso de virus vivos atenuados o virus inactivados o fragmentados. Se están probando al menos ocho tipos contra el coronavirus, los cuales se basan en diferentes virus o partes virales. Aunque las vacunas candidatas múltiples se encuentran todavía en diferentes etapas de desarrollo.

Después de sólo tres meses, entre los más de 90 equipos científicos que están trabajando para desarrollar una vacuna contra el SARS-CoV-2, ya hay seis candidatos en desarrollo avanzado que están realizando ensayos en humanos.

1. Vacuna mRNA-1273-Moderna Therapeutics (Estados Unidos): esta vacuna involucra estrategias de biología molecular. Está basada en un ARN mensajero que producirá respuesta de anticuerpos contra la proteína de superficie (S).
2. Vacuna INO-4800-Inovio Pharmaceuticals (Estados Unidos): involucra un diseño de inyección directa de ADN a través de un plásmido (una pequeña estructura genética) para que las células del paciente produzcan los anticuerpos y así combatir la infección.
3. Vacuna AD5-nCoV-CanSino Biologics (China): esta vacuna utiliza como vector una versión no replicante de un adenovirus. Éste transporta el gen de la

proteína S (*spike*) de la superficie del coronavirus, con la cual se intenta provocar la respuesta inmune para combatir la infección.

4. Vacuna LV-SMENP-DC del Instituto Médico Geno-Inmune de Shenzhen (China): es un abordaje centrado en el uso de células dendríticas modificadas con vectores lentivirales.
5. Vacuna de virus inactivado (China): este tipo de vacuna requiere producir partículas de virus en reactores y después purificarlos para que pierdan su capacidad de enfermar. Utiliza tecnología clásica común y la plataforma de producción más experimentada en producción de vacunas.
6. Vacuna ChAdOx1 (Reino Unido): vacuna recombinante que utiliza como vector una versión atenuada de un adenovirus del chimpancé que ha sido modificado para que no se reproduzca en humanos.

## CONCLUSIÓN

Estamos ante un nuevo virus de alta transmisibilidad, con un impacto negativo en lo social, lo económico y lo educativo, así como en la vida diaria de las personas en mayor o menor medida en diferentes países. Se han perdido miles de vidas de incalculable valor, y aunque aún no se controla, hay miles de trabajadores de la salud atendiendo a la población con gran intensidad en esta crisis.

La comunidad científica está aportando opciones terapéuticas, a la vez que busca una vacuna efectiva; sin embargo, para su control se requiere la colaboración de la sociedad en el mantenimiento de la distancia social; pues sin esta participación, perderemos lo ganado con el esfuerzo de miles de personas.



Ejes

# Estrategias de análisis de información ante la pandemia de 2020

HÉCTOR BENÍTEZ-PÉREZ\*,  
FABIÁN GARCÍA-NOCKETTI\*,  
ELENA LARRAGA\*,  
WILLIAM LEE\*,  
MANUEL SUÁREZ-LASTRA\*,  
JORGE VELASCO\*,  
JESÚS M. SIQUEIROS-GARCÍA\*

## EL CONTEXTO

Queremos empezar este texto agradeciendo a la revista *Ciencia UANL* el espacio y la invitación para presentar esta reseña de varias acciones en torno a la pandemia, bajo la perspectiva de la información sobre COVID-19 en un amplio espectro. En abril del presente año, al interior del Subsistema de la Investigación Científica de la UNAM, en la Coordinación de la Investigación Científica, se definieron diversas acciones en apoyo a la sociedad en el contexto de la contingencia sanitaria por la que estamos pasando; particularmente en lo relativo a estrategias de insumos, equipamientos o suministros, en el sector biológico y de la salud, en el terreno del estudio ambiental y por supuesto en lo referente al análisis de la información sobre el comportamiento del virus, contagios y enfermedad. Es en este último donde se concentrará este documento.

\* Universidad Nacional Autónoma de México.  
Contacto: [hector.benitez@iimas.unam.mx](mailto:hector.benitez@iimas.unam.mx)





Como bien es sabido, a partir de la detección del primer caso de COVID-19 se han generado datos tanto de los infectados, de los susceptibles, de los internados, de los recuperados y de los fallecidos. Con dicha información diversos sectores de la sociedad han construido representaciones que les permiten, como organizaciones o individuos, dar un sentido de certeza a la situación que se está viviendo desde varios niveles: desde el nacional hasta el nivel local. El objetivo ha sido buscar respuestas acerca del impacto de la pandemia derivada de la enfermedad por coronavirus iniciada en 2019 (COVID-19) en distintos ámbitos: personal, familiar, de recreación, escolar, laboral, comunitario, municipal, estatal y por supuesto entender el efecto que tendrá en el orden mundial.

Diversos grupos académicos, con un profundo sentido civil, y con distintas formaciones académicas, han construido pequeñas redes, en las que se han articulado para generar diversas formas de representación que permitan entender de manera inicial esta realidad tan compleja que nos ha tocado vivir. Hemos decidido dividir el presente trabajo en cuatro grandes partes: Acopio de datos, Generación de modelos, Integración de la información, Perspectiva a largo plazo y algunas Conclusiones generales.

## ACOPIO DE DATOS

El primer punto fundamental es encontrar y acceder a la información. Existen diversas fuentes de datos públicas proporcionadas por el Gobierno de la Ciudad de México, algu-

nos gobiernos locales y la Secretaría de Salud Federal. Dicha información nos permite ubicar a pacientes desde el punto nominal, su estado, su evolución, y en ciertos casos sus probables diagnósticos y tratamientos en el mismo sentido. En dichas fuentes de datos, siempre existe un aspecto de incertidumbre debido a errores locales en la captura de la información, propia de la dinámica de cómo fluye la información en distintos puntos, como el Triage, Urgencias, Hospitalización, UCI, entre tantos otros.

Los datos obtenidos son multifactoriales, lo que nos arroja una alta dimensionalidad que va desde el tipo de paciente, su ubicación en el hospital, hasta la disponibilidad de servicios en diversas regiones en el país. El interés se centra en entender la realidad de los datos a los que se tiene acceso, con la finalidad de contar con información limpia y completa que permita un mejor uso de la misma. Para este propósito se requiere comprender las diversas fuentes de información y la realidad de los datos, sus incertidumbres y las posibles carencias que existen en las distintas regiones del país para la toma de información. A partir de este contexto, es posible entonces iniciar un preprocesamiento de la información, que implica en primer lugar entender en qué áreas puede ser de interés o utilidad y cómo los diversos grupos de trabajo pueden acceder a la misma.

En esta dirección, lo importante es establecer grupos de trabajo transdisciplinarios, cuyos integrantes sean expertos en las áreas de estudio para entender los datos desde diversas perspectivas: la epidemiológica, la



geográfica, la matemática, la social, la analítica, hasta la limpieza de los propios datos. De esa manera se pueden tomar en cuenta diferentes formas de visualización, de representación, de pronósticos y de ponderación, e incluso hasta de movilidad, lo que resulta fundamental para la toma de decisiones y el entorno donde se vive esta pandemia.

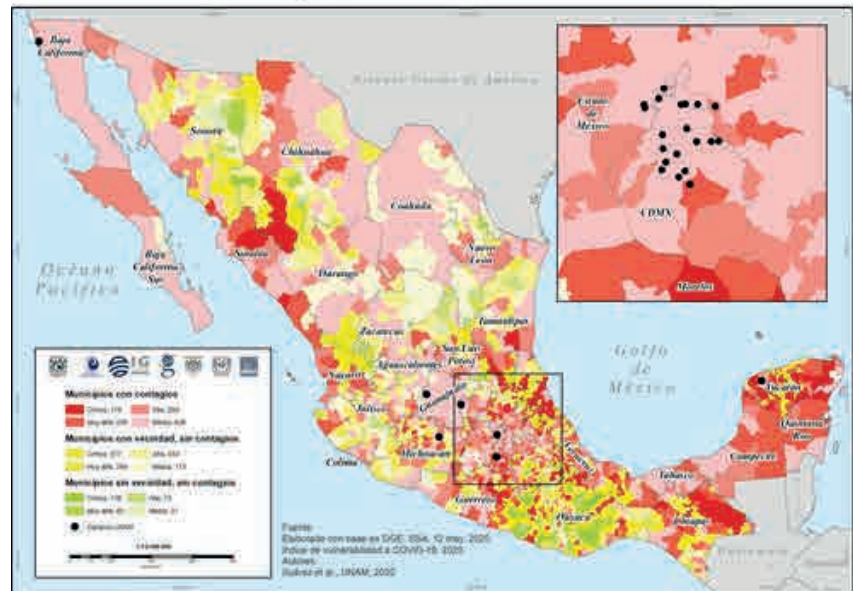
Cabe señalar que en esta búsqueda de datos, no sólo es de interés el dato generado por la fuente de salud, también es de vital importancia conocer el contexto socioeconómico, el demográfico y el contexto del sistema de salud como infraestructura asequible. Otra fuente de información tan o más valiosa en este propósito es la generación de encuestas a nivel nacional, con el objeto de poder medir diversas variables, que en un principio no se pueden contemplar, como las percepciones ante una situación nunca antes experimentada; las sensaciones de cercanía emocional, la construcción de una realidad distinta, tanto individual como colectiva, y el hecho de las comorbilidades, desde el punto de vista del propio individuo que se declara con alguna condición crónico-degenerativa. En este contexto tan complejo e interrelacionado, se constituyen grupos de académicos bajo la perspectiva ambiental, sociodemográfica, biológica, biomatemática, de movilidad, de manejo de riesgos, entre algunas otras. El resultado es un principio de representatividad y construcción de modelos fundamentales.

## GENERACIÓN DE MODELOS

Entendiendo los primeros análisis de datos como preprocesamiento de la información, es importante entender las diversas dimensiones y escalas de la pandemia, la representación geográfica, la generación de indicadores con diversas fuentes de información de forma georreferenciada, la generación de encuestas, la obtención de datos clínicos, estructurales, sobre movilidad, sobre condiciones de comorbilidad, sobre vulnerabilidad, sobre condiciones de vida local, regional y nacional. Bajo estas diversas fuentes de información, distintos modelos se pueden generar en la inter-

pretación, caracterización o pronóstico de nuestra realidad. Así, el gran reto de la multidisciplina en diversos frentes está en el desarrollo de modelos que ayuden a interpretar, referenciar, escalar y pronosticar las conductas de diversos grupos humanos, ambientales, entre otros. La diversidad de modelos es necesaria para entender la pandemia, evaluar las estrategias que se establezcan, los efectos socioeconómicos, ambientales, emocionales y poblacionales: modelos matemáticos epidemiológicos, de movilidad, de representación a través de patrones de riesgo, de indexación, de generación de métricas, entre tantos otros.

**México: municipios con contagios, vecinos y sin vecindad en relación a su grado de vulnerabilidad a COVID-19.**





Particularmente, los modelos matemáticos son un medio para analizar, evaluar y predecir la evolución de la epidemia y el impacto de las medidas para su control. Los modelos clásicos para el análisis epidemiológico de la dinámica de una enfermedad son los llamados compartamentales. En éstos, la población en riesgo se subdivide o compartamentaliza en grupos, dependiendo de su estatus respecto de la enfermedad: susceptibles, expuestos, infecciosos, recuperados. A estos compartimientos básicos se les pueden añadir aquéllos que sean necesarios para enfocar aspectos específicos de la enfermedad. En general, dados los casos confirmados o estimaciones de los casos probables, las tasas de intercambio entre los compartimientos son estimadas (Angulo *et al.*, 2020; Acuña-Zegarra, Santana-Cibrian y Velasco-Hernández, 2020; Mena *et al.*, 2020). Dichas tasas juegan un papel fundamental para el entendimiento de cambio en el número de infectados, suscepti-

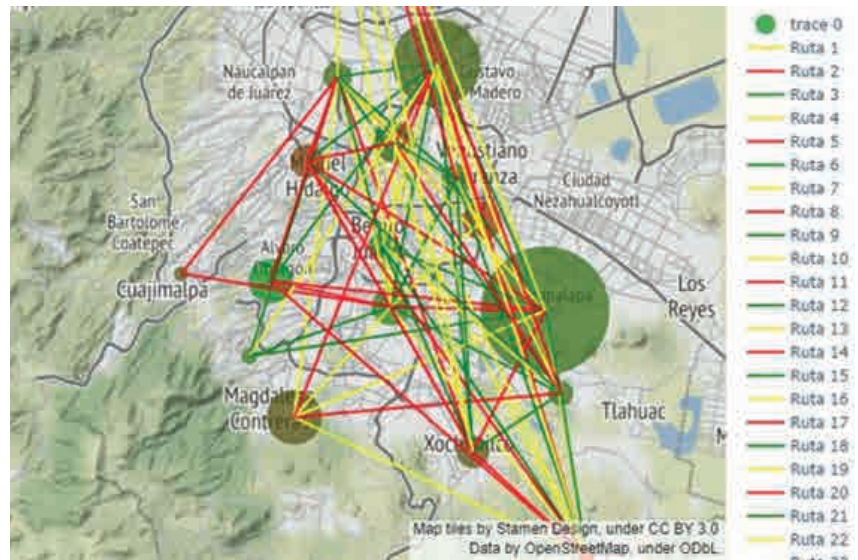
bles, confinados y recuperados. De hecho, un factor muy importante es el número reproductivo básico que se define como el número de infecciones secundarias que un individuo infeccioso típico generará en una población completamente susceptible. Después, conforme la epidemia se desarrolla, se puede calcular el R, número reproductivo instantáneo que identifica sobre la población diaria internada, así como la infectada, el grado de contagio que se tiene en la epidemia; si este valor es mayor a uno, la población volverá a estar en potencial riesgo, por esto es importante tener dicho valor menor a uno puesto que la población infectada tendrá un potencial hacia el decrecimiento, de otra forma tenderá a mantener un porcentaje activo de infectados. Una vez hecho esto, y después de que cada factor ha sido ponderado y analizado desde la perspectiva epidemiológica (no estadística) se pueden hacer proyecciones de escenarios.

Por otro lado, se determinaron los índices de vulnerabilidad para los diferentes municipios del país, donde se puede observar el efecto de datos socioeconómicos y demográficos en la infraestructura de salud (Mena *et al.*, 2020). De hecho, con base en este índice de vulnerabilidad, se ha podido analizar el impacto combinado entre cada una de las figuras de mérito antes señaladas a distintas escalas. Actualmente se trabaja en verles como series de tiempo con base en la incertidumbre generada por los diversos estadios que estamos enfrentando durante esta pandemia. Con base en dicha información, se han señalado varias formas de visualización que van desde la construcción de mapas interactivos, diversas formas de datos, hasta la de la interacción de variables en principio no interconectadas como las ambientales, a través de mecanismos de predicción muy potente como EPI-SPECIES (UNAM, 2020). La siguiente figura muestra un extracto del manejo gráfico sobre el índice de vulnerabilidad.



Por otro lado, la aglomeración de las personas en el transporte público fomenta la transmisión de la enfermedad y a medida que viajan más personas y los viajes son más largos, esta probabilidad de transmisión se incrementa. En esta dirección, se ha desarrollado un modelo en el ámbito de los sistemas dinámicos discretos metapoblacionales, que toma en cuenta patrones de movilidad a través del transporte público para entender el papel de estos patrones en la propagación de esta enfermedad. Así, el modelo permite evaluar la efectividad de diferentes estrategias para alentar la dispersión de COVID-19 y las estrategias de retorno a las actividades normales considerando los efectos del uso masivo del transporte público. Dicho modelo permite construir patrones de movilidad, de riesgo por contacto y de movilidad con la búsqueda en la disminución de dichos riesgos. La siguiente figura muestra un extracto del índice de movilidad (actualmente en construcción).

Ahora bien, como se ha visto en varias fuentes de análisis, el COVID-19 deriva en una situación sistémica donde varios órganos se ven afectados en distinta escala, lo cual hace muy complicado poder tratar en ciertos estadios del desarrollo de la misma. Entonces, para entender el riesgo que conllevan diversas variables clínicas, tanto sistémicas como de análisis bioquímico, se está construyendo un sistema de análisis mediante un generador de patrones de riesgo, que permite determinar cuáles son los factores más importantes para que una persona en particular, según su condición y estado de salud, cuando se le toma una muestra de información relevante. Dicho análisis multivaria-



Conexiones entre las diferentes delegaciones de la Ciudad de México, los colores de las líneas indican el riesgo de contagio y los círculos la incidencia al interior de una delegación.



do requiere de una constante supervisión en la lectura de la información generada, puesto que pueden llegar a malinterpretarse dichos patrones de riesgo.

No menos importante es el análisis de la expansión de la información y por lo tanto de su limpieza, de su estructura, de su integración, de la generación de un directorio de datos; en síntesis, de la generación de una base

de datos consistente. Dicho esfuerzo, aunque pareciera una tarea poco atractiva, implica un proceso de desarrollo de modelos de suma importancia y diametral interés, puesto que la sola visualización de la información, la compartición simple de la misma y el contraste a partir de diversos accesos, presenta una contribución para el entendimiento de las diversas variables que entran en juego en cualquiera de los modelos antes mencionados.

# INTEGRACIÓN DE LA INFORMACIÓN

En principio, se han diseñado varias estrategias con base en el modelo SEIR; de éstas, diversos resultados son de interés, por ejemplo, establecer todos los posibles escenarios para que a partir de datos reales se puedan ir discriminando posibles tendencias o modelos que permitan establecer estrategias de movilidad a partir de análisis previos por zonas metropolitanas, con el fin de entender el transcurso de la propia infección.

En este aspecto, es importante definir estrategias de visualización para entender las diversas dimensiones de los datos, asimismo, entender el impacto entre la observación y la relación que pueden guardar a diversas escalas.

## PERSPECTIVA DE LARGO PLAZO

El trabajo realizado hasta ahora y el aprendizaje que ello conlleva constituyen la base y el fundamento para consolidar una forma nueva de investigación que atienda de manera permanente los riesgos y retos que presenta el COVID-19, así como nuevas posibles situaciones similares en el futuro. Si algo ha puesto de manifiesto esta situación es la importancia del análisis de datos y de contar con los mecanismos actualizados para su recolección de la manera más eficiente y limpia posible. Asimismo, la

emergencia de grupos transdisciplinarios de investigación que buscan entender la complejidad de la crisis de salud en la que nos encontramos, experimentan un reto no trivial que se manifiesta en la interacción entre distintas tradiciones de trabajo y de investigación. Estas experiencias de colaboración son un conocimiento muy valioso para la conformación de nuevos grupos de investigación que puedan enfrentar problemas de complejidad similar a los actuales relativos al COVID-19, como, en general, los problemas que típicamente incluyen la interacción intensa entre distintas dimensiones, entre ellas la epidemiológica, la ambiental y la social. Estos esfuerzos deben dar fruto a un proyecto permanente que trascienda las coyunturas del momento.

La pandemia representa el gran reto, nos ha abierto la posibilidad de interactuar entre áreas que de manera natural sólo observamos, ya sea como un caso de estudio o como un área muy abstracta. En este momento es posible establecer estrategias de trabajo en la medida que los objetivos sean concretos, aunque retadores, para los diversos colegas que trabajan en alguna iniciativa.

## CONCLUSIONES

Es de fundamental interés el poder mostrar la convergencia de diversos grupos de trabajo que dan como resultado distintos puntos de vista de un fenómeno complejo. Aun dicho experimento social no está exento de grandes retos que van desde la comunicación y la transferencia de conocimientos, hasta la probable interpre-

tación de resultados tan importantes para la sociedad en su conjunto. La actual pandemia será estudiada durante muchos años desde diversas perspectivas que, interactuando en ámbitos interdisciplinarios, seguramente nos proveerán de un conocimiento más profundo que nos permita aminorar los efectos de futuros fenómenos similares.

## REFERENCIAS

- Acuña-Zegarra, M.A., Santana-Cibrian, M., y Velasco-Hernández, J.X. (2020). Modeling behavioral change and COVID-19 containment in México: A trade-off between lockdown and compliance. *Mathematical Biosciences*.325.
- Angulo, M.T., Castaños, F., Velasco, J.X., et al. (2020). A simple criterion to design optimal nonpharmaceutical interventions for epidemic outbreaks. *medRxiv preprint*. Doi: <https://doi.org/10.1101/2020.05.19.20107268>
- Mena, R.H., Velasco-Hernández, J.X., Mantilla-Beniers, N.B., et al. (2020). Using posterior predictive distributions to analyse epidemic models: COVID-19 in México City. *Research Gate*. Disponible en: <https://www.researchgate.net/publication/341162160>
- Suárez, M., Valdez, C., Galindo, C., et al. (2020). Índice de vulnerabilidad ante el COVID-19 en México. *Investigaciones Geográficas*. [S.I.] Disponible en: <http://www.investigaciones-geograficas.unam.mx/index.php/rig/article/view/60140>
- UNAM. (2020). Nicho epidemiológico. Plataforma de exploración de datos epidemiológicos. Disponible en: [http://species.c3.unam.mx/covid19/geoportal\\_v0.1.html](http://species.c3.unam.mx/covid19/geoportal_v0.1.html)



# SECCIÓN ACADÉMICA

**Impacto económico del COVID-19 en las  
regiones de México**



# Impacto económico del COVID-19 en las regiones de México

Joana Chapa\*

DOI: 10.29105/cienciauanl23.102-1

## RESUMEN

Este documento tiene como propósito dar a conocer las estimaciones del impacto inmediato del paro de actividades no esenciales, en las cuatro regiones del país, según la división realizada por el Banco de México: norte, centro, centro norte y sur. Para ello, se utiliza el modelo insumo-producto que permite cuantificar los efectos por región y sector económico, tomando en cuenta las relaciones de compra-venta intersectoriales. Los principales resultados indican que la región norte sería la más afectada, por la importancia que en su economía tiene el sector de Fabricación de maquinaria y equipo, que incluye a la industria automotriz que entró en paro 100%.

Palabras claves: COVID-19, modelo insumo-producto, análisis regional, análisis sectorial.

El 31 de diciembre de 2019 se detecta el brote de coronavirus (COVID-19 o SARS-CoV-2) en la ciudad de Wuhan, provincia de Hubei, China. Esta ciudad es la más importante de China Central, con una población de diez millones de habitantes, y es el centro de transporte más relevante de China dado que conecta el norte y el sur, así como el este y el oeste de este país. Las industrias con mayor presencia en la ciudad son: automotriz, metálica básica (hierro y acero), petroquímica, alimentos procesados, información electrónica, textiles y agua (Van de Bovenkamp y Fei, 2016). Además, cuenta con una gran cantidad de centros de investigación y universidades.

El virus se fue propagando a través del mundo, y la Organización Mundial de la Salud declara que el brote se

## ABSTRACT

*This article aims to estimate the immediate impact of closing non-mandatory business within the four regions of Mexico, according to the division established by the Bank of Mexico: north, center, north center and south. To accomplish this, the input-output model is used to quantify the effects by region and economic sector, taking into account the intersectoral relationships. The main results indicate that the northern region would be the most affected, because of the reliance of this region on the Machinery and Equipment Manufacturing sector, including the automotive industry which was locked down during the last several weeks.*

*Keywords: COVID-19, input-output model, regional analysis, sectoral analysis.*

convierte en pandemia el 11 de marzo de 2020. En nuestro país, el primer caso de COVID-19 se reporta el 28 de febrero, y aproximadamente un mes después, el 30 de marzo, el gobierno mexicano decreta emergencia sanitaria, aplicando como política de contención del contagio un mes de paro de actividades no esenciales, para después declarar que el paro se extendía a dos meses. Primeras estimaciones del impacto del súbito freno en actividades no esenciales apuntan a que el valor agregado bruto (VAB) de México podría contraerse 23.0% en el mes de abril y que 28.2% del personal ocupado estaba en condición vulnerable (Ayala y Chapa, 2020).

Una amplia bibliografía documenta que México presenta una gran diversidad en estructura productiva a través de sus regiones (Dávila, 2019; Chapa y Ayala, 2018; Ayala

\* Universidad Autónoma de Nuevo León.  
Contacto: joana\_chapa@yahoo.com.mx

*et al.*, 2015; Dávila, 2015; entre otros). La diferente vocación productiva de las regiones del país está vinculada, entre otros factores, con la abundancia relativa de capital humano, infraestructura pública, recursos naturales, y a la cercanía geográfica con Estados Unidos de América, el mercado más grande del mundo. Por esto, resulta oportuno analizar y cuantificar los efectos del paro de actividades no esenciales en México, a nivel regional, lo cual es el objetivo de este estudio.

## MÉXICO Y SUS REGIONES

El Banco de México (Banxico) divide al país en cuatro regiones: norte, centro, centro norte y sur<sup>1</sup> (figura 1). En un estudio reciente, Chapa, González y Torre (2020) calculan coeficientes de localización simples (SLQ), los cuales dan una idea de la vocación productiva de las regiones de México. Esto lo realizan con base en el VAB de 2013, publicado de manera oficial por el Instituto Nacional de Estadística y Geografía (Inegi), desglosado a 28 sectores económicos. Concluyen que el norte del país se distingue por tener una mayor presencia relativa de la industria manufacturera, destacan que la industria automotriz y de autopartes presenta un SLQ igual a 2.07, lo cual indica que la participación de esta industria en la región norte es dos veces la contribución de dicha industria en México.

El sector Servicios tiene mayor presencia en la región centro, lo cual es de esperarse porque esta región incluye a la Ciudad de México, el centro financiero, de negocios y actividades gubernamentales del país, en especial el sector de Información en medios masivos aporta al VAB de la región aproximadamente el doble de lo que contribuye al VAB nacional.

Por su parte, encuentran que la región centro norte se distingue por la alta participación del sector agropecuario, el SLQ es 2.15, lo que implica que la contribución de este sector en la generación del VAB regional es 2.15 veces su aportación nacional. Finalmente, el sur del país se caracteriza por concentrar la actividad minera (Extracción de petróleo y gas natural), la aportación del VAB de este sector en la región sur es cuatro veces la observada en nivel nacional.



■ NORTE ■ CENTRO NORTE ■ CENTRO ■ SUR

Figura 1. División de México por regiones bajo el criterio de Banxico (fuente: elaboración propia).

## METODOLOGÍA

Para cuantificar el impacto del paro de actividades no esenciales se utiliza el Modelo de Demanda de Leontief, el cual relaciona un cambio en la demanda final (consumo privado, gasto de gobierno, inversión y exportaciones) con la generación de producción bruta de una región, considerando las relaciones de compra-venta entre los sectores económicos. Este modelo es idóneo para el análisis de impacto en el corto plazo, dado que asume que se tiene capacidad ociosa, por lo que, ante choques exógenos, los precios se mantienen fijos y el ajuste se da vía cantidades (ver Miller y Blair, 2009).

El modelo permite retratar el siguiente mecanismo, el cual se ejemplifica con el sector alimentario. Para abastecer un aumento en el consumo de alimentos (aumento en demanda final), la industria alimentaria requiere comprar insumos ofertados por otros sectores, como el sector ganadero, el cual, a su vez, necesitará comprar insumos para abastecer a la industria alimentaria, por ejemplo, de la agricultura (granos); a su vez, el sector agricultura demandará insumos de la industria química (fertilizantes), y así sucesivamente.<sup>2</sup> Cada interacción de compra-venta representa un efecto adicional sobre la producción bruta de la región bajo estudio, y el efecto se va haciendo cada vez menor, hasta ser igual a cero. De esta forma, un incremento de un millón de pesos en la demanda final de la industria alimentaria, termina generando un aumento de más de un millón de pesos en la producción bruta de la región geográfica en estudio, debido a que se consideran las relaciones de compra-venta intersectoriales.

<sup>1</sup> Norte: Baja California, Chihuahua, Coahuila, Nuevo León, Sonora, Tamaulipas. Centro-norte: Aguascalientes, Baja California Sur, Colima, Durango, Jalisco, Michoacán, Nayarit, San Luis Potosí, Sinaloa, Zacatecas. Centro: Ciudad de México, Estado de México, Guanajuato, Hidalgo, Morelos, Puebla, Querétaro, Tlaxcala. Sur: Campeche, Chiapas, Guerrero, Oaxaca, Quintana Roo, Tabasco, Veracruz y Yucatán.

<sup>2</sup> Este modelo asume que la producción es del tipo Leontief, con rendimientos constantes a escala, esto es, para producir cada sector necesita proporciones fijas tanto de productos intermedios suministrados por otros sectores económicos. Supone precios fijos o que la economía tiene capacidad ociosa. Es válido en el corto plazo y es de carácter estático.



Los modelos para cada una de las regiones se especifican con base en las matrices de contabilidad social regionales 2013 construidas por Chapa, Mosqueda y Rangel (2019), que están desagregadas en 31 sectores económicos. En el equilibrio inicial, los modelos replican los valores iniciales de las matrices regionales:

$$(1) \widehat{X}^r = (I - \widehat{A}^r) \widehat{Y}^r$$

Donde  $\widehat{X}^r$  es un vector columna de orden (31x1) que incluye la producción bruta de cada sector económico  $j$  de la región  $r$ . La matriz  $\widehat{A}^r$ , de orden (31x31), contiene los requerimientos de insumos intermedios del sector  $i$  (proveedor) por unidad de producción del sector  $j$  (comprador) en la región  $r$ . La matriz  $(I - \widehat{A}^r)$  es la matriz inversa de Leontief, de orden (31 x 31), que contiene los efectos multiplicadores de cambios en la demanda final del sector  $j$  sobre la producción bruta del sector  $i$  en la región  $r$ . El vector  $\widehat{Y}^r$ , de orden (31x1), incluye la demanda final de cada sector  $j$  de la región  $r$ .

El modelo descrito en la ecuación (1) puede ser transformado de manera que relacione la demanda final con la generación de VAB y empleo, lo cual se realiza como sigue:

$$(2) \widehat{VAB}^r = MVA^r (I - \widehat{A}^r) \widehat{Y}^r$$

$$(3) \widehat{L}^r = ML^r (I - \widehat{A}^r) \widehat{Y}^r$$

Donde la matriz  $MVA^r$  es una matriz diagonalizada, en su diagonal principal incluye la generación de VAB por unidad de producción bruta del sector económico  $j$  en la región  $r$ ; los elementos fuera de la diagonal principal son cero. La matriz  $ML^r$  es una matriz diagonalizada, en su diagonal principal incluye los requerimientos de trabajo por unidad de producción bruta del sector económico  $j$  en la región  $r$ ; los elementos fuera de la diagonal principal son cero. El vector  $\widehat{VAB}^r$  es de orden (31x1), contiene el VAB por sector económico  $j$  en la región  $r$  y el vector  $\widehat{L}^r$ , de orden (31x1), contiene el empleo de cada sector económico  $j$  en la región  $r$ .

Para medir el impacto inmediato del paro de actividades, se debe plantear un escenario plausible que involucre en qué porcentaje se reduce la demanda final de los sec-

tores no esenciales. Para ello, se sigue el trabajo de Ayala y Chapa (2020), que establece lo siguiente:<sup>3</sup>

- Se asume que los sectores que proveen bienes o servicios esenciales no presentan reducción alguna en su demanda. A este grupo se agregaron los servicios educativos, los cuales suelen contratarse por adelantado.
- En los casos del subsector Fabricación de maquinaria y equipo (incluye automotriz y autopartes), Alojamiento temporal y preparación de alimentos, Transporte aéreo y turístico, Elaboración de cerveza, Fabricación de cemento y Hogares con empleo doméstico, se asumió una reducción de 100%. En el caso de los restaurantes de comida para llevar, se asume una reducción de 50%.
- Al resto de los sectores que proveen bienes o servicios no esenciales se les puso una reducción de 50%. En este grupo se incluyó el Transporte público y los Refinados de petróleo, porque, aunque sean esenciales, seguramente con la cuarentena, debe haber caído la demanda.

De esta forma, la matriz del impacto inmediato (en el primer mes) en el VAB del sector  $i$  por el paro de actividades no esenciales del sector  $j$  en la región  $r$  ( $M\Delta\widehat{VAB}^r$ ), se obtiene de la siguiente manera:

$$(4) M\Delta\widehat{VAB}^r = MVA^r (I - \widehat{A}^r) M\Delta\widehat{Y}^r$$

Donde  $M\Delta\widehat{Y}^r$  es una matriz de orden (31x31), que incluye en la diagonal principal el cambio en la demanda final de cada sector  $j$  en la región  $r$  como consecuencia del paro de actividades no esenciales, y el resto de los elementos son cero.

De manera similar, se obtiene la matriz de impacto inmediato en el empleo del sector  $i$  por el paro de actividades no esenciales del sector  $j$  en la región  $r$  ( $M\Delta\widehat{L}^r$ ):

$$(5) M\Delta\widehat{L}^r = ML^r (I - \widehat{A}^r) M\Delta\widehat{Y}^r$$

<sup>3</sup> Los autores analizan las 822 clases de actividad económica que conforman la Matriz insumo producto (MIP) nacional doméstica 2013 del Inegi, de manera en que separan las actividades esenciales y no esenciales, de acuerdo con los lineamientos que estipuló el Gobierno Federal el pasado 30 de marzo. También utilizan información oportuna de diferentes sectores como el automotriz, líneas áreas, ventas de restaurantes, ventas de gasolinas, gas LP y otros para diferenciar los grados de supresión de la actividad en cada sector. Debido a que las matrices de contabilidad social regionales tienen un desglose de 31 sectores productivos, calculan el choque inicial en la demanda final promedio ponderado a ese nivel de desagregación sectorial por región, donde la ponderación viene dictada por la participación de la demanda final de las clases de actividad que se clasifican en cada uno de los 31 sectores productivos de la MIP nacional.

Si se suman los elementos de la fila correspondiente al sector  $i$  de las matrices  $M\Delta VAB^r$  y  $M\Delta L^r$  se cuantifica el impacto en el VAB y en el empleo de dicho sector  $i$  de la región  $r$  porque se reduce la venta de insumos intermedios (de manera directa e indirecta) a los sectores económicos que se encuentran en paro.

Aquí es importante hacer una precisión sobre la interpretación de los efectos en el VAB y en el empleo que el modelo insumo-producto permite obtener. En el caso del VAB, el resultado que arroje el modelo es el efecto inmediato que el choque exógeno provoca, por lo que, en el contexto del presente ejercicio se interpreta como el impacto del paro de actividades en el VAB regional del mes de abril. Con respecto al empleo, es costoso para las empresas despedir trabajadores cuando se enfrentan a caídas de ventas de manera temporal,<sup>4</sup> por lo que, el efecto en el empleo regional que el modelo pronostique se puede concebir como empleo en condiciones vulnerables, porque está de manera directa o indirecta relacionado con la cadena de suministro de las actividades en paro. Estos trabajadores no necesariamente serán despedidos, podrían experimentar recortes de jornadas laborales o ajustes salariales.

Los datos de VAB y de empleo que se utilizan, para especificar los modelos, se obtienen del Inegi. El VAB es el producto interno bruto por entidad federativa correspondiente a 2013, desagregado en 31 sectores económicos<sup>5</sup> y el empleo es el personal ocupado proveniente de la *Encuesta nacional de ocupación y empleo* del segundo trimestre de 2013. Cabe comentar que se utiliza este año para realizar los ejercicios, debido a que las matrices de contabilidad social regionales hacen referencia a este año.

## RESULTADOS

### Impacto en valor agregado bruto

Con este ejercicio se estima que la región norte es la más afectada por el paro de actividades no esenciales, muestra una reducción de 28.1% en el VAB de abril, le sigue la región centro-norte con 21.0%, la región centro con 20.2% y la región sur con 14.7%. En la tabla I se presentan los cinco sectores que concentran los impactos en VAB en cada una de las regiones del país. Note que, Construcción y Transporte y servicios postales se encuentran entre los cinco sectores que concentran las mayores pérdidas en VAB en todas las regiones; la Construcción muestra caídas en VAB que van desde 13.8% en la región centro hasta 30.1% en la región sur, y Transporte y servicios postales presenta pérdidas que se ubican entre 7.0% en el norte y 10.4% en el centro.

Fabricación de maquinaria y equipo<sup>6</sup> y Comercio reciben impactos fuertes en tres de las cuatro regiones: norte, centro y centro norte. La Fabricación de maquinaria y equipo concentra 31.9% de la caída en VAB de la región norte y entre 15 y 17% en las regiones centro y centro norte.

Se observa qué actividades específicas se ven afectadas porque son características de cada región: Industrias metálicas básicas y Productos metálicos en el norte (7.5% del VAB); Servicios de apoyo a los negocios y manejo de desechos y servicios de remediación para el centro (10.2%); Servicios de alojamiento temporal y preparación de alimentos para el centro norte (11.7%) y el sur del país (19.4%); y las actividades vinculadas a la Extracción de petróleo y sus derivados para la región sur (5.9% en cada sector).

Tabla I. Concentración del impacto del paro de actividades no esenciales en VAB según región y sector económico (% VAB de cada región).

Norte		Centro		Centro norte		Sur	
Fabricación de maquinaria y equipo	31.9	Fabricación de maquinaria y equipo	14.5	Construcción	21.3	Construcción	30.1
Construcción	16.0	Construcción	13.8	Fabricación de maquinaria y equipo	15.7	Servicios de alojamiento temporal y preparación de alimentos	19.4
Industrias metálicas básicas y Fabricación de productos metálicos	7.5	Transporte y servicios postales	10.4	Servicios de alojamiento temporal y preparación de alimentos	11.7	Transporte y servicios postales	9.1

<sup>4</sup> En México, la Ley Federal del Trabajo establece que el patrón deberá entregar al trabajador una liquidación en el momento en que se dé por terminada la relación laboral. La liquidación está compuesta por diversos conceptos, a los cuales tienen derecho el trabajador, éstos son: prima vacacional, aguinaldo, vacaciones, prima de antigüedad, indemnización y los 20 días por año laborado.

<sup>5</sup> La serie del producto interno bruto por entidad federativa presenta un desglose de 32 sectores económicos. No obstante, en este ejercicio, el sector comercio se analiza de manera agregada, sumando el comercio al por mayor y el comercio al por menor.

<sup>6</sup> Este sector incluye a los subsectores 333-336, que contiene a las siguientes actividades: Fabricación de maquinaria y equipo, Fabricación de equipo de computación, comunicación, medición y de otros equipos, componentes y accesorios electrónicos; Fabricación de accesorios, aparatos eléctricos y equipo de generación de energía eléctrica; Fabricación de equipo de transporte.

Transporte y servicios postales	7.0	Servicios de apoyo a los negocios y manejo de desechos y servicios de remediación	10.2	Comercio	8.7	Fabricación de productos derivados del petróleo y del carbón; Industria química; Industria del plástico y del hule	5.9
Comercio	6.4	Comercio	9.3	Transporte y servicios postales	7.8	Extracción de petróleo y gas	5.9
Resto	31.2	Resto	41.8	Resto	34.8	Resto	29.6
Total	100.0	Total	100.0	Total	100.0	Total	100.0

Fuente: elaboración propia.

## Personal ocupado vulnerable

El 32.5% de la población ocupada de la región norte se encuentra en condición vulnerable, porque de manera directa o indirecta está vinculada con las actividades no esenciales en paro. Le sigue la región centro, con 27.6% de sus ocupados en esta condición; en la región centro norte 26.8% está vulnerable y en la región sur 22.5%.

En todas las regiones, cuatro sectores económicos concentran una parte importante del personal ocupado que se encuentra en condición vulnerable: Servicios de alojamiento temporal y preparación de alimentos (Hoteles y restaurantes); Servicios de mantenimiento, reparación, instalación, incluyendo empleados domésticos, que es un sector altamente intensivo en mano de obra; Construcción y Comercio. Es importante comentar que estos sectores económicos tienen un alto grado de informalidad, mayor al promedio de la economía mexicana que en 2019 se ubica en 56.4%.<sup>7</sup>

Cabe destacar que, en la región norte, el sector de Fabricación de maquinaria y equipo es el que concentra el mayor impacto en el empleo (21.6%), debido a que esta región se caracteriza porque en ella se localizan empresas ensambladoras de autos, electrodomésticos y de equipo de cómputo, como resultado de su cercanía con Estados Unidos de América. Este sector se distingue por tener un alto grado de formalidad, 99% del personal ocupado en este sector cuenta con acceso a seguridad social en 2019.<sup>8</sup>

Mientras que en las regiones centro norte y sur, el empleo vulnerable se concentra en el sector de Servicios de alojamiento temporal y preparación de alimentos (26.0 y 31.6%, respectivamente), posiblemente por la relevancia que tiene en estas regiones el sector turismo.

Tabla II. Concentración del impacto del paro de actividades no esenciales en el VAB según región y sector económico (% personal ocupado de cada región).

Norte		Centro		Centro norte		Sur	
Fabricación de maquinaria y equipo	21.6	Servicios de mantenimiento, reparación, instalación, incluyendo empleados domésticos	20.3	Servicios de alojamiento temporal y preparación de alimentos	26.0	Servicios de alojamiento temporal y preparación de alimentos	31.6
Servicios de mantenimiento, reparación, instalación, incluyendo empleados domésticos	17.2	Servicios de alojamiento temporal y preparación de alimentos	20.0	Servicios de mantenimiento, reparación, instalación, incluyendo empleados domésticos	19.6	Servicios de mantenimiento, reparación, instalación, incluyendo empleados domésticos	22.0
Servicios de alojamiento temporal y preparación de alimentos	16.7	Construcción	12.7	Construcción	13.3	Construcción	16.3
Construcción	11.3	Comercio	7.5	Comercio	6.9	Transporte y servicios postales	4.9
Comercio	6.4	Fabricación de prendas de vestir; Curtido y acabado de cuero y piel, y fabricación de productos de cuero, piel y materiales sucedáneos	5.5	Fabricación de maquinaria y equipo	5.5	Comercio	3.3
Resto	26.8	Resto	34.0	Resto	28.7	Resto	21.9
Total	100.0	Total	100.0	Total	100.0	Total	100.0

Fuente: elaboración propia.

<sup>7</sup> Dato calculado con base en la Encuesta Nacional de Ocupación y Empleo, 4to Trimestre de 2019.

<sup>8</sup> *Ídem*.

## CONCLUSIONES

El paro de actividades no esenciales tendrá repercusiones de magnitud considerable en el ingreso de México, impacto que se ubica en 23.0% del VAB de abril. En términos anuales, por cada mes de paro, el VAB nacional de 2020 se reduciría 1.9% (Ayala y Chapa, 2020). Estimaciones realizadas para Estados Unidos de América arrojan un impacto similar, 21.6% del PIB de dicho país (Walmsley *et al.*, 2020).

A nivel regional, el norte del país es el que muestra el efecto más fuerte en términos de valor agregado (28.1%) y en el porcentaje de empleo que se encuentra en condición vulnerable (32.5%). Esta región se caracteriza por su vocación industrial y sus vínculos productivos sólidos con la economía de Estados Unidos de América, por ejemplo, en Barajas *et al.* (2014) se encuentra que entre 26 y 28% de la producción bruta de los sectores maquiladores de la región noreste de México depende del comercio con Texas. De hecho, el sector de Fabricación de maquinaria y equipo es el que concentra el impacto en VAB y personal ocupado (31.9 y 21.6%, respectivamente), que además se distingue por su alto nivel de formalidad (99%). En este sector se clasifican las plantas ensambladoras de automóviles, que son de las actividades que entraron en paro 100%, tanto en nuestro país como en el resto del mundo.

Los resultados del presente ejercicio son una primera aproximación a los efectos reales que el paro de actividades no esenciales tendrá. Estudios futuros apuntan a cuantificar, con técnicas econométricas, el choque inicial del paro; analizar a profundidad los efectos en el empleo formal e informal; estudiar el impacto utilizando modelos de equilibrio general que permiten cuantificar los efectos en niveles de actividad, redistribución de recursos y bienestar de los hogares y cuantificar el impacto en la pobreza por regiones, dado que, si bien, el presente ejercicio sugiere que el norte de México se ve más afectado, podría ser que el grado de resiliencia al paro de actividades no esenciales sea mayor en el norte que en el resto de México, debido, entre otros factores, a su mayor nivel de ingreso promedio.

## AGRADECIMIENTOS

A la Mtra. Bricelda Bedoy Varela, coordinadora de investigación en el Centro de Investigaciones Económicas de la Facultad de Economía, y al Dr. Edgardo Ayala Gaytán, profesor del Tecnológico de Monterrey.

## REFERENCIAS

- Aguilar, I., Sisto, N., Ayala, E., *et al.* (2014). Trade Flows Between the United States and Mexico: NAFTA and the Border Region. *Journal of Urban Research*. 10.
- Ayala, E., y Chapa, J. (2020). El súbito freno de la economía a causa del COVID-19: un ejercicio sobre su posible impacto inmediato. *Boletín de Indicadores del Entorno Económico*, Centro de Investigaciones Económicas.
- Ayala, E., Chapa, J., Genna, G., *et al.* (2015). *Efectos regionales del libre comercio. El caso del noreste de México*. México: Editorial Pearson.
- Chapa, J., González, E., y Torre, L. (2020). *La integración económica México-Estados Unidos y su aprovechamiento regional en México: un análisis de extracción hipotética y matrices regionales*. Mimeo, Banxico.
- Chapa, J., Mosqueda, M., y Rangel, E. (2019). *Matrices de contabilidad social para las regiones de México*. Documento de Investigación 2019-20, Banxico.
- Chapa, J., y Ayala, E. (2018). *Valoración del trabajo y equidad de género en México*. México: Editorial Pearson.
- Dávila, A. (2019). *Modelos económicos de las regiones de México*. México: Porrúa.
- Dávila, A. (2015). *Modelos interregionales de insumo producto de la economía mexicana*. México: Porrúa.
- Inegi. (2018). *Matriz insumo producto nacional doméstica, producto por producto*, 2013.
- Miller, R., y Blair, P. (2009). *Input-Output Analysis 2nd Edition Hardback: Foundations and Extensions*. Cambridge University Press.
- Van de Bovenkamp, J., y Fei, Y. (2016). Economic Overview of Hubei Province. *Netherlands Business Support Office Wuhan*. August 2016.
- Walmsley, T., Rose, A., y Wie, D. (2020). *Impacts on the U.S. Macroeconomy of Mandatory Business Closures in Response to the COVID-19 Pandemic*. Center for Risk and Economic Analysis of Terrorism Events (CREATE) and Sol Price School of Public Policy, University of Southern California.

## Estrategias para el diagnóstico de SARS-COV-2

HUGO LEONID GALLARDO BLANCO\*,  
MAYRA ALEJANDRA CASTAÑEDA CATAÑA\*\*,  
CELIA NOHEMÍ SÁNCHEZ DOMÍNGUEZ\*

Las pandemias han formado parte de la historia de la humanidad, la peste de Justiniano, la peste negra, la varicela-zóster (*Herpesviridae*), el sarampión (*Paramyxoviridae*), la gripe asiática y la gripe de Hong Kong (*Orthomyxoviridae*) y la pandemia de la inmunodeficiencia humana HIV (*Retroviridae*) son sólo algunos ejemplos.

La actual pandemia COVID-19 ha unido al ámbito científico para lograr mejorar las estrategias de detección temprana y tratamiento de la infección ocasionada por el virus SARS-CoV-2, ya que el diagnóstico y manejo temprano son prioritarios y cruciales para contener el brote.



Quando los signos y síntomas de un paciente hacen sospechar de COVID-19, el diagnóstico se basa en pruebas de detección de anticuerpos mediante pruebas serológicas (ELISA) y la confirmación de la presencia del virus. Sin embargo, el proceso comprendido desde la toma de la muestra hasta la entrega del resultado puede demorarse de uno hasta más de cuatro días. Además de que es vital la confirmación para el correcto tratamiento del paciente, la demora en éste puede afectar la respuesta y la posibilidad de recuperación, incrementando el riesgo de complicaciones hospitalarias. Por otra parte, una persona asintomática o presintomática tiene el riesgo de diseminar el virus y contagiar a otras personas, por lo que un diagnóstico temprano de la infección por SARS-CoV-2 es de vital importancia para el control de la enfermedad, identificar focos de infección y controlar su propagación.

La identificación de SARS-CoV-2 se basa en los siguientes principios: 1) detección del virus a través de la identificación de material genético, ARN o de antígenos virales, y 2) detección de los anticuerpos IgM e IgG generados en el organismo huésped infectado (test serológico). Las muestras pueden ser de varios orígenes como hisopos nasales, extractos de nasofaringe o tráquea, esputo o tejido pulmonar, sangre y heces, éstas se deben coleccionar para la prueba de manera oportuna (Wu *et al.*, 2020).

\* Universidad Autónoma de Nuevo León.

\*\* Universidad de Buenos Aires.

Contacto: hugo.gallardobl@uanl.edu.mx



## DETECCIÓN DEL MATERIAL GENÉTICO DEL VIRUS ARN

### Reacción en cadena de la polimerasa (PCR)

La Organización Mundial de la Salud estableció el uso de las técnicas moleculares como la reacción en cadena de la polimerasa con transcriptasa inversa (PCR-RT) cuantitativa y, en caso necesario, confirmando mediante secuenciación de ácidos nucleicos. Es una técnica establecida, empleada de manera rutinaria en la mayoría de los laboratorios clínicos (OMS, 2020). La PCR en tiempo real se considera el Gold Standard del diagnóstico, por ser la prueba más confiable y sensible, con al menos 20 kits desarrollados, implementados y validados a la fecha (Carter *et al.*, 2020), con la que es posible detectar portadores asintomáticos y personas infectadas cuando aún no han montado una respuesta inmune.

La PCR se basa en la amplificación exponencial de fragmentos de ADN utilizando una ADN polimerasa termoestable y cebadores específicos para la secuencia blanco, empleando un programa de ciclos de temperaturas. Esto permite detectar la secuencia a partir de un número limitado de copias de ADN diana, lo cual puede observarse cualitativamente utilizando sondas fluorescentes (PCR cuantitativa). Debido a que el SARS-CoV-2 tiene ARN como material genético, éste debe ser convertido a su ADN complementario mediante transcripción reversa.

La ventaja que presenta esta técnica es una elevada especificidad, debido a la elección precisa de zonas del genoma exclusivas de la diana a detectar. Además de una elevada sensibilidad debido al proceso inherente de amplificación exponencial.

Las limitaciones del PCR tiempo real son tiempo, costos, requieren de equipo de laboratorio especializado, instalaciones con equipamiento de biología molecular, medidas de bioseguridad altas debido a que requiere transporte y manejo de muestras, procesamiento, cuantificación y análisis.

## Amplificación isotérmica mediada por bucle (LAMP)

Es una técnica molecular que se ha desarrollado desde los años noventa. Funciona bajo el principio de multiplicar el número de copias de un determinado fragmento de ADN o ARN (que en este caso se aísla de la muestra respiratoria extraída al paciente). La gran diferencia es que toda la reacción tiene lugar bajo una misma temperatura, por lo que no se requiere un termociclador. Es una técnica de alta especificidad y eficiencia, que utiliza una DNA polimerasa termofílica con actividad de helicasa, y un grupo de *primers* novedosamente diseñados para amplificar la secuencia blanco (Yan *et al.*, 2020).

## DETECCIÓN DE LOS ANTICUERPOS IgM E IgG EN PACIENTES

Las pruebas inmunológicas, por otro lado, son de utilidad para detectar anticuerpos, IgM e IgG; hay al menos unos 20 kits desarrollados, implementados y validados hasta la fecha (Carter *et al.*, 2020). No obstante, no son de utilidad para identificar individuos infectados, asintomáticos o presintomáticos (en los primeros días de la infección). Existe también variabilidad en la sensibilidad de los mismos, que va de 50, 80 y algunas cercanas a 98% (CDC, 2020).

Las limitaciones para el desarrollo, validación y uso de anticuerpos son: costo, sensibilidad, especificidad, estabilidad térmica, tiempos y costos de producción.

Es necesario recalcar que no todos los que se han infectado montan una respuesta inmune detectable por los inmunoensayos. Es posible, además, que los componentes específicos del SARS-CoV-2019 empleados para dichos estuches influyan en lo anterior, por lo que es un área de oportunidad para explorar con más detalle.



## DESARROLLO DE NUEVAS ESTRATEGIAS DE DIAGNÓSTICO

Las pruebas ya mencionadas plantean grandes problemas técnicos para ser realizadas en trabajo de campo, con equipos portátiles, para realizarse en áreas de difícil acceso, con infraestructura poco desarrollada, además de exponer al personal de salud de múltiples formas, por exposición a fluidos corporales potencialmente biológico-infecciosos, riesgos de salud por ataque de gente molesta y con miedo, etc.

Debido a esto, es necesario desarrollar pruebas diagnósticas que sean altamente sensibles, específicas, exactas, de bajo costo,

que no requieran equipo costoso y sofisticado, portables y rápidas (de preferencia tiempos menores a dos horas desde la toma de muestra hasta su análisis e interpretación). También, que requieran un manejo y manipulación mínima. La tabla I muestra una comparación de los métodos actualmente descritos para el diagnóstico de SARS-CoV-2 (Carter *et al.*, 2020; CDC, 2020; Yan *et al.*, 2020; Li *et al.*, 2020; Chen *et al.*, 2020; Qiu *et al.*, 2020; Seo *et al.*, 2020; Sportelli *et al.*, 2020; Arons *et al.*, 2020; Gandhi, Yokoe y Havlir, 2020).

Tabla I. Resumen de los métodos empleados para la detección de SARS-CoV-2.

Técnica de análisis	Ventajas	Desventajas
Inmunológica	Rapidez, menos de una hora. Puede ser portátil, ej., dispositivo de flujo lateral. Bajo costo de dispositivo.	Termosensible. Variabilidad de anticuerpos. Variabilidad de sensibilidad. Falsos negativos 5-50%.
PCR en tiempo real	Sensibilidad. Bajo porcentaje de falsos negativos. Robusto. Alta reproducibilidad, exactitud y precisión.	Requiere mucho proceso. Equipo costoso. Personal altamente calificado para su operación. Tiempo de proceso, un día de trabajo mínimo. Requiere laboratorio equipado para biología molecular y bioseguridad nivel II o superior.
Biosensores	Sensibilidad. Estabilidad térmica Bajo porcentaje de falsos negativos. Alta reproducibilidad, exactitud y precisión. Rapidez, menos de una hora. Puede ser portátil, ej., dispositivo de flujo lateral. Bajo costo de dispositivo.	Validación y aceptación para su uso en el diagnóstico clínico.
a) Biosensores con anticuerpos	Rapidez. Puede ser portátil, ej. dispositivo de flujo lateral. Bajo costo de dispositivo.	Termosensible. Variabilidad de anticuerpos. Variabilidad de sensibilidad. Falsos negativos 5-50%.
b) Biosensores de ADN o ARN	Sensibilidad. Estabilidad térmica. Bajo porcentaje de falsos negativos. Alta reproducibilidad, exactitud y precisión. Rapidez. Puede ser portátil, ej. dispositivo de flujo lateral. Bajo costo de dispositivo.	Validación y aceptación para su uso en el diagnóstico clínico.



En general, los métodos de diagnóstico basados en la proteína *spike* son los más utilizados. Esta glicoproteína suele ser un objetivo terapéutico y diagnóstico debido a que permite la unión y fusión del virus en la membrana del huésped para guiar la entrada del coronavirus. *Spike* se compone de dos subunidades: la subunidad S1 reconoce y se une a los receptores del huésped, y la subunidad S2 facilita la fusión entre la envoltura viral y la membrana de la célula del huésped. En cuanto a los métodos de diagnóstico, una ventaja para la detección específica de SARS-CoV-2 utilizando *spike* es la diversidad en la secuencia de aminoácidos entre los distintos tipos de coronavirus (Sporcelli *et al.*, 2020).

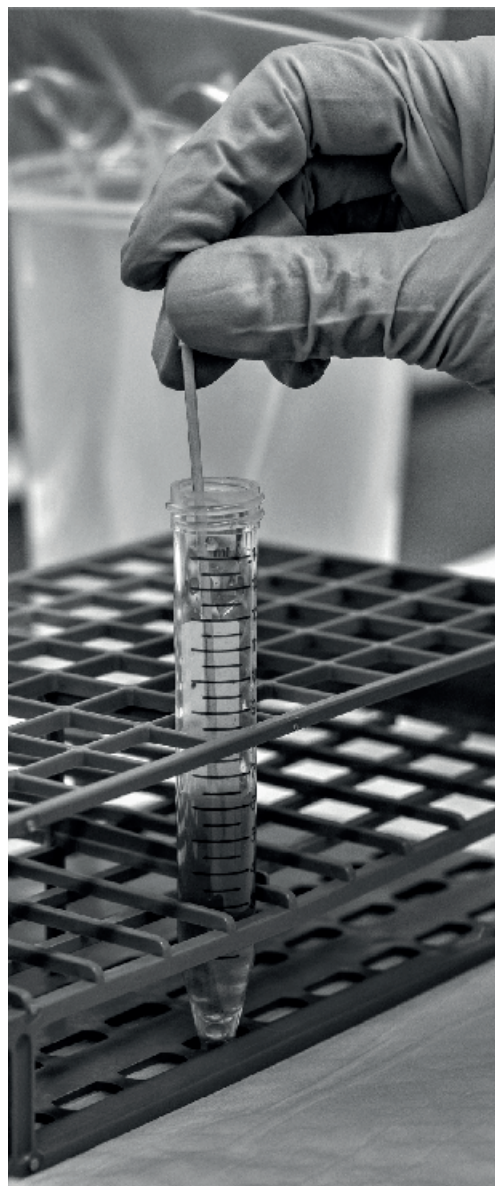
## EJEMPLOS DE DISPOSITIVOS NO CONVENCIONALES

### Biosensores

#### *Dispositivo biosensor FET de grafeno*

Los dispositivos biosensores basados en transistores de efecto de campo (FET, por sus siglas en inglés) tienen varias ventajas: sus mediciones son altamente sensibles, instantáneas y requieren pequeñas cantidades de analitos, por lo que se consideran potencialmente útiles en el diagnóstico clínico como pruebas *in situ*. El grafeno es una lámina bidimensional de átomos de carbono dispuestos hexagonalmente, los cuales están expuestos en su superficie. Los biosensores FET basados en grafeno pueden detectar cambios circundantes en su superficie y proporcionar un entorno de detección óptimo para la detección ultrasensible y de bajo ruido.

Con la finalidad de detectar SARS-CoV-2 en muestras de pacientes, un grupo de trabajo creó un dispositivo biosensor que se basa en FET; éste se construyó utilizando láminas de grafeno recubiertas con un anticuerpo específico contra la proteína *spike*. Para comprobar el funcionamiento del sensor se utilizaron proteínas antigénicas, virus cultivados y muestras nasofaríngeas de pacientes con COVID-19. El dispositivo diseñado pudo detectar la proteína *spike* de SARS-CoV-2 en concentraciones tan bajas como 1 fg/ml en solución salina tamponada con fosfato, mientras que en medio de transporte clínico se logró la detección de hasta 100 fg/ml. Adicionalmente, el sensor FET detectó el SARS-CoV-2 en medio de cultivo con un límite de detección (LOD) de  $1.6 \times 10^1$  pfu/ml, así como en muestras clínicas, con un LOD de  $2.42 \times 10^2$  copias/ml (Seo *et al.*, 2020).



### *Biosensor plasmónico dual PPT-LSPR*

El efecto fototérmico plasmónico (PPT) y la detección de resonancia de superficie de plasmón localizada (LSPR) se combinaron en un biosensor de doble función.

LSPR representa una fuerte oscilación coherente de los electrones de conducción en la superficie, la cual es impulsada por fotones. Se puede modular cuando el acoplamiento se produce en la superficie de materiales plasmónicos. Debido al mejoramiento del campo plasmónico en la vecindad de las nanoestructuras, los sistemas LSPR son altamente sensibles a las variaciones locales, incluyendo el cambio de índice de refracción y la unión molecular. Debido a ello, LSPR es un candidato ideal para la detección de analitos a micro y nanoescala.

El biosensor propuesto por un grupo de trabajo consistió en nanoislas de oro bidimensionales (AuNI) funcionalizadas con receptores de ADN complementarios para realizar la detección de SARS-CoV-2, bajo el principio de hibridación de ácidos nucleicos. Ya que dos cadenas de ácidos nucleicos complementarias pueden hibridarse específicamente entre sí a una temperatura ligeramente menor que su temperatura de fusión, los desapareamientos influyen de manera dramática haciendo que la temperatura de fusión se altere significativamente. Las nanopartículas plasmónicas normalmente exhiben grandes secciones transversales ópticas y la luz absorbida se puede relajar generando una energía de calentamiento significativa. El calor termoplasmónico generado en el mismo chip AuNIs cuando se ilumina a su frecuencia de resonancia plasmónica contribuye a mejorar el rendimiento de detección. El calor PPT localizado es capaz de elevar la temperatura de hibridación *in situ* para facilitar la discriminación entre dos secuencias de genes similares, siendo altamente sensible para las secuencias de SARS-CoV-2. En este trabajo el dispositivo presentó un límite de detección de 0.22 pM (Qiu *et al.*, 2020).



## DISPOSITIVOS DE FLUJO LATERAL PARA DETECTAR ANTICUERPOS IgG E IgM ANTISARS-COV-2

El diagnóstico de COVID-19 utilizando dispositivos de flujo lateral son una opción rápida y simple, con la ventaja adicional de que no se requiere equipo ni entrenamiento especializado, y puede utilizarse en el sitio de atención. Los dispositivos generalmente se diseñan para detectar anticuerpos IgM e IgG antiSARS-CoV-2 en suero de pacientes. En el caso de dispositivos que detectan ambos anticuerpos, dan información adicional sobre el estado de la infección. El principio general de los dispositivos es el reconocimiento de los anticuerpos del paciente hacia un antígeno particular del SARS-CoV-2 que se fija en el dispositivo. Para la detección se utiliza un anticuerpo secundario que detecta los anticuerpos humanos, que previamente se conjugó con una nanopartícula que funciona como el principio de detección. En los dispositivos se incluye también un control, el cual suele ser otro anticuerpo no relacionado, pero marcado con el mismo principio de detección que sirve como control de que la técnica ha sido realizada correctamente. En cuanto a los nanomateriales, las nanopartículas de oro son muy utilizadas en estos dispositivos, sin embargo se han reportado otros materiales, como describimos a continuación.

### *Dispositivo de flujo lateral con nanopartículas de poliestireno*

Un grupo de investigación desarrolló un material alternativo compuesto por nanopartículas de poliestereno dopadas con lantánidos (LNP). Una vez que la muestra de suero del paciente se coloca en la almohadilla y después de diez minutos de corrimiento, si existen anticuerpos IgG-SARV-CoV-2, éstos reconocerán la fosfoproteína nucleocápside recombinante de SARS-CoV-2 que se encuentra depositada sobre una membrana de nitrocelulosa. Posteriormente se lee la fluorescencia emitida por las líneas prueba y control con un fluorómetro portátil. El grupo de investigación validó el dispositivo utilizando 51 muestras de personas sanas para determinar un valor de corte. Se probaron siete muestras previamente positivas por RT-PCR y 12 negativas, pero clínicamente sospechosas de la presencia de IgG antiSARS-CoV-2. Además de la detección con este dispositivo de las siete previamene positivas, resultó positiva una de las 12 muestras sospechosas previamente negativas por RT-PCR, sugiriendo una potencial aplicación del innovador dispositivo para diagnóstico y seguimiento de pacientes (Chen *et al.*, 2020).

### Dispositivo de flujo lateral con nanopartículas de oro.

Bajo un principio similar, se propuso un diseño que emplea nanopartículas de oro, empleando como molécula de reconocimiento una proteína que corresponde al dominio de unión al receptor de la proteína *spike* de SARS-CoV-2. La ventaja de este dispositivo frente al anterior, es que detecta tanto anticuerpos IgM como IgG. Este dispositivo se empleó en un número mayor de pacientes y controles (397 pacientes confirmados por PCR y 128 negativos), y reportó una sensibilidad de 88.66% y una especificidad de 90.63% (Li *et al.*, 2020).

## CONCLUSIONES

En la actualidad, la necesidad de enfrentar la nueva epidemia de COVID-19 ha disparado la investigación en las áreas de diagnóstico, con la finalidad de lograr una detección temprana y reducir los falsos negativos, tanto en pacientes portadores del virus sintomáticos como asintomáticos. La combinación de conocimientos en las áreas de la Inmunología, Biología molecular y Nanotecnología ha permitido el desarrollo de novedosos dispositivos que potencialmente pueden ser de utilidad, una vez validados, para hacerle frente a la pandemia COVID-19.

## REFERENCIAS

Arons, M.M., Hatfield, K.M., Reddy, S.C., *et al.* (2020). Presymptomatic SARS-CoV-2 Infections and Transmission in a Skilled Nursing Facility. *New Engl J Medicine*. 382:2081-2090. <https://doi.org/10.1056/nejmoa2008457>

Carter, L.J., Garner, L.V., Smoot, J.W., *et al.* (2020). Assay Techniques and Test Development for COVID-19 Diagnosis. *Acs Central Sci*. 6:591-605. <https://doi.org/10.1021/acscentsci.0c00501>

CDC. (2020). *COVID-19 Pandemic Planning Scenarios*. Disponible en: <https://www.cdc.gov/coronavirus/2019-ncov/hcp/planning-scenarios.html>

Chen, Z., Zhang, Z., Zhai, X., *et al.* (2020). Rapid and Sensitive Detection of anti-SARS-CoV-2 IgG, Using Lanthanide-Doped Nanoparticles-Based Lateral Flow Immunoassay. *Anal Chem*. 92:7226-

7231. <https://doi.org/10.1021/acs.analchem.0c00784>

Gandhi, M., Yokoe, D.S., y Havlir, D.V. (2020). Asymptomatic Transmission, the Achilles' Heel of Current Strategies to Control Covid-19. *New Engl J Medicine*. 382:2158-2160. <https://doi.org/10.1056/nejme2009758>

Li, Z., Yi, Y., Luo, X., *et al.* (2020). Development and Clinical Application of A Rapid IgM-IgG Combined Antibody Test for SARS-CoV-2 Infection Diagnosis. *J Med Virol*. <https://doi.org/10.1002/jmv.25727>

OMS. (2020). *Pruebas de laboratorio para el coronavirus causante del síndrome respiratorio de Oriente Medio (MERS-CoV)*. Disponible en: [https://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/188247/WHO\\_MERS\\_LAB\\_15.1\\_spa.pdf?sequence=1](https://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/188247/WHO_MERS_LAB_15.1_spa.pdf?sequence=1)

Qiu, G., Gai, Z., Tao, Y., *et al.* (2020). Dual-Functional Plasmonic Photothermal Biosensors for Highly Accurate Severe Acute Respiratory Syndrome Coronavirus 2 Detection. *Acs Nano*. 14:5268-5277. <https://doi.org/10.1021/acsnano.0c02439>

Seo, G., Lee, G., Kim, M.J., *et al.* (2020). Rapid Detection of COVID-19 Causative Virus (SARS-CoV-2) in Human Nasopharyngeal Swab Specimens Using Field-Effect Transistor-Based Biosensor. *Acs Nano*. 14:5135-5142. <https://doi.org/10.1021/acsnano.0c02823>

Sportelli, M.C., Izzi, M., Kukushkina, E.A., *et al.* (2020). Can Nanotechnology and Materials Science Help the Fight against SARS-CoV-2? *Nanomater Basel Switz*. 10:802. <https://doi.org/10.3390/nano10040802>

Yan, C., Cui, J., Huang, L., *et al.* (2020). Rapid and visual detection of 2019 novel coronavirus (SARS-CoV-2) by a reverse transcription loop-mediated isothermal amplification assay. *Clin Microbiol Infect Official Publ European Soc Clin Microbiol Infect Dis*. 26:773-779. <https://doi.org/10.1016/j.cmi.2020.04.001>

Wu, D., Wu, T., Liu, Q., *et al.* (2020). The SARS-CoV-2 outbreak: what we know. *Int J Infect Dis Ijid Official Publ Int Soc Infect Dis*. 9:44-48. <https://doi.org/10.1016/j.ijid.2020.03.004>



**UANL**  
UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN



## **¿Quieres anunciarte con nosotros?, tenemos un espacio para ti**

**Si deseas promover tu negocio, tu marca o tus servicios, y hacer que investigadores, profesores y alumnos universitarios te tengan presente, te invitamos a formar parte de CiENCiA UANL, una publicación de circulación nacional con más de 20 años de historia.**

**Para mayores informes comunícate con nosotros al tel. (81) 8329-4236, o bien al correo [revista.ciencia@uanl.mx](mailto:revista.ciencia@uanl.mx)**



# ¿Qué porvenir nos depara tras el COVID-19 en el marco de la sustentabilidad?

PEDRO CÉSAR CANTÚ-MARTÍNEZ\*

No hace muchos años, para ser más explícitos en septiembre de 2015, se tuvo la determinación, por parte de todas las naciones, de lograr procesos y acciones que coadyuvaran a mejorar las realidades de existencia de todo ser humano. Es así que surgieron, en el concierto internacional, los Objetivos de Desarrollo Sustentable (ODS), con la finalidad de afrontar los desafíos sociales, económicos y ecológicos que se erigieron por la crisis social en que aún subsistimos, y que desencadenó un impacto negativo e irreversible en nuestro entorno cuya génesis se encuentra en una sociedad humana cada vez más numerosa (Cantú-Martínez, 2016).

\* Universidad Autónoma de Nuevo León.  
Contacto: cantup@hotmail.com

Este antecedente tiene su sustento desde la década de los setenta, cuando se develó que la humanidad anualmente demandaba insumos a la naturaleza en tales cantidades que se encontraba superando la tasa de renovación que el mismo planeta puede otorgarnos. De esta manera se genera un fenómeno denominado

**translimitación ecológica [que] ha seguido creciendo con los años, alcanzando un déficit de 50 por ciento en 2008. Esto significa que la Tierra tarda 1.5 años en regenerar los recursos renovables que utiliza la gente y en absorber el CO<sub>2</sub> que producen ese mismo año (WWF, 2012: 40).**

El anterior déficit de biocapacidad se ha acrecentado con el transcurrir del tiempo y queda evidenciado por las prácticas de consumo de las personas; mediante la huella ecológica podemos medir el impacto que posee la población humana que alcanza cifras hoy en día de hasta 7700 millones de personas, según el último informe demográfico de las Naciones Unidas (United Nations, 2019).

Sin lugar a dudas, los ODS se tornan sumamente relevantes ya que tienen como fin guiar la Agenda 2030, la cual cuenta entre sus propósitos con erradicar la pobreza, poner solución al hambre, responder a una gestión sostenible del agua, de los ecosistemas, de las actividades productivas para mejorar la calidad del aire y garantizar una vida saludable a todas las personas.

Este último aspecto, que atañe a la salud, se ha puesto a prueba con el

surgimiento del COVID-19, esencialmente por la incapacidad de orden tecnocientífica de encontrar una solución. Ante esto, la problemática actual en salud no es más que una dificultad en el marco de la crisis global en que subsistimos como sociedad y que pone de nueva cuenta en cuestionamiento las políticas que se han instaurado por los gobiernos en el mundo.

En el presente manuscrito pretendemos abordar el escenario que se nos plantea durante y tras la experiencia que estamos teniendo como colectivo social frente al COVID-19, así como la manera en que deberemos construir nuestra realidad y el replanteamiento quizá de una nueva sustentabilidad.





De acuerdo con información oficial emitida por la Organización Mundial de la Salud (OMS, 2020), es una enfermedad de carácter infeccioso causada por el coronavirus, que forma parte de una amplia gama de virus que pueden originar en las personas desde un simple resfriado hasta complicaciones que involucran la aparición del síndrome respiratorio agudo severo.

La problemática en el mundo surge debido a que tanto el padecimiento como el virus que la promueve eran ignorados en el concierto académico y científico hasta antes que surgiera el brote en Wuhan (China) y se convirtiera en una epidemia primeramente, para luego constituirse en una pandemia que afecta al mundo en general.



Esto es preocupante por algunos motivos, el primero de ellos concierne, de acuerdo a la OMS (2020), a que el contagio de este padecimiento puede propagarse por personas asintomáticas que intervienen en la transmisión de la enfermedad, lo cual se torna sumamente relevante cuando se carece de información que documente la tasa de frecuencia con lo cual ocurre esto. En segundo término, porque este mismo organismo internacional advierte que aún se siguen documentando las distintas formas de propagación. Lo que ha permitido determinar por el momento que el agente trasmisor del COVID-19 puede

## LA EXPERIENCIA HASTA AHORA CON EL COVID-19



perdurar hasta tres días en objetos cuyos materiales sean confeccionados con acero inoxidable o plástico.

Finalmente, como tercer aspecto encontramos el hecho de no contar aún con un tratamiento terapéutico que garantice la salud de las personas en el mundo, ya que los antibióticos sólo son idóneos para enfermedades de tipo bacteriano. Hasta aquí nuestra experiencia como sociedad frente a este padecimiento.



# LOS ODS A LA LUZ DEL COVID-19

Un rasgo de esta experiencia y aprendizaje en medio de la pandemia es que ha mostrado que los propósitos de los ODS sólo han sido buenas determinaciones por desarrollar hasta este momento. Y tras el informe de marzo 2020 por la Naciones Unidas en su documento titulado “Responsabilidad compartida, solidaridad global”, en relación con el COVID-19 (United Nations, 2020), podemos encontrar que las brechas sociales y económicas aún subsisten.

Por ejemplo, inicialmente la enfermedad del COVID-19 ha revelado que acomete sobre el objetivo 3 que se encamina a mejorar la salud y el bienestar de las personas, y como hemos observado, el efecto adverso en la salud mundial todavía continua, lo que ha puesto en evidencia la falta de alianzas para dar una respuesta adecuada en materia de sanidad internacional, como lo propone el objetivo 17.

Por otra parte, esta pandemia ha incidido en los objetivos 1 y 2, que se



refieren a poner fin a la pobreza y al hambre en el mundo; sin embargo, ha probado con esto los pocos avances en esta materia al generar que segmentos sociales en miseria y con insuficiencia alimentaria, respectivamente, se encuentren en este momento en condiciones paupérrimas, esencialmente por la reducción y cierre de las actividades económicas, lo que pone también expresamente en cuestionamiento los avances en el crecimiento económico, como señala el objetivo 8.

Lo anterior es una situación altamente significativa en las ciudades al observar los cinturones de pobreza donde se expone a las personas a un mayor riesgo de enfermarse, particularmente por el hacinamiento y las malas condiciones sanitarias, lo

que quebranta el supuesto avance en los objetivos 4-7, 10, 11 y 16. Por el contrario, empeoran las condiciones de grupos vulnerables como las mujeres y las niñas, exhibe la carencia de agua en muchos sitios en el mundo, así como de suministro de energía, que impacta directamente e incrementa las desigualdades sociales, esto adicionalmente exterioriza la falta de accesibilidad por estos núcleos de población a una educación a distancia, con lo que se violenta además la paz social.

Sin embargo, en el objetivo 13 se ha podido evidenciar una disminución del impacto sobre el clima y los sistemas naturales al disminuir o bien cancelar las actividades productivas. Y esto ha sido en contra de nuestra propia voluntad.





## OTRO MODO DE VER LA REALIDAD Y LA SUSTENTABILIDAD

El surgimiento del COVID-19, sin lugar a dudas, nos ha enfrentado a un evento que seguramente debe estar cambiando nuestra construcción de la realidad; adicionalmente, esto también debe promover un cambio en nuestra forma de pensar y comportarnos. Más que nunca porque las enfermedades pandémicas son reales, y como ya lo estamos constatando, pueden afectar hondamente el curso de nuestras vidas, al punto de paralizar toda actividad humana.

En este última circunstancia, se advierten hechos sin precedentes, ya que se ha constatado que los índices de calidad de aire en China han mejorado por el cierre o reducción en las operaciones industriales, como lo constata la cadena noticiosa BBC News Mundo (2020: párrafo 7), al señalar que la “NASA y la Agencia Espacial Europea publicaron imágenes satelitales que muestran una caída dramática entre enero y febrero [del 2020] de los niveles de dióxido de nitrógeno (NO<sub>2</sub>) en el aire del gigante asiático, uno de los países más contaminantes”.



Por otra parte, en el concierto internacional, producto de la cuarentena obligatoria a la que estamos sujetos, se ha permitido que la vida silvestre retome los espacios de los cuales les hemos despojado, ya que este aislamiento ha permitido confinar a millones de seres humanos, que con su transitar producían grandes niveles de ruido y en constante circulación alejaban a la fauna.

Es así que la cadena UNIVISION-Noticias (2020) detalla que en Santiago (Chile) se han visto pumas deambulando por las calles, mientras en Nara (Japón), conjuntos de venados se han encontrado transitando por las avenidas, en tanto en Llandudno (Gales) se han avistado cabras por las arterias de la ciudad. Al mismo tiempo, Mónica Artigas (2020), corresponsal de National Geographic en España, indica que han advertido en distintas ciudades de España, como Barcelona, Vigo y algunos pueblos asturianos como Cangas de Narcea, la presencia de jabalíes, zorros y osos.



Basten estos ejemplos para señalar que el desvanecimiento de la disonancia del ser humano ha resultado en favor para la fauna silvestre. Además, estos eventos nos dejan entrever que sin nuestra influencia o presencia, la naturaleza sabrá encontrar cómo recuperar lo perdido y establecer un nuevo equilibrio para así hacer justicia a la trama de la vida de la cual nos hemos alejado de manera exorbitante.

Esto debe hacernos cambiar la forma de verla y la forma en cómo nos relacionamos de ahora en adelante, ya que estos acontecimientos son un avistamiento de que la vida

natural proseguirá y no le es necesaria nuestra presencia. Ante esto será importante prestar atención antes de que nos reclame –si no es que ya está sucediendo– el espacio que le hemos quitado y el lugar que también le hemos usurpado.

No hay mejor experiencia aleccionadora que aquella que nos permite ubicarnos justamente en el papel que

nos toca fungir y nos conmina a la creación de una nueva relación –que aún es posible lograr– frente a ella, ya que la sociedad humana está en crisis, y la sustentabilidad puede ser sólo un proyecto –ya no de desarrollo– que ha demostrado limitados e insuficientes resultados, y ahora habrá que transformarlo en un proyecto de vida, que propicie un cambio radical y sustantivo en la humanidad.

Esto es el surgimiento de una nueva sustentabilidad no centrada en el ser humano, sino teniendo como referencia lo holístico y lo sinérgico con el entorno natural. Ya que es sumamente insólito que el ser humano, que ostenta un cerebro extraordinario, haya sido incapaz de aprender cuál es su papel en el entorno. No obstante que algunos miembros de la sociedad humana lo consideran –al ce-

rebro– como el elemento central para ubicarnos en la cima de la evolución, aún por encima de la sabia naturaleza que nos creó y albergó hasta que nos apreciamos autosuficientes. De tal manera que en esta modernidad y posmodernidad en que subsistimos creíamos estar ajenos a ella, y ésta misma con una minúscula parte de ella –virus– nos ha mostrado lo endebles que somos.

Frente a esta nueva visión de sustentabilidad que se erige, se debe superar una fuerte oposición, que si reflexionamos en el marco de la bioética global, esta resistencia proviene en gran medida por el enfoque antropocéntrico y cartesiano que ostentamos, y a la supuesta relación existente con un ser supremo de carácter teocéntrico, el cual creemos nos acoge por encima de toda culpa y mal que concibamos, con lo cual nos hemos envanecido como sociedad, dando suma importancia a la razón instrumental para someterla. Pues como comenta Zaffaroni (2011: 3), el ser “humano siempre tuvo una actitud ambivalente frente al animal, dado que en buena medida se quiso conocer diferenciándose de éste e identificándose con [un] Dios”.

En tal caso, el ser humano no debía preocuparse por la congoja que padecía la vida silvestre y el entorno natural, así como tampoco debía manifestarse inquieto por el deterioro de la tierra, el aire y el agua, porque se aduce que su destino está en que partirá a un mejor lugar al que actualmente ha vilipendiado y estropeado. Sin embargo, cuán alejados estamos de la realidad y de su valor, donde los procesos de autoorganización natural nos superan en complejidad y de la cual el ser humano es una pequeña parte, y no aquella postura teocrática que indica la creación de un ente superior –ser humano– para enseñorearse sobre la naturaleza.



**el ser “humano siempre tuvo una actitud ambivalente frente al animal, dado que en buena medida se quiso conocer diferenciándose de éste e identificándose con [un] Dios.”**

## CONSIDERACIONES FINALES

Tomar decisiones y medidas congruentes que permitan cuidar la base ambiental en nuestro planeta se ha tornado, en este tiempo, en una situación urgente y de vital importancia para la continuidad del ser humano, ya que como hemos advertido, el colapso que denominamos sanitario y ambiental con enormes consecuencias sólo nos afectará a nosotros. Y por increíble que nos parezca, la actual problemática ambiental que subsiste es consecuencia de nuestras actividades, por lo cual resulta absurdo que tengamos

que combatir entre nosotros mismos para salvaguardarla.

Recordemos que ella no requiere de nuestro apoyo y conocimiento para construirse, deconstruirse y reconstruirse. De hecho, debemos considerar seriamente que nunca hace algo en vano y en este momento nos está sugiriendo escuchar y percibir que el entorno natural no es nuestro, sino que es la morada de todos los seres vivos, donde también subsiste y pertenece el ser humano.

## REFERENCIAS

Artigas, M. (01 de abril de 2020) La naturaleza salvaje reconquista la ciudad por el coronavirus. Disponible en: [https://www.nationalgeographic.com.es/ciencia/naturaleza-salvaje-reconquista-ciudad-por-coronavirus\\_15346](https://www.nationalgeographic.com.es/ciencia/naturaleza-salvaje-reconquista-ciudad-por-coronavirus_15346) BBC News Mundo. (2 marzo de 2020). Coronavirus: las imágenes que muestran la sorprendente caída de la contaminación del aire en China desde el inicio de la crisis Disponible en: <https://www.bbc.com/mundo/noticias-51713162>  
Cantú-Martínez, P.C. (2016). Los nuevos desafíos del desarrollo sustentable hacia 2030. *Ciencia UANL*. 19(78):27-32.

OMS. (2020). Preguntas y respuestas sobre la enfermedad por coronavirus (COVID-19). Disponible en: <https://www.who.int/es/emergencias/diseases/novel-coronavirus-2019/advice-for-public/q-a-coronaviruses>  
United Nations. (2019). *World Prospects 2019: Highlights (ST/ESA/SER.A/423)*. New York. UN-Department of Economic and Social Affairs, Population Division.  
United Nations. (2020). *Shared responsibility, global solidarity: Responding to the socio-economic impacts of COVID-19*. New York. U.N.  
UNIVISION-Noticias. (3 abril de 2020).

La naturaleza avanza en las ciudades: los animales a sus anchas en las calles vacías por el coronavirus. Disponible en: <https://www.univision.com/noticias/salud/la-naturaleza-avanza-en-las-ciudades-los-animales-a-sus-anchas-en-las-calles-vacias-por-el-coronavirus-fotos-fotos>  
WWF. (2012). *Informe Planeta Vivo 2012*. Suiza. WWF Internacional.  
Zaffaroni, E.R. (2011). La naturaleza como persona: de la Pachamama a la Gaia. En C. Espinosa & C. Pérez (Eds.). *Los derechos e la naturaleza y la naturaleza de sus derechos*. (pp. 3-34). Quito. Ministerio de Justicia, Derechos Humanos y Cultos.





# CONOCIMIENTO Y TECNOLOGÍA EN UNA EMERGENCIA SANITARIA. ENTREVISTA CON EL DOCTOR BORIS ESCALANTE RAMÍREZ

MARÍA JOSEFA SANTOS CORRAL\*

**B**oris Escalante Ramírez estudió Ingeniería Mecánica-Eléctrica en la UNAM y tiene un doctorado en el Instituto de Investigaciones en Percepción, de la Universidad Tecnológica de Eindhoven, en los Países Bajos. Actualmente es profesor titular “C” de la Facultad de Ingeniería y desde hace dos años coordinador general del Centro Virtual de Computación de la UNAM. En su carrera como investigador ha combinado el desarrollo tecnológico y la generación de conocimientos científicos con la gestión universitaria. Su área de especialidad es el procesamiento digital de imágenes, tema sobre el que ha editado libros y escrito capítulos de libros y artículos en revistas especializadas. También ha obtenido varias patentes y desarrollos tecnológicos. El doctor Escalante es también un destacado docente en la Facultad de Ingeniería y ha sido jefe de la División de Ingeniería Eléctrica de esa facultad. En la coyuntura de la emergencia sanitaria coordinó un equipo que desarrolló un sistema de auxilio al diagnóstico del COVID-19, que se vale de herramientas de visión computacional e inteligencia artificial para el análisis de imágenes de tomografía computarizada.

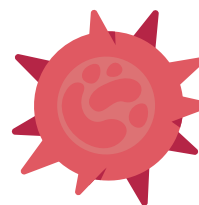
\*Universidad Autónoma de México.  
Contacto: [mjsantos@sociales.unam.mx](mailto:mjsantos@sociales.unam.mx)

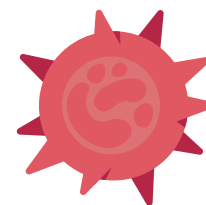


**¿Cómo encuentra su vocación primero por la ingeniería y a partir de qué decide derivarla al procesamiento y mejoramiento de señales digitales?**

Desde la adolescencia recuerdo que me gustaba descubrir cómo funcionaban las cosas, repararlas. Tenía ese perfil del ingeniero para resolver problemas prácticos. Fue relativamente fácil encontrar la carrera que seguiría, que no era tanto científica, sino ligada a la ingeniería. Para dedicarte a cualquier ingeniería te tienen que gustar las matemáticas, a mí se me facilitan, pero no tengo el espíritu de descubrir conocimiento por el solo gusto de hacerlo, sino que me gusta aplicarlo en algo útil. Primero quise estudiar Química, pero un mal maestro en el bachillerato me hizo abandonar esta opción. Lo que sí sabía es que a mí me gustaban mucho las matemáticas. La electrónica era nueva para mí y atractiva, y nunca la había estudiado, así que me aventuré en el campo, pero para hacer esto en aquel entonces se tenía que estudiar la carrera de Ingeniería Mecánica-Eléctrica. Ahora, explicar el porqué del procesamiento de imágenes es un poco más largo. Hice una maestría en Ingeniería Electrónica en Holanda, ligada a la empresa Philips, y al elegir el tema de tesis me gustó el área de procesamiento digital de señales de voz. Cuando acabé la maestría seguí trabajando en Philips, en Holanda, en proyectos de voz hasta que decidí que quería hacer un doctorado. Entonces en la Universidad Tecnológica de Eindhoven me ofrecieron un proyecto en procesamiento digital, pero ahora de imágenes. Matemáticamente era similar al procesamiento de voz y decidí aceptarlo.

**La electrónica era nueva para mí y atractiva...**





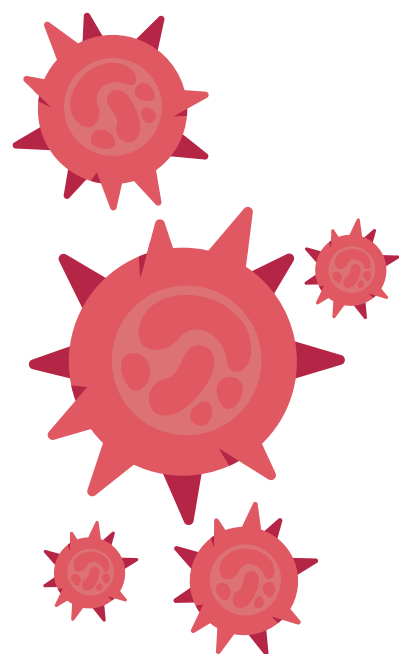
## ¿Qué aspectos influyeron para que decidiera combinar una carrera de investigación con el desarrollo de proyectos tecnológicos?

En la licenciatura me decidí por la electrónica por pura casualidad, no tuve a alguien o algo cercano que me orientara en la electrónica. En mi época para ser electrónico en la Facultad de Ingeniería tenías que estudiar Ingeniería Mecánica-Eléctrica, que te ofrecía un abanico de posibilidades. Pero en la carrera me di cuenta de que la electrónica me gustaba.

En cuanto a la investigación es otra historia. Cuando terminé la carrera de ingeniería empecé a buscar trabajo y encontré medio aburridos los que ofrecían. Yo tenía ganas de aprender más electrónica. Sin embargo, hacer un posgrado era una idea que no me atraía tanto, a pesar de tener un hermano haciendo un doctorado, hasta que descubrí un programa de maestría, no en una universidad sino en una empresa, en Philips, que tenía un instituto de formación educativa, el *Philips International Institute of Technological Studies*.

El programa era sobre electrónica, con una estancia práctica a la mitad de la maestría en la propia empresa y luego hacías la tesis ahí mismo. Eso me atrajo muchísimo, solicité ingreso y fui uno de los dos mexicanos que eligieron. Cuando terminé la maestría estuve trabajando un año en un laboratorio de Philips, donde hice proyectos aplicados al procesamiento de voz, una continuación del trabajo de maestría. Después de un rato me aburrí, a pesar de hacer trabajo de diseño, y me convencí de que me gustaba la investigación y necesitaba saber más. Así que busque ahí mismo hacer el doctorado.

Fui aceptado en el Instituto en Investigaciones en Percepción, que era una cooperación entre los laboratorios de investigación de Philips y la Universidad Tecnológica de Eindhoven. Esto tenía las ventajas de los dos mundos: la libertad de una universidad en investigación y el dinero de la empresa. Había académicos de la empresa y de la universidad, como mi caso. Era un ambiente bonito y con mucha vinculación con Phillips. Mi tesis de doctorado la hice sobre imágenes médicas porque a Philips Medical Systems le interesaba el tema de mejoramiento de la calidad perceptiva de las imágenes.



# Yo tenía ganas de aprender más elec- trónica.



**¿Cómo genera nuevos conocimientos, nuevas ideas?**

Como investigador tienes tus propios retos, tu línea de investigación implica generar nuevo conocimiento o nuevos métodos para resolver problemas. Tienes que estar pendiente de cómo avanza el estado del arte. También consultas las revistas, asistes a los congresos. Mucha información también está en Internet. Con todo lo anterior vas formando ideas para generar conocimiento nuevo.



**¿Cómo articula sus redes para la transferencia de tecnología al volver a México?**

En México es muy difícil hacer investigación aplicada, pues una solución no tiene sentido si no va a tener un usuario. En un principio seguí trabajando con imágenes médicas, aunque no tenía a quien transferir la tecnología, pero luego comencé a trabajar con imágenes astronómicas, porque en el Instituto de Astronomía había astrónomos a los que les interesaba lo que yo hacía, después pasé a procesar imágenes de percepción remota porque también existían algunos interesados en resolver problemas de esa área.

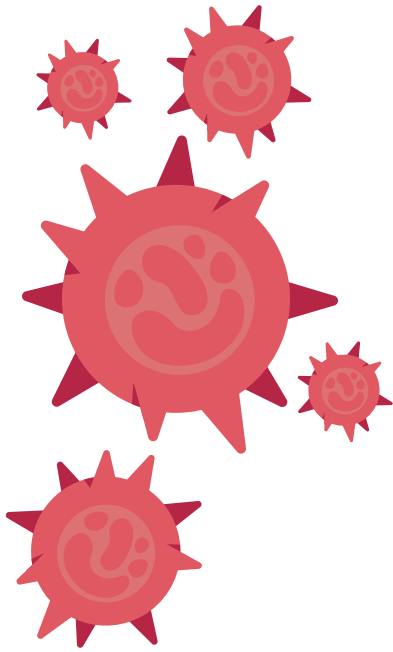
Al final he encontrado que, si no hay un usuario a quien le puede servir potencialmente lo que estás desarrollando, es muy difícil hacer contribuciones relevantes. Es muy difícil hacer investigación en tecnología si no tienes a quien transferir. Lo que hacemos actualmente, y nos ha costado mucho trabajo, es encontrar médicos a los que les interese hacer investigación y que estén interesados en encontrar nuevas soluciones o nuevas herramientas para ayudar al diagnóstico médico. Ha sido una labor demandante, pero finalmente contamos con un grupo de médicos con este perfil en varios hospitales públicos y privados.

Cuando trabajamos con imágenes médicas, desarrollamos soluciones, y si los médicos la usan estamos contentos, pero también pensamos en otro tipo de aplicaciones, por ejemplo, para la industria, donde hay muchísima necesidad de resolver problemas de visión computacional. Cuando nos involucramos en los proyectos y en las necesidades de la industria nos damos cuenta de que esta área tiene un potencial de patentamiento y de explotación muy grande. Ahí viene la parte de hacer la transferencia bien

**Es muy difícil hacer investigación en tecnología si no tienes a quien transferir.**







hecha que en México es muy incipiente, pues todos estos esfuerzos dependen del propio investigador. A diferencia de lo que ocurría en Holanda, donde nosotros teníamos un convenio en el que si lo que desarrollábamos era de interés para Philips, la empresa tenía el derecho de explotación, pero tú eras el autor. Si Philips no tenía ese interés entonces el derecho lo tenía la Universidad. Pero en cualquiera de los dos casos ellos hacían todo. Las patentes que tengo son de Philips, y yo aparezco como autor. El proceso de patentamiento y de transferencia de tecnología está ya muy bien armado, yo no tuve que hacer nada más que un reporte técnico y nunca me enteré del asunto hasta que ya estaba la patente. Eso es un montón de tramitología que en México tienes que hacer tú. A pesar de la Coordinación de Innovación y Desarrollo que tenemos en la UNAM, y que hace un gran trabajo, el trámite depende en una gran parte de ti.

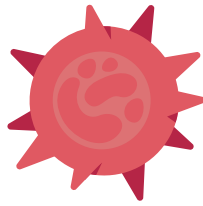
El otro problema cuando trabajas con la industria es que frecuentemente ellos no sólo quieren que les desarrollen la solución, sino también el prototipo, el producto final, les des asesoría, les montes todo y hasta les des garantía. Siempre he sostenido que la universidad no está hecha para eso. Nuevamente, lo que se hace en países desarrollados es que la empresa siempre tiene algo que en España se llama I+D, un grupo que absorbe y transfiere el desarrollo hecho en una universidad para que la empresa lo adopte. La universidad debe desarrollar cuando mucho el prototipo y lo que sigue le corresponde a la empresa.



### **¿Cómo le ha hecho para crear equipos de trabajo y cómo se dividen el trabajo en los grupos?**

El grupo que tenemos nos ha costado sangre. Lo formamos a partir de intereses comunes en procesamiento de imágenes, lo que nos ha permitido asociarnos para hacer proyectos con más alcance y tener presencia con el usuario final en grupo. El más exitoso es el grupo con médicos, hemos detectado algunos que además de la práctica les interesa también la investigación. Lo que hemos logrado con más éxito es el desarrollo de métodos nuevos que se han publicado, pero hemos hecho pocos sistemas que realmente use el médico. Lo ideal sería que los sistemas computacionales sirvan de auxilio al diagnóstico médico. Nuestros sistemas analizan imágenes de forma automática, extraen patrones y características y proveen al médico de información adicional para hacer un mejor diagnóstico.





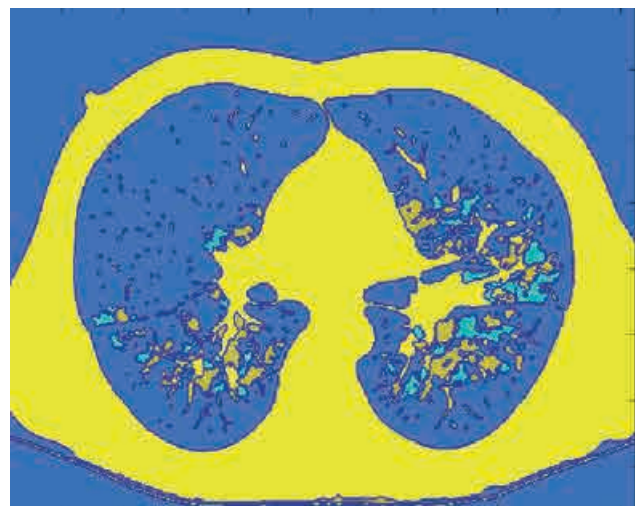
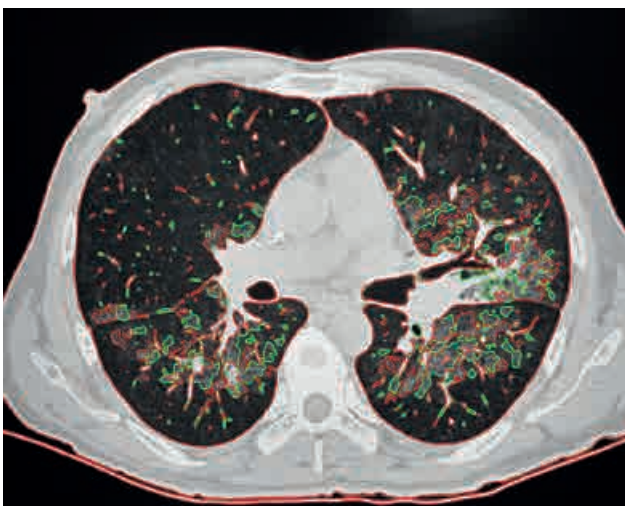
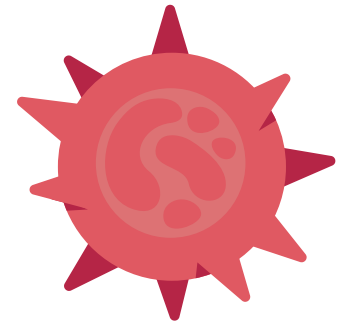
En el caso concreto de esta emergencia sanitaria, la construcción del grupo integrado por investigadores, profesores, estudiantes de la UNAM y los médicos del Centro Médico Nacional “La Raza” del IMSS nos permitió tener un laboratorio y a la vez usuarios inmediatos para poder avanzar en un sistema de visión computacional e inteligencia artificial, para analizar imágenes de tomografía computarizada correspondientes a cortes axiales del tórax. Los resultados se obtienen de forma inmediata y ayudan al médico a detectar la presencia de COVID-19, tomando en cuenta los datos clínicos del paciente.

Con la industria hemos tenido algunas muy buenas experiencias en las que la empresa sí ha contado con el personal y la capacidad para absorber nuestros prototipos y convertirlos en un producto. En otras ocasiones hemos trabajado con empresas que quieren el producto final terminado e instalado. Cuando uno es joven se entusiasma y lo hace, pero nuestra experiencia nos ha mostrado que para lograr una buena transferencia tecnológica se necesita que ellos se hagan cargo de desarrollar el producto final a partir de nuestra solución tecnológica.



### ¿Cuál es el reto más grande de los investigadores que quieren participar en la transferencia de conocimiento?

Que no existen los mecanismos de transferencia tecnológica. Deberían existir organismos que fomenten el desarrollo tecnológico, como era Conacyt antes. El otro problema es que las mismas empresas deberían desarrollar capacidades que les permitan absorber soluciones tecno-



lógicas. Eso es lo que falta, que la empresa invierta en capacidades de absorción de tecnología. El de la transferencia de tecnología es un problema conjunto de la universidad, la empresa y algún patrocinador que aliente esta relación, que los ayude a comunicarse.



### **Sé que recientemente coordina un grupo para diagnóstico del COVID-19, ¿me podría contar un poco sobre ello?**

El grupo que coordino tiene como propósito desarrollar una herramienta de auxilio al diagnóstico médico del COVID-19. Ante la escasez de las pruebas moleculares de esta enfermedad, los médicos han estado apoyándose en otros elementos que indiquen la presencia de ésta, como las imágenes de tomografía computarizada de los pulmones. Nuestro equipo, integrado por académicos y alumnos de la Facultad de Ingeniería y de posgrados en Computación, en Ingeniería y del Instituto de Investigación y Matemáticas y Sistemas de la UNAM y médicos del Centro Médico Nacional La Raza, del IMSS, ha desarrollado un sistema que a partir de una imagen de tomografía computarizada detecta y localiza automáticamente las lesiones causadas por el virus.

El sistema también arroja una probabilidad de la existencia de la enfermedad. Cabe recalcar que sólo un médico puede emitir un diagnóstico. Este sistema computacional es una prueba que junto con los datos clínicos del paciente ayudarán al médico a emitir un diagnóstico. El potencial de esta herramienta es muy grande si se considera que hay muchos hospitales en el país en los que no hay radiólogos con experiencia suficiente en COVID-19, por lo que los hallazgos que encuentra el sistema pueden ser de gran ayuda para confirmar sospechas de este padecimiento. El sistema está en fase de pruebas y se planea distribuir a todo el sistema de salud del país.

### **¿Cómo se nutre la investigación científica de la transferencia de tecnología y conocimientos?**

Eso es quizá lo que más nos gusta a los ingenieros que hacemos investigación. Encontrar las necesidades no cubiertas del posible usuario de la tecnología es un reto para nosotros. Del lado de la investigación eso nos motiva a buscar nuevas formas de resolver el problema. Lo que hacemos es una investigación nutrida por una necesidad.

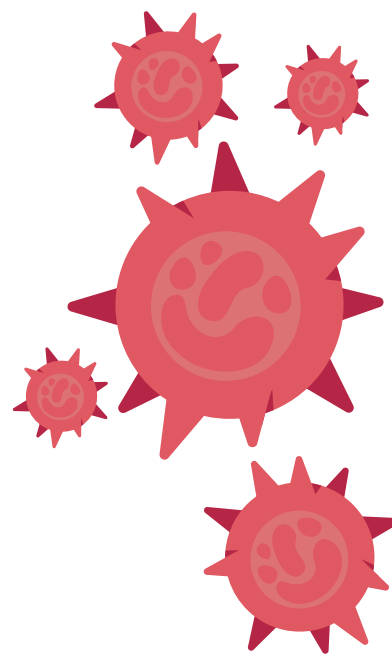
**El potencial de esta herramienta es muy grande...**





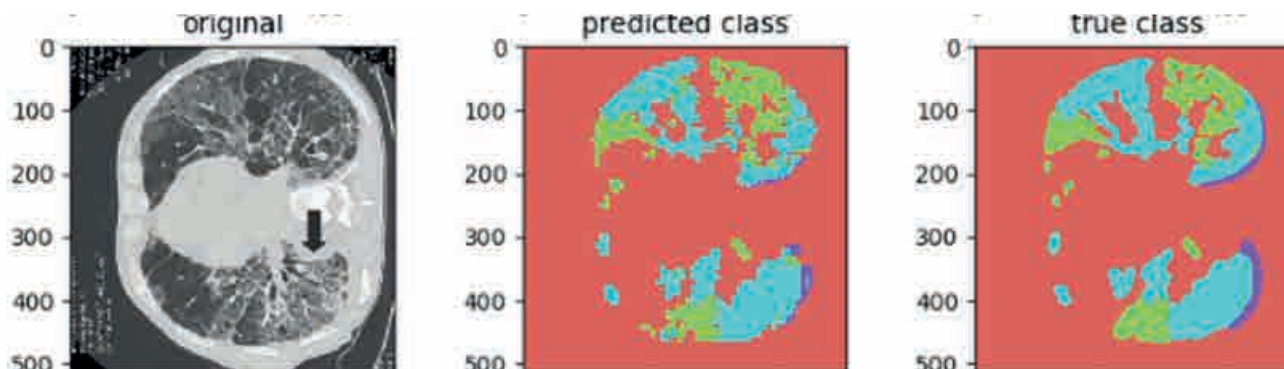
A diferencia de un investigador puramente científico que justifica su quehacer por el simple hecho de generar conocimiento, a nosotros nos mueve que haya una necesidad de resolver un problema para el cual no existe (todavía) la solución tecnológica.

El reto que tenemos los ingenieros que trabajamos en la universidad, es que esta motivación no es suficiente porque también necesitamos seguir las reglas de los investigadores que implica publicar en revistas de alto impacto. Si quieres tener éxito tanto en la transferencia tecnológica como en el mundo científico tienes que hacer de las dos: resolver un problema y cuidar que la forma de resolverlo sea tan novedosa que puedas producir un artículo que te permita estar en el SNI. Eso a veces es una limitación porque resulta que lo que la industria necesita no siempre es publicable y ahí vienen los problemas cuando tienes que decidir de qué lado juegas: del lado de los *papers*, del lado de las soluciones o de ambos, que es lo que yo he tratado de hacer.



**¿Qué significan las patentes?, ¿para qué han servido aquéllas en las que participa?, ¿recomienda patentar o existen otras formas de protección del conocimiento?**

Yo creo que si las patentes han tenido tanto éxito a lo largo de la historia es porque se necesitan. Es una forma de proteger tu trabajo y una forma de que si desarrollas algo nuevo, tienes el derecho de ser autor y disfrutar de los beneficios. Protege a todos: al autor, a la universidad y a la empresa que invirtió haciéndola o comprándola. Yo creo que son muy buenas, de hecho, uno de los indicios para valorar la productividad tecnológica son las patentes, porque implican originalidad como un artículo, pero implican también que lo que estás haciendo sirva para resolver un problema



práctico. Esa es la diferencia con un artículo de revista. La perspectiva es muy buena también porque puede ser usada y todavía mejor cuando es explotada. Hay otras formas de protección que se aplican cuando no se puede patentar, como los derechos de autor, que es lo que se suele hacer para el software. Lo que yo hago, a pesar de ser software, sí se puede patentar si lo presentas como un sistema.



### ¿Para usted que sería buena ciencia?

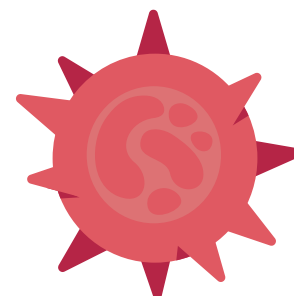
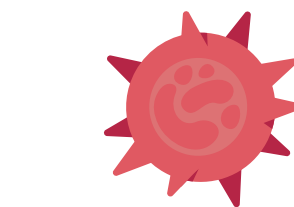
En general, la que sirve para incrementar el conocimiento. Generar nuevo conocimiento es siempre válido. Para mí, como ingeniero, la buena ciencia es la que sirve, la que eventualmente aportará un beneficio, la que pueda presentar una solución a un problema relevante de la sociedad si no en el corto, en el mediano o largo plazo.



### ¿Qué le ha dado la UNAM y qué le ha dado usted a la UNAM?

En realidad la UNAM me ha dado todo. Obviamente me dio la educación de ingeniero, gratuita y de calidad, y después de eso me permitió formarme en el extranjero. En mi época, sin tener una relación laboral con la UNAM, simplemente por ser egresado, la UNAM te ofrecía becas para el extranjero. Por eso la UNAM me pagó una maestría y una beca doctoral, eso me permitió ser lo que soy. Yo tenía el compromiso de regresar a la UNAM, y a ello se sumaba el convenio con la embajada de Holanda que establecía que los estudiantes deberían regresar eventualmente a su país de origen, para lo cual Conacyt me ayudó al repatriarme.

Lo mejor es que la propia UNAM me ha dado la oportunidad de retribuirle mediante la formación de alumnos de licenciatura, maestría y doctorado, que es a lo que me dedico. A mí me costaría mucho trabajo dar clase en una universidad extranjera, me siento muy bien cuando preparo alumnos de la UNAM pues siento que retribuyo. Además de la formación de recursos humanos, participo en tareas de gestión académica-administrativa, así como en órganos colegiados. Todo lo que hago por la UNAM lo hago con mucho gusto.



Para mí, la buena ciencia es la que eventualmente aportará un beneficio, la que pueda presentar una solución a un problema relevante de la sociedad, si no en el corto, en el mediano o largo plazo.



## Del COVID-19 y sus efectos



Hace algunos meses, una noticia comenzó a tomar fuerza, aunque al principio no le tomamos importancia, poco a poco empezamos a escuchar comentarios aquí y allá de que había una nueva enfermedad, y que había muchos enfermos y vaya, se venía acercando. Bueno, todo comenzó el 31 de diciembre de 2019, cuando las autoridades sanitarias chinas informaron a la Organización Mundial de la Salud (OMS) la identificación de un nuevo tipo de coronavirus (2019-nCoV) que, hasta hoy, ha infectado millones y provocado un sinnúmero de muertos. Desde el principio se supo que el origen del brote se situó en un mercado de carne y pescado de la ciudad de Wuhan, en China, pero aún se desconoce la causa inicial del brote y la capacidad de transmisión del virus.

Al respecto, científicos del programa de Sanidad Animal del Instituto

de Investigación y Tecnología Agroalimentarias (IRTA) trabajan desde hace años en el ámbito de los coronavirus, en concreto con el tipo de coronavirus MERS-CoV, y en 2016 probaron por primera vez un prototipo de vacuna para dromedarios –que son el reservorio de MERS-CoV–, para prevenir su transmisión.

Según los especialistas del IRTA, este “2019-nCoV” es un virus de la misma familia que el SARS (Síndrome Respiratorio Agudo Grave), y que el MERS (Síndrome Respiratorio del Oriente Medio). Son enfermedades zoonóticas, es decir, enfermedades que se transmiten de animales a humanos, pero también tienen capacidad de transmitirse entre humanos. Se les llama coronavirus por la forma del patógeno y principalmente afectan al tracto respiratorio, en especial a los pulmones, causando enfermedad grave y en

ocasiones la muerte. Los principales síntomas de estas enfermedades son más intensos que una gripe, con fiebre, dolor y malestar general y problemas respiratorios de moderados a graves.

Después de que el gobierno chino informara del brote a la OMS, el 1 de enero de 2020 se clausuró el mercado donde se originaron los primeros pacientes y se comenzó el proceso de desinfección. El mismo día 1 murió el primer paciente y el día 17, el segundo. Ambos decesos eran personas de edad avanzada con problemas de salud previos. El 7 de enero se describió el primer caso de persona infectada a Tailandia y otro en Japón. Según la OMS, los dos eran personas que habían visitado Wuhan (la ciudad donde estaban las personas ingresadas). El 9 de enero se relacionó la neumonía con el nuevo coronavirus.



Al principio nos parecía taaaan lejano, era allá en China, al otro lado del mundo. Pero entonces comenzaron a surgir noticias de infectados en otros países, hasta que llegó a nuestro continente. Así, la Organización Panamericana de la Salud, sucursal en las Américas de la Organización Mundial de la Salud, emitió recomendaciones a los gobiernos de la región.

Según la Organización, en ese momento había incertidumbre sobre el nuevo patógeno y el espectro de manifestaciones que podía causar, así como la fuente de infección, el modo de transmisión, el periodo de incubación, la gravedad de la enfermedad y las medidas específicas de control.

La evidencia sugería que la transmisión de persona a persona

era limitada, lo cual sería consistente con lo que se conoce sobre otros patógenos similares. En particular, la transmisión de persona a persona, incluido en el entorno nosocomial (intrahospitalaria), ha sido documentada para otros coronavirus emergentes, como el SARS y el MERS-CoV. “Por ende, las medidas de control tomadas para éstos pueden guiar interinamente a la respuesta contra este nuevo patógeno”, aseguró la Organización en un comunicado.

La OPS alentó a los países a fortalecer las actividades de vigilancia para detectar pacientes con enfermedad respiratoria aguda: “Los profesionales de la salud deben estar informados acerca de la posibilidad de la aparición de una infección causada por este virus y las acciones a implementar con un caso sospechoso”.

Debido a la importación de infectados, la Organización recomendó a los Estados verificar las prácticas de prevención y control de infecciones en los establecimientos de salud, que estén familiarizados con los principios y procedimientos para manejar las infecciones por el nuevo coronavirus y estén capacitados para consultar sobre el historial de viajes de un paciente para vincular esta información con datos clínicos.

Además, un equipo de la OMS viajó a Wuhan en China para llevar a cabo una investigación sobre el brote de coronavirus y la agencia de la ONU encargada de velar por nuestra salud convocó a su comité de emergencias para decidir si declara una alerta sanitaria internacional.



Todo parecía tan tranquilo, muchos hacíamos nuestra vida “normal”, saludábamos de beso, de mano, un abrazo, jugábamos, íbamos al parque, pero las noticias aumentaban. Uno aquí, otro allá, aumentó la cifra de muertos, más países reportan infectados. Hasta que el número de pacientes y muertes se disparó en todos los países del globo. Entonces el director de la Organización Mundial de la Salud declaró oficialmente al coronavirus COVID-19 como una pandemia y con ella los focos rojos se encendieron.

Tedros Adhanom Gebreyesus aseguró que miles de personas están luchando por sus vidas en los hospitales, y que se espera que el número de muertes y enfermos aumente aún más en los próximos días, y así ha sido desde entonces, los reportes no hacen más que aumentar y aumentar.

“Hemos estado siguiendo la epidemia y estamos profundamente

preocupados por los niveles alarmantes de contagio y de su severidad, pero también de los alarmantes niveles de inacción. Es por ello que hemos evaluado que el COVID-19 puede caracterizarse como una pandemia”, dijo.

Pero según Tedros, “Pandemia no es una palabra para usar a la ligera o descuidadamente. Es una palabra que, si se usa incorrectamente, puede causar un miedo irrazonable o una aceptación injustificada de que la lucha ha terminado, lo que lleva a sufrimiento y muerte innecesarios. Describir la situación como una pandemia no cambia la evaluación de la OMS sobre la amenaza que representa este coronavirus. No cambia lo que está haciendo la Organización Mundial de la Salud, y no cambia lo que los países deberían hacer”, agregó.

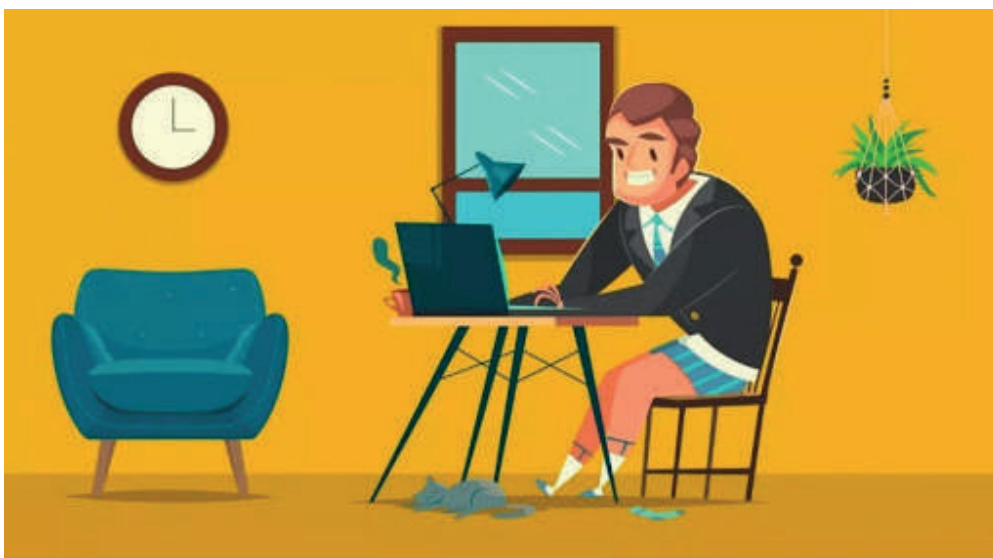
El líder de la Organización Mundial de la Salud aseguró que nunca antes se había visto una pandemia

provocada por un coronavirus. “Y nunca habíamos visto una pandemia que todavía pueda contenerse”.

“Si los países detectan, prueban, tratan, aíslan, rastrean y movilizan a su gente en la respuesta, aquéllos con un puñado de casos pueden evitar que éstos se conviertan en grupos, y esos grupos se conviertan en transmisión comunitaria. Incluso aquellos países con transmisión comunitaria o grandes grupos aún pueden cambiar el rumbo de este coronavirus”, dijo.

“Nadie debe equivocarse y creer que una declaración de pandemia implica restar atención a la contención de virus y pasar a una fase de ‘mitigación’, que consiste en preparar a los sistemas de salud para afrontar una avalancha de contagios”, dijo Tedros. El desafío para muchos países que ahora se enfrentan a grandes grupos de transmisión comunitaria no es si pueden hacerlo, sino si lo harán, agregó.





Una pandemia. Estamos en medio de una pandemia y los gobiernos deben tomar cartas en el asunto. En muchos países, el nuestro incluido, los secretarios de Salud emitieron una serie de recomendaciones ante el importante incremento de casos. El llamado fue a extremar las medidas de higiene, evitar los viajes innecesarios y la suspensión de las clases en todos los niveles, además se invitó a las empresas para que los trabajadores pudieran iniciar sus labores a distancia siempre que fuera posible.

Ahora son muchas las empresas e instituciones que incorporan el trabajo remoto en algunos de sus puestos. Sin embargo, en otras, este escenario era impensable hasta hace unos meses. ¿Y ahora qué?, se preguntan.

María Isabel Labrado Antolín, investigadora del Departamento de Organización de Empresas y Marketing de la Universidad Complutense de Madrid (UCM) y Directora de Personas y Gestión del Cambio en Fujitsu, señala que “la opción de teletrabajo es una vía de compensación del sobresfuerzo de los trabajadores que, bajo mi punto de

vista, es razonable considerar siempre que el negocio y los requerimientos del puesto de trabajo lo permitan”.

Sin embargo, “la brusquedad e intensidad que puede requerir adoptar una medida masiva de teletrabajo en la situación actual está lejos de ser la óptima para obtener los beneficios que brinda el teletrabajo, que son muchos. No es una cuestión de país, sino de sectores de actividad, de perfiles de puesto de trabajo y de grado de implantación”.

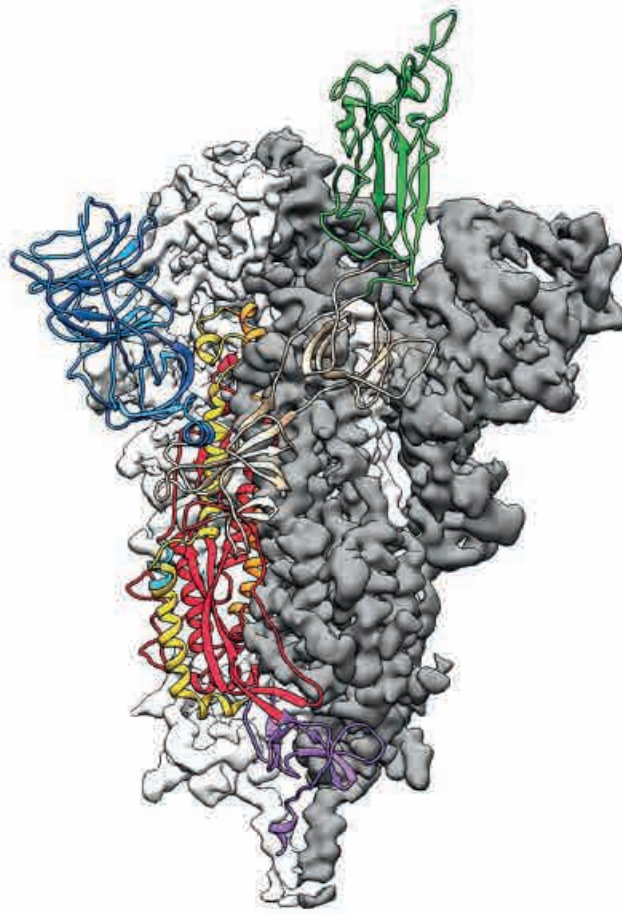
La adopción de prácticas de teletrabajo llega a menos de 4.5% en España (con una pequeña ventaja de las mujeres sobre los hombres). Estos niveles son cercanos a la media de la OCDE (que se mantenían en 5% en 2018), donde Holanda se sitúa a la cabeza con tasas de adopción del 13.7% (muy ligado a la temprana incursión en metodologías ágiles en la organización) y con países como Bulgaria, Chipre o Rumanía a la cola con menos del 0.5% de trabajadores en remoto.

“El COVID-19 está ocasionando que las empresas más avanzadas en

medidas de flexibilidad de sectores de consultoría, tecnología y algunos grandes bancos hayan podido tomar medidas de contingencia controladas en las últimas dos semanas y extrapolar las medidas para llegar a 80-90% de sus empleados. Pero esto es lo que, en jerga de gestión, denominaríamos la *best practice*”.

Ante un escenario basado en la incertidumbre y en la toma de decisiones sobre la marcha, nos planteamos qué consecuencias tendrá un periodo de trabajo a distancia que sabemos cuándo empieza, pero no cuándo acabará.

El teletrabajo reporta a los empleados beneficios como la autonomía, ahorro de tiempo, mayor concentración, productividad y equilibrio entre su vida personal y laboral. A la otra parte, al empleador, la adopción de modelos de trabajo en remoto supone ahorros en el coste de los edificios e instalaciones productivas a la vez que es una llamada de atracción de nuevos perfiles de talento humano que demandan estos estilos de trabajo.



Pero no todos estamos trabajando desde casa, hay quienes siguen acudiendo a su lugar de trabajo con todos los riesgos que esto conlleva; la buena noticia es que uno de estos grupos son investigadores de la Universidad de Texas, en Austin, y de los Institutos Nacionales estadounidenses de Salud (NIH), quienes han logrado un avance crítico hacia el desarrollo de una vacuna para el COVID-19 al crear el primer mapa 3D a escala atómica de la parte del virus que se enlaza a las células humanas y las infecta.

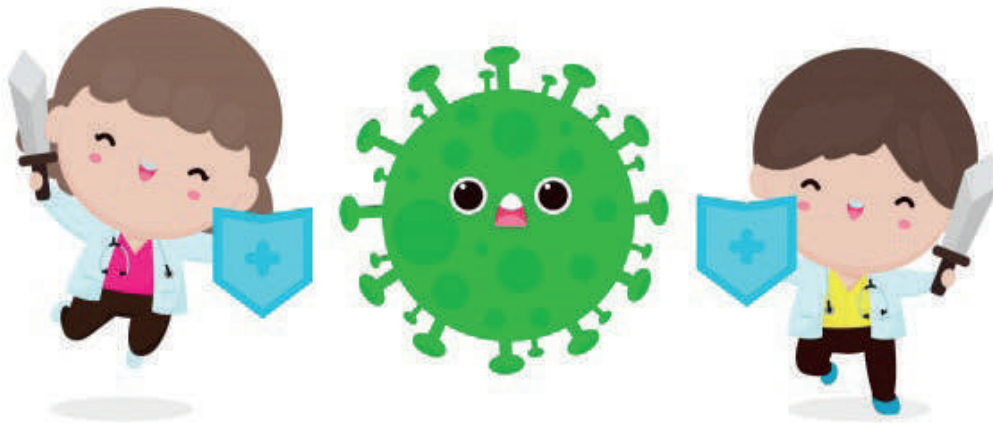
El mapeo de esta parte, llamada proteína *spike*, es un paso esencial

para que investigadores de todo el mundo puedan desarrollar vacunas y medicamentos antivirales para combatir el virus. Los autores del estudio también están trabajando en un candidato a vacuna viable derivado de los resultados obtenidos en esta investigación.

El equipo de Jason McLellan ha pasado muchos años estudiando otros coronavirus, incluidos el SARS-CoV y el MERS-CoV. Ya habían desarrollado métodos para bloquear las proteínas *spike* de coronavirus en una forma que las hiciera más fáciles de analizar y permitiera preparar posibles vacunas. Esta experiencia les

dio una ventaja sobre otros equipos de investigación que estudian el nuevo virus.

Sólo dos semanas después de recibir de investigadores de China la secuencia genómica del virus, el equipo ya había diseñado y producido muestras de su proteína *spike* estabilizada. Se necesitaron unos 12 días más para reconstruir el mapa 3D de la proteína a escala atómica, mostrando detalladamente la estructura molecular, y redactar un informe técnico sobre ello. Los pasos involucrados en este proceso generalmente tomarían meses en realizarse.



Wow, eso es muy interesante e importante en el avance hacia la victoria. ¿Te imaginas una vacuna con la cual podamos estar más tranquilos? Genial, ¿no crees? Pero es no es todo lo que se ha descubierto mientras estamos en cuarentena. La Organización Mundial de la Salud informó que nuevos datos compartidos por China les han permitido comprender mejor el rango de edad de las personas afectadas, la gravedad de la enfermedad y la tasa de mortalidad.

Según Tedros Adhanom Ghebreyesus, la información parece mostrar una disminución de los casos nuevos. “Esta tendencia debe interpretarse con mucha cautela ya que puede cambiar a medida que nuevas poblaciones se ven afectadas. Es demasiado pronto para saber si esta disminución informada continuará. Cada escenario todavía está sobre la mesa”, aclaró.

Tedros añadió que, hasta ahora, el COVID-19 no es tan mortal como otros coronavirus antes registrados, entre ellos el SARS y el MERS, ya que más de 80% de los afectados presentan síntomas leves y se recuperan.

“En aproximadamente 14% de los pacientes, el virus causa una enfermedad grave, que incluye neumonía y dificultad para respirar. Y alrededor de 5% tiene una enfermedad crítica que incluye insuficiencia respiratoria, *shock* séptico e insuficiencia multiorgánica”, dijo.

Además, sólo en 2% de los reportes, el virus es fatal, y el riesgo de muerte aumenta a medida que se envejece.

“Vemos relativamente pocos casos entre los niños. Se necesita más investigación para entender por qué.

Estos nuevos datos abordan algunos de los vacíos en nuestro entendimiento, pero otros permanecen”, agregó, alentando a otros países a que compartan sus datos de contagio públicamente.

“El equipo internacional de expertos ahora en el terreno en China está trabajando con sus contrapartes chinas para comprender mejor esas brechas y mejorar nuestra comprensión del brote”, dijo Tedros.

La OMS continúa trabajando día y noche en varios frentes para preparar a los países enviando *kits* de prueba a laboratorios de todo el mundo, así como protegiendo a los trabajadores de la salud con equipos de protección personal y trabajando con los fabricantes para garantizar el suministro.



Y ya que hablamos de trabajar y estudiar desde casa. Quiero preguntarte ¿cómo recordarás estos días de confinamiento por la crisis del coronavirus dentro de unos años? Ahh, verdad, tal vez no lo habías pensado. Científicas de la Universidad de Granada (España) señalan que en estos momentos estamos construyendo las denominadas “memorias de destello”, un tipo especial de recuerdos que suelen tener un carácter afectivo intenso y que se recuerdan con una gran nitidez.

Alejandra Marful, Daniela Paolieri y Teresa Bajo, investigadoras del Centro de Investigación Mente, Cerebro y Comportamiento de la UGR y expertas en aprendizaje y memoria, recuerdan que las memorias de destello se construyen alrededor de acontecimientos únicos, sorprendentes y personalmente relevantes, como los que ahora vivimos, “de forma que en el futuro tendremos memorias muy vívidas de ellos y podremos dar muchos detalles que en principio podrían parecer irrelevantes”.

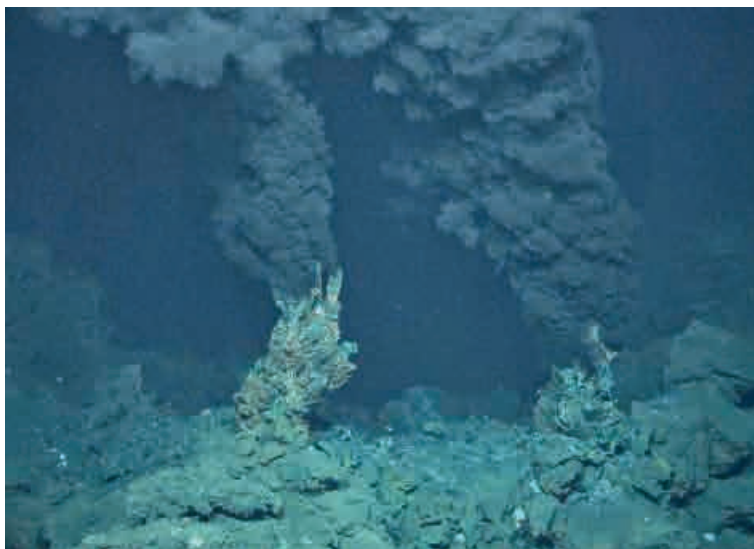
¿Dónde estábamos cuando nos enteramos del estado de alarma? ¿Con quién estábamos? ¿Qué ropa llevábamos puesta? “Aunque no son los únicos recuerdos que perdurarán en nuestra memoria, lo que ahora vivimos lo recordaremos de forma persistente durante mucho tiempo”.

Pero, ¿cómo registra nuestro cerebro estos acontecimientos? La evidencia científica muestra que las situaciones nuevas producen un aumento de la dopamina (un neurotransmisor) en el hipocampo del cerebro, y si estas situaciones además están asociadas a estrés social también hay un cambio en las conexiones entre el hipocampo y otras zonas del cerebro como la amígdala, el tálamo o la ínsula.

“El hipocampo es la zona del cerebro que interviene en fijar nuestros recuerdos, y este aumento en dopamina o en la fuerza de las conexiones con otras áreas, hace nuestros recuerdos más persistentes y emocionales”, explican las investigadoras de la UGR. Por esta razón, estas me-

morias de eventos únicos asociadas a estrés suelen tener alto contenido emocional, especialmente cuando los acontecimientos afectan nuestra vida personal y la de las personas que nos rodean.

Afortunadamente, nuestro cerebro es adaptativo y con el tiempo nuestro recuerdo se volverá más positivo. La investigación muestra que las personas mayores tienden a recordar eventos pasados de forma más positiva e incluir más detalles positivos que negativos. “De esta manera, a medida que pase el tiempo, el recuerdo de este periodo dará más importancia a momentos positivos: risas, mensajes, anécdotas en los balcones de nuestra casa, etc. Aunque no conocemos exactamente el mecanismo por el que esto sucede, hay evidencia que muestra que, al menos en parte, se produce porque los recuerdos positivos contribuyen a nuestro bienestar; de manera que los compartimos con más frecuencia con otras personas y esto tiene consecuencias a nivel cerebral”, indican las investigadoras.



Y si estando en casa, tal vez un poco aburrido y tenso, llegas a pensar que no podremos salir adelante, pueees no lo hagas más, porque la ayuda está viniendo de donde menos lo imaginas. ¡No lo puedo creer!, exclamé cuando lo supe. ¿De qué se trata? Pues de que estamos recibiendo socorro del fondo del mar. ¿Bob Esponja, eres tú? Pues nooo, se trata de un test que se está utilizando para diagnosticar la infección por el nuevo coronavirus, el cual se desarrolló a partir de una enzima aislada de un microbio que se encuentra en fuentes termales de agua dulce, así como en fumarolas hidrotermales.

Las fumarolas hidrotermales son como fuentes termales submarinas que expulsan al mar chorros de agua caliente desde el subsuelo marino. Esta agua suele ser rica en metales disueltos y otras sustancias químicas capaces de sustentar formas de vida un tanto exóticas, gracias al aprovechamiento que éstas hacen de un tipo de proceso llamado quimiosíntesis. Esta agua caliente, al ser más ligera que el agua de mar circundante, se eleva como un géiser, diseminando las sustancias químicas en su entorno.

Los avances biomédicos a veces tienen su origen en los lugares más improbables. Un ejemplo es el de las fumarolas hidrotermales. Bajo una presión y acidez extremas, en un ambiente a veces desprovisto de oxígeno, los microbios no sólo sobreviven allí, sino que prosperan. Esta increíble adaptación al entorno ofrece pistas de cómo evolucionó la vida hace algunos miles de millones de años y de cómo los humanos modernos podemos luchar contra las enfermedades infecciosas.

El camino para desarrollar ese test comenzó en 1969 cuando unos científicos descubrieron una bacteria (*Thermus aquaticus*) que vive a temperaturas muy altas en una fuente termal en el Parque Nacional de Yellowstone. Dos décadas más tarde, el biólogo Carl Wirsén del WHOI y sus colegas descubrieron nuevas cepas bacterianas en una fumarola hidrotermal frente a la costa de Italia que pueden resistir condiciones más extremas todavía (incluyendo mucho calor, presión muy alta y falta de oxígeno).

A mediados de la década de 1980, estos microbios hicieron posible un

gran avance en el campo de la genética. Unos científicos descubrieron que sus enzimas permanecían estables, incluso a las temperaturas necesarias para realizar un procedimiento entonces revolucionario, el conocido como reacción en cadena de la polimerasa (PCR). Con las enzimas obtenidas de los microbios, fue posible hacer millones de copias de una sola secuencia de ADN en sólo unas pocas horas, mejorando las herramientas de los genetistas. Una técnica que utiliza estas enzimas, denominadas polimerasas de ADN, así como enzimas aisladas de virus, permite ahora realizar rápidamente análisis para detectar diversos virus, incluyendo el coronavirus culpable de la enfermedad conocida como SARS y ahora también el coronavirus SARS-CoV-2, culpable de la enfermedad pandémica COVID-19.

La pandemia del coronavirus SARS-CoV-2 pone de relieve la importancia de financiar la exploración submarina, una actividad que puede otorgarnos conocimientos decisivos con los cuales desarrollar nuevas terapias o técnicas de diagnóstico.



Si bien es muy necesario inyectar recursos en ese tipo de investigaciones, también lo es hacerlo en el impulso de nuevas tecnologías, sobre todo si éstas son útiles para salir pronto del momento que estamos pasando, como lo ha hecho el Instituto de Salud Carlos III (España), dependiente del Ministerio de Ciencia e Innovación, que ha acordado financiar, con cargo a la Convocatoria Extraordinaria de Proyectos de Investigación sobre el SARS-CoV-2 y la enfermedad COVID-19, la propuesta presentada por un grupo de investigadores pertenecientes a diferentes instituciones radicadas en Andalucía para el diseño de un prototipo capaz de detectar el virus SARS-CoV-2 depositado sobre superficies de distintos materiales mediante el uso de tecnologías ópticas ya existentes combinadas con inteligencia artificial (IA). Este avance supondría una gran contribución a los esfuerzos por contener la pandemia y evitar nuevos contagios, ya que permitiría detectar con precisión las superficies contaminadas por el coronavirus.

El objetivo del nuevo proyecto, dado que en la actualidad no existen métodos de detección y visualización de la presencia del virus en superficies, es desarrollar un prototipo portátil que combinaría sistemas de lectura de imágenes multiespectrales, tanto en el rango óptico (de ultravioleta a infrarrojo térmico) como en el rango de tera-

hercios, métodos de análisis mediante óptica computacional e inteligencia artificial.

Esto permitiría el análisis rápido y sin contacto de las zonas contaminadas por medio de la generación de mapas de distribución espacial de estas imágenes en el campo de visión captado por el dispositivo. Ello supondría un gran avance en cuanto a disponer de métodos que ayuden a la limpieza y descontaminación de dispositivos médicos e instalaciones y a la reducción del contagio por contacto.

Esta investigación no contempla pruebas en pacientes ni interferirá en los procedimientos clínicos, de diagnóstico o tratamiento del COVID-19. La misma se centrará en la toma de imágenes de muestra tanto en zonas contaminadas por el virus como en zonas limpias, para que mediante el uso de algoritmos de inteligencia artificial se puedan extraer conclusiones que permitan avanzar en el desarrollo del prototipo.

Las mayores dificultades del proyecto, que entraña un gran desafío científico y tecnológico, radican tanto en la escasa información de que se dispone acerca del virus –en cuanto a sus características físicas, mecanismos de interacción con la luz y de depósito sobre superficies– como en su tamaño,

apenas 120 nanómetros (un nanómetro es la millonésima parte de un milímetro).

Para ello, se plantean explorar la totalidad del rango óptico, incluyendo las bandas ultravioleta, el espectro visible, el infrarrojo y hasta la banda de terahercios, algunas de las cuales ya se están utilizando con éxito para determinar propiedades ópticas y electromagnéticas de otros tipos de virus, incluso más pequeños que este SARS-CoV-2.

Aunque los investigadores parten de tecnología ya disponible, el problema al que se enfrentan, la visualización de zonas contaminadas no visibles para el ojo humano, es muy complejo y la combinación de técnicas ópticas y de procesamiento de imágenes resulta muy innovadora.

Según los científicos embarcados en este proyecto, en sólo tres meses podrían empezar a obtenerse los primeros resultados, si bien la investigación se plantea un horizonte de unos ocho meses. El grupo de investigadores publicará en abierto los resultados científicos que vaya obteniendo en el transcurso de la investigación, y también los diseños y dispositivos que se desarrollen para posibilitar su utilización y mejora por la comunidad internacional.



Esperamos muy pronto noticias del avance de este dispositivo que sin duda nos pondrá un paso adelante en la lucha contra este virus que mantiene en casa a un gran número de la población mundial. Sin embargo, a pesar de que son muchos los países que están sufriendo este mal, a la hora de pelear contra la expansión de la enfermedad no existe una estrategia común, sino que cada país ha optado por iniciativas diferentes. “No tenemos un criterio único para definir las medidas de protección y cuándo deben aplicarse”, explica Salvador Macip, profesor de los Estudios de Ciencias de la Salud de la UOC (Catalunya, España). Según el profesor Macip, “la OMS podría ser el organismo que dictará los protocolos relacionados con las estrategias de salud que es necesario seguir a escala planetaria, pero de momento estas decisiones se dejan a los Estados, que no actúan de forma coordinada”.

Así, hay países que han optado por un confinamiento riguroso

de la población, como China, que prohibió los desplazamientos en la ciudad de Wuhan, foco del contagio, y en toda la región de Hubei, habitada por cincuenta millones de personas. Otros países, como Italia y España, han adoptado medidas más progresivas de confinamiento de la población, y hay Estados como el Reino Unido, donde el gobierno inicialmente rehusó confinar a la población, pero recientemente ya han adoptado medidas como el cierre de escuelas.

Esta diferencia de criterios dificulta mucho la contención del virus, ya que tenemos un sistema económico y social muy globalizado y la movilidad de personas entre países es altísima.

En la situación actual, mientras se trabaja en la obtención de una vacuna y de antivirales que puedan ser efectivos, la única vía de protección posible es la concientización de la población para limitar las vías

de contagio, según afirma el artículo en el blog de los Estudios de Ciencias de la Salud de Salvador Macip y la epidemióloga Cristina O'Callaghan-Gordo, también profesora de los Estudios de Ciencias de la Salud de la UOC.

Pero hay dos aspectos más que son también cruciales: analizar las causas de esta crisis y tomar medidas para que no vuelva a producirse.

El análisis del genoma de este coronavirus hace pensar a la comunidad científica que el virus procede de los murciélagos y que se ha transmitido a los humanos en un mercado de animales de la ciudad de Wuhan, según un artículo publicado en *The Lancet*, el cual explica que virus de procedencia animal han sido responsables de otras epidemias recientes, como la del SARS, el MERS o el ébola. En este sentido, la profesora O'Callaghan-Gordo cree que “la disrupción de los ecosistemas y los cambios de producción de alimentos



que facilitan el contacto entre fauna salvaje y humanos en zonas altamente pobladas favorecen la aparición de nuevas enfermedades infecciosas que se propagan con rapidez en un mundo globalizado”.

De este modo, la crisis sanitaria actual “pone de manifiesto la urgencia de impulsar el estudio de la salud planetaria, que analiza cómo la disrupción y la sobreexplotación de los ecosistemas pueden conllevar problemas para nuestra salud, y busca soluciones basadas en la interacción de los sistemas naturales, sociales y económicos”, explica Ramon Gomis, director de los Estudios de Ciencias de la Salud de la UOC.

Gomis considera que necesitamos tomar conciencia de “que nuestras conductas tienen un impacto que puede afectar a la salud de personas que viven en zonas muy alejadas del planeta”.

Cristina O’Callaghan-Gordo indica que es necesario “impulsar la investigación y que se formen en salud planetaria no sólo los médicos, sino también los profesionales de otros ámbitos como las ciencias naturales, la política, la economía o la tecnología, ya que los retos actuales requieren soluciones interdisciplinarias y urgentes”.

El artículo publicado en *The Lancet* y el profesor Macip coinciden en que no se ha aprendido lo suficiente de las epidemias anteriores. “Hemos desaprovechado la oportunidad de prepararnos para la próxima pandemia, que, tal y como temíamos, ha tenido un mayor impacto que las anteriores”, afirma Macip.

“Es importante que esta vez no caigamos en el mismo error. Debemos formar a profesionales capaces de analizar los factores que favorecen el origen de nuevos virus y que sean capaces de diseñar planes de contin-

gencia contra estas epidemias”, explica Macip.

A pesar de la gravedad de esta crisis, “no es la peor pandemia que podemos imaginar, no es impensable que aparezcan virus más agresivos o infecciosos que el SARS-CoV-2, así que quizá la próxima vez tengamos que actuar más rápidamente para evitar tener muchas víctimas”, explica Macip.

La receta para evitarlo, según el experto, es “aprovechar para preparar a un conjunto de profesionales de diversos ámbitos que tengan claro cómo actuar durante la próxima epidemia, y que estudien lo que se ha hecho bien y mal en las pandemias víricas anteriores”.



# CREALTII

## Diplomado de Emprendimiento Científico en la UANL

Existe una clara necesidad de movilizar el conocimiento que se genera en las universidades a nivel global y la UANL, al ser una universidad reconocida a nivel nacional como una institución consolidada en la enseñanza y en la investigación, y por generar conocimiento derivado de dichas actividades, precisa capitalizar estas fortalezas y convertirlas en aplicaciones prácticas para la sociedad que permitan obtener un desarrollo económico y social y que a su vez puedan generar retorno para la generación de más ciencia y tecnología derivadas de investigación.

Consolidar esquemas para la transferencia de conocimientos que permitan comercializar las investigaciones realizadas al interior de las universidades es crucial. Capitalizar el conocimiento a través del emprendimiento de alto impacto ha sido una de las estrategias que mundialmente las universidades han desarrollado, y que tienen como fin último generar un impacto en la sociedad; sin embargo, una de las principales barreras que encuentran los investigadores para poder emprender es la falta de habilidades de negocio.

Para mitigar esta problemática y empoderar a los investigadores para que logren visualizar las oportunidades que sus desarrollos pueden tener en un mundo comercial, la UANL desarrolla el programa CREALTII (Creación de empresas de alto impacto por Investigadores).

CREALTII es un mecanismo de impulso para el desarrollo de *spin-offs* impulsado por la UANL, el cual tiene como propósito brindar a los investigadores herramientas y habilidades que les permitan desplegar el conocimiento desarrollado en un modelo comercial rentable y escalable.

Cuenta con dos etapas: una de formación y otra de acompañamiento.

Durante la etapa de formación, los investigadores desarrollan habilidades de emprendimiento a través de cinco módulos con experiencias significativas de aprendizaje que incluyen temas que van desde el entendimiento del cliente, hasta la validación de su propuesta de valor y la creación de empresas.

Durante la etapa de acompañamiento, los investigadores llevan sesiones de mentoría durante su proceso de validación y creación de la empresa, acompañados de mentores académicos y empresarios.

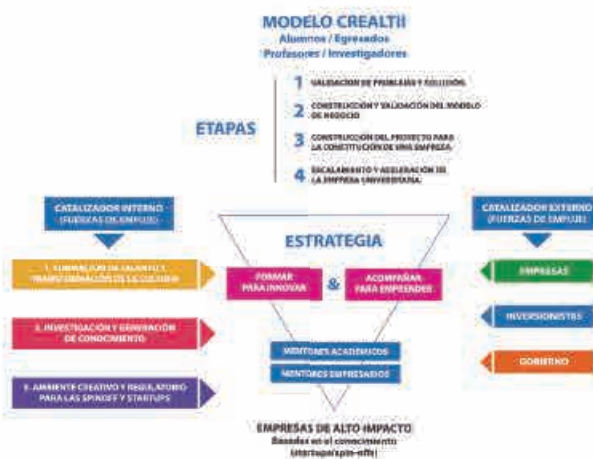
CREALTII es un proyecto que, aunque en primera instancia es localizado y enfocado al contexto de la UANL, tiene el potencial para colocarse como referente en todo el país y se espera que pueda escalar para llevar el conocimiento a más investigadores que tengan la inquietud de emprender con sus investigaciones,

para de esta manera trasladar a México del laboratorio a la economía del conocimiento.

Esta iniciativa nace en 2017 y hasta la fecha se han atendido a más de 100 investigadores (33 en 2017, 31 en 2018 y 47 en 2019), colaborando con 15 mentores académicos universitarios y cinco investigadores emprendedores del país.

A través del FORO CREALTII se logra reunir seis Premios Nacionales de Ciencias, para que con su experiencia inspiren a los investigadores a continuar con el desarrollo de sus emprendimientos, que además aportan al programa, mediante un rol de asesores y mentores, su experiencia y conocimiento para su mejor ejecución.

Para su implementación, hemos diseñado un modelo para la creación de empresas de alto impacto por investigadores:



En este sentido, en nuestro rol de universidad de enseñanza, se vuelve muy importante el desarrollo de una cultura de emprendimiento y de innovación que logre capitalizar el conocimiento generado a través de *startups* basadas en principios científicos y tecnológicos ya que al encontrar un modelo de negocios con alto potencial de escalamiento podría ser la opción más viable para la generación de riqueza y bienestar social.

Por lo anterior, hoy más que nunca, la UANL, con el liderazgo de nuestro rector Rogelio Garza Rivera, reorienta los esfuerzos institucionales para contribuir en el bienestar social de nuestro México y el mundo buscando llevar el conocimiento del laboratorio a la economía del conocimiento.



# UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

Secretaría de Investigación Científica y Desarrollo Tecnológico  
Dirección de Investigación

Se consolida cada vez más el Sistema de Investigación Científica y Desarrollo Tecnológico de la UANL

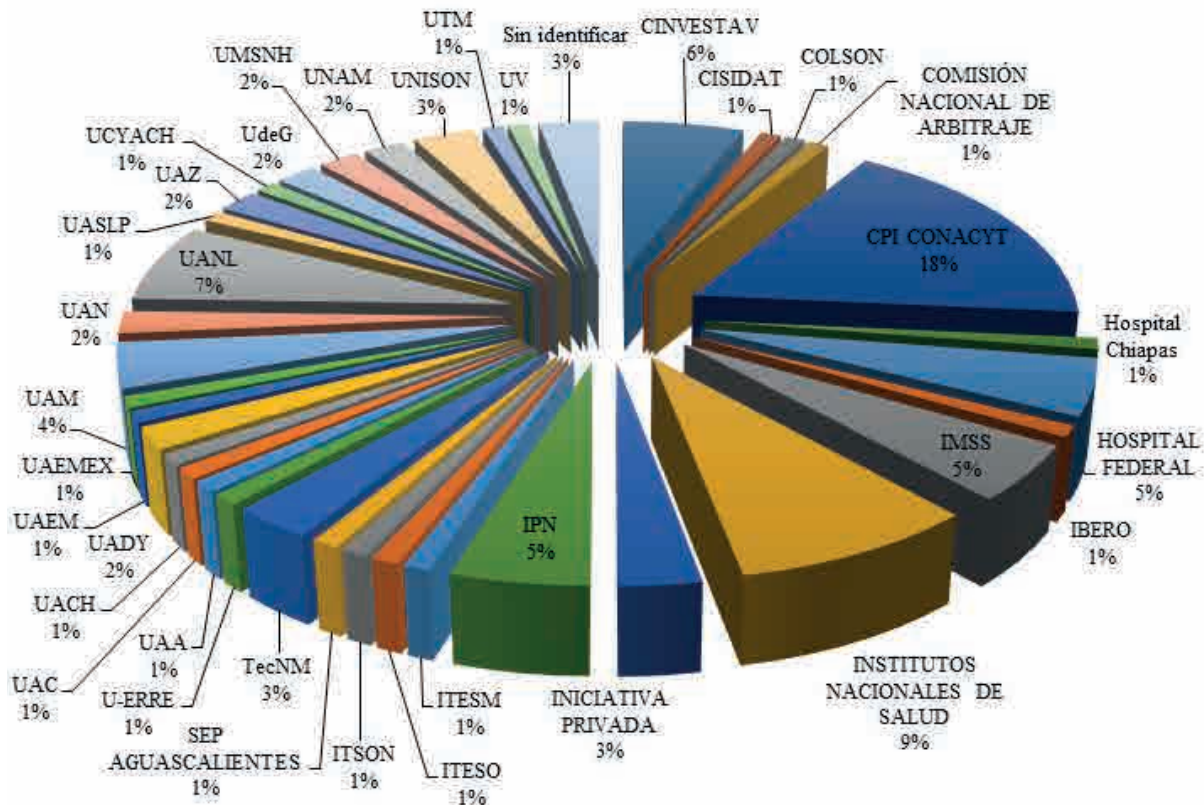
La participación de los investigadores de la UANL en convocatorias del Conacyt para atender la pandemia derivada del COVID-19 ha tenido un gran impacto, pues ha contado con un importante número de propuestas de investigación apoyadas a nivel nacional.

Institución	No. de Proyectos
Centros Públicos de Investigación CONACYT	18
Institutos Nacionales de Salud	9
UANL	7
CINVESTAV	6
IPN	5
UNAM	4
UAM	4

**UANL**

7 proyectos aceptado  
(6.9% de los proyectos del país)

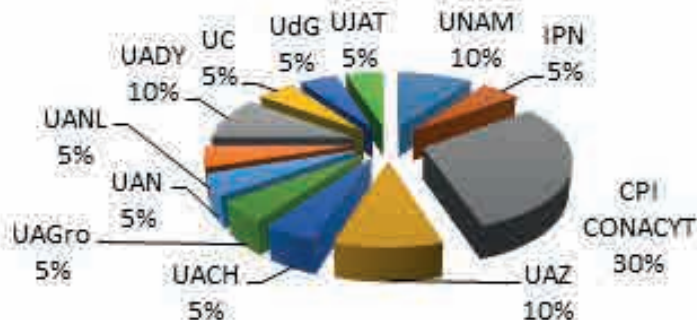
**Convocatoria 2020-2 apoyo para proyectos de investigación científica, desarrollo tecnológico e innovación en salud ante la contingencia por COVID-19**



## Convocatoria 2020-1 Apoyo para proyectos de investigación científica, desarrollo tecnológico e innovación en salud ante la contingencia por COVID-19

Investigador	Proyecto	Dependencia
Dr. Carlos Muñiz Muriel	Análisis de la cobertura mediática de la pandemia de COVID-19 en México y de su impacto en el desarrollo de actitudes y comportamientos entre la ciudadanía.	Facultad de Ciencias Políticas y Relaciones Internacionales
Melissa Marlene Rodríguez Delgado	Diseño de un sistema automatizado e integral para la detección, trazabilidad y rápida notificación de potenciales pacientes infectados por COVID-19 con alcance a comunidades vulnerables.	Facultad de Ciencias Químicas
Dra. Natalia Martínez Acuña	Estimación de la seroprevalencia de anticuerpos IgM/IgG contra SARS-CoV-2 en sujetos asintomáticos de Nuevo León y su impacto en la dinámica de la transmisión	Facultad de Medicina
Dr. Kame A. Galán Huerta	Epidemiología genómica del SARS-CoV-2 en México: identificación de linajes virales circulantes, asociación con presentación clínica, patrones filogenéticos y trazabilidad de las vías de introducción.	Facultad de Medicina
Dra. Sonia A. Lozano Sepúlveda	Utilidad de la evaluación de la respuesta génica antiviral y los perfiles de replicación viral (dinámica viral) como factores pronósticos de severidad en pacientes con COVID-19	Facultad de Medicina
Dr. Roberto Montes de Oca Luna	Generación de un Sistema de Transcomplementación del SARS-CoV-2 para estudios farmacológicos antivirales	Facultad de Medicina
Dra. María Elena Ramos Tovar	Factores de riesgo asociados a los niveles de depresión y ansiedad en estudiantes universitarios debido al confinamiento por COVID19	Facultad de Trabajo Social y Desarrollo Humano

### Programa de apoyo para el fortalecimiento de capacidades de diagnóstico de COVID-19



Institución	No. de Proyectos
UNAM	2
UAZ	2
UADY	2
UANL	1
UAM	1

20 proyectos aprobados  
11 universidades lograron colocar proyectos

**UANL**  
1 proyecto aceptado  
(5% de los proyectos del país)

### Convocatoria 2020-2 Programa de apoyos para el fortalecimiento de capacidades para el diagnóstico de COVID-19

314286	Dra. Elvira Garza González	Fortalecimiento de la capacidad institucional para el diagnóstico estandarizado y de calidad de COVID-19	Facultad de Medicina	Único Corte	1 de 20 a nivel nacional	La UANL obtuvo el 5% de todo el país
--------	----------------------------	--	----------------------	-------------	--------------------------	--------------------------------------



# COLABORADORES

## **Ana María Rivas**

Jefa del Departamento de Bioquímica de la FM-UANL. Profesora en la Licenciatura de Medicina y QCB, en la Maestría en Ciencias y el Doctorado en Ciencias, con orientación terminal en Biología Molecular, e Ingeniería Genética.

## **Celia Nohemí Sánchez Domínguez**

Química clínica bióloga y maestra en Ciencias, con especialidad en Biología Molecular e Ingeniería Genética, por la UANL. Doctora en Ciencias, con especialidad en Biomedicina y Biotecnología Molecular, por el IPN. Profesora titular B, Departamento de Bioquímica y Medicina Molecular, FM-UANL. Cuenta con perfil Prodep. Sus líneas de investigación son los estudios moleculares en vitiligo, fibrosis quística, cáncer de mama y próstata, y nanosistemas biomédicos. Miembro del SNI, nivel I.

## **Demetrio Fabián García Nocetti**

Licenciado en Ingeniería por la UNAM. Maestro y doctor por la Universidad de Wales, U.K. Es investigador titular del IIMAS-UNAM. Coordinador del Consejo Académico del Área de las Ciencias Físico Matemáticas y de las Ingenierías de la UNAM. Sus líneas de investigación incluyen cómputo de alto rendimiento, procesamiento de señales, imágenes y control. Miembro del SNI.

## **Elena Larraga**

Maestra en Ciencias de la Computación y doctora en Ingeniería (sistemas, transporte) por la UNAM. Investigadora titular A del II-UNAM. Sus líneas de investigación refieren a la modelación matemática y computacional de sistemas complejos dinámicos discretos, como la modelación microscópica de tráfico vehicular, propagación espacio-temporal de enfermedades infecciosas y de sistemas relacionados (propagación malware a través de Bluetooth y SMS). Miembro del SNI, nivel I.

## **Héctor Benítez Pérez**

Egresado de Ingeniería Mecánica Eléctrica de la FI-UNAM. Doctor por la Universidad de Sheffield. Investigador Titular B de tiempo completo en el IIMAS-UNAM. Miembro del SNI, nivel II, PRIDE D, de la AMC y de la Academia de Ingeniería.

## **Hugo Leonid Gallardo Blanco**

Biólogo, maestro en Ciencias, con especialidad en Biología Molecular e Ingeniería Genética, y doctor en Ciencias, con especialidad en Biotecnología Molecular, por la UANL. Profesor asociado A en el Departamento de Genética, FM-UANL. Cuenta con perfil Prodep. Sus líneas de investigación son los estudios de asociación en diabetes, cáncer de mama y próstata, estudios genómicos y desarrollo de nanosistemas aplicados a la biomedicina y biología molecular. Miembro del SNI, nivel I.

## **Javier Ramos Jiménez**

Egresado de la FM-UANL. Especialidad en Medicina Interna en el Hospital Universitario y en Enfermedades Infecciosas. Posdoctorado en Microbiología por el Baylor College of Medicine, Houston, Texas, USA. Maestro en Ciencias, con especialidad en Microbiología Médica, y doctor en Medicina. Profesor de Infectología en la FM y HU-UANL. Jefe del Servicio de Infectología-HU-UANL. Categoría de Fellow en la Infectious Disease Society of America. Miembro del SNI.

## **Jesús M. Siqueiros García**

Doctor en Filosofía de la Biología. Investigador de la Unidad Mérida y del Departamento de Modelación Matemática de Sistemas Sociales del IIMAS-UNAM. Sus líneas de investigación se centran en sistemas complejos aplicados a redes sociales, sistemas socioecológicos y cognición social.

### **Joana Cecilia Chapa Cantú**

Licenciada en Economía por la UANL. Doctora en Economía, con especialidad en Teoría Económica y Aplicaciones, por la Universitat de Barcelona. Sus principales áreas de interés son modelos multisectoriales, crecimiento económico y finanzas públicas. Profesora de tiempo completo de la FaEco-UANL. Directora del Centro de Investigaciones Económicas. Miembro del SNI, nivel II.

### **Jorge X. Velasco Hernández**

Investigador titular C del Instituto de Matemáticas Unidad Juriquilla-UNAM. Fellow Society for Industrial and Applied Mathematics. International Fellow Santa Fe Institute. Miembro del SNI, nivel III, y de la AMC.

### **Juan Manuel Alcocer González**

Químico bacteriólogo parasitólogo, maestro en Inmunología y doctor en Ciencias, con especialidad en Microbiología, por la UANL. Realizó estancias de investigación en el Centro de Investigación y de Estudios Avanzados del IPN y en el Instituto Nacional de Salud Pública. Actualmente es secretario de Investigación Científica y Desarrollo Tecnológico de la UANL. Sus áreas de interés son la genómica funcional de las bacterias lácticas, modificación genética de las bacterias prebióticas para la producción de vacunas y otras proteínas de interés terapéutico en las mucosas del sistema gastrointestinal, así como el análisis de los mecanismos de alteración celular y molecular en cáncer de mama y cervicouterino. Pertenecer a dos sociedades científicas. Miembro fundador de la Asociación Mexicana de Biología Molecular en Medicina. Miembro del SNI, nivel I.

### **Luis Enrique Gómez Vanegas**

Licenciado en Letras Hispánicas por la UANL. Diplomado en periodismo científico por la FCC-UANL. Autor del libro *Soledades*. Corrector y gestor editorial de la revista *Ciencia UANL* y corrector de *Entorno Universitario*, de la Preparatoria 16-UANL.

### **Manuel Suárez Lastra**

Licenciado en Ciencias Políticas y Administración Pública por la UNAM. Maestro en Planeación Urbana por la Universidad de California-Berkeley. Doctor en Geografía por la UNAM. Director e investigador titular en el IG-UNAM. Docente en el Posgrado de Geografía de la UNAM. Sus líneas de investigación son la estructura urbana y el transporte. Miembro del SNI, nivel II, y PRIDE D.

### **María Josefa Santos Corral**

Doctora en Antropología Social. Su área de especialidad se relaciona con los problemas sociales de transferencia de conocimientos, dentro de las líneas de tecnología y cultura y estudios sociales de la innovación. Imparte las asignaturas de ciencia y tecnología para las RI en la Licenciatura de Relaciones Internacionales y Desarrollo Científico Tecnológico y su Impacto Social en la Maestría de Comunicación.

### **Mayra Alejandra Castañeda Cataña**

Ingeniera en Biotecnología por la Universidad de las Fuerzas Armadas-ESPE, Sangolquí-Ecuador. Master en Biotecnología, mención Biología Molecular por la Universidad de Granada, España. Ph.D (C) Química Biológica por la UBA, Argentina. Sus líneas de investigación son las estrategias antivirales y nanoherramientas. Trabaja en el Laboratorio de Estrategias Antivirales, Departamento de Química Biológica de la Facultad de Ciencias Exactas y Naturales-UBA.

### **Pedro César Cantú-Martínez**

Doctor en Ciencias Biológicas. Trabaja en la FCB-UANL y participa en el IINSO-UANL. Su área de interés profesional se refiere a aspectos sobre la calidad de vida e indicadores de sustentabilidad ambiental. Fundador de la revista *Salud Pública y Nutrición (RESPyN)*. Miembro del Comité Editorial de Artemisa del Centro de Información para Decisiones en Salud Pública de México.

### **Velvet Romero**

Doctora en Ciencia Social, con especialidad en Sociología, por El Colegio de México. Maestra en Estudios de Género y Cultura, mención Ciencias Sociales, por la Universidad de Chile. Es profesora-investigadora del CESMECA-UNICACH. Sus líneas de investigación son género, violencia de género, sexualidad, cuerpo, emociones, masculinidades, prisión, castigo y procesos de criminalización.

### **William Lee Alardín**

Físico por la FC-UNAM. Maestro y doctor en Física por la Universidad de Wisconsin-Madison. Investigador en el IA-UNAM. Su investigación se centra en el estudio de fenómenos de altas energías, objetos compactos y el desarrollo de infraestructura astronómica. Profesor regular en el Posgrado en Astrofísica y coordinador de la Investigación Científica, ambos de la UNAM.

# Lineamientos de colaboración

## *Ciencia UANL*

La revista *Ciencia UANL* tiene como propósito difundir y divulgar la producción científica, tecnológica y de conocimiento en los ámbitos académico, científico, tecnológico, social y empresarial. En sus páginas se presentan avances de investigación científica, desarrollo tecnológico y artículos de divulgación en cualquiera de las siguientes áreas: ciencias exactas, ciencias de la salud, ciencias agropecuarias, ciencias naturales, humanidades, ciencias sociales, ingeniería y tecnología y ciencias de la tierra. Asimismo, se incluyen artículos de difusión sobre temas diversos que van de las ciencias naturales y exactas a las ciencias sociales y las humanidades. Las colaboraciones deberán estar escritas en un lenguaje claro, didáctico y accesible, correspondiente al público objetivo; no se aceptarán trabajos que no cumplan con los criterios y lineamientos indicados, según sea el caso se deben seguir los siguientes criterios editoriales.

### **Criterios editoriales (difusión)**

- Sólo se aceptan artículos originales, entendiendo por ello que el contenido sea producto del trabajo directo y que una versión similar no se haya publicado o enviado a otras revistas.
- Se aceptarán artículos con un máximo de cinco autores, en caso de excederse se analizará si corresponde con el esfuerzo detectado en la investigación.
- El artículo debe ofrecer una panorámica clara del campo temático.
- Debe considerarse la experiencia nacional y local, si la hubiera.
- No se aceptan reportes de mediciones. Los artículos deben contener la presentación de resultados de medición y su comparación, también deben presentar un análisis detallado de los mismos, un desarrollo metodológico original, una manipulación nueva de la materia o ser de gran impacto y novedad social.
- Sólo se aceptan modelos matemáticos si son validados experimentalmente por el autor.
- No se aceptarán trabajos basados en encuestas de opinión o entrevistas, a menos que aunadas a ellas se realicen mediciones y se efectúe un análisis de correlación para su validación.
- Para su consideración editorial, el autor deberá enviar el artículo vía electrónica en formato .doc de Word, así como el material gráfico (máximo cinco figuras, incluyendo tablas), fichas biográficas de cada autor de máximo 100 palabras y carta firmada por todos los autores (formato en página web) que certifique la originalidad del artículo y cedan derechos de autor a favor de la UANL.
- Los originales deberán tener una extensión máxima de cinco páginas (incluyendo figuras y tablas).
- Se incluirá un resumen en inglés y español, no mayor de 100 palabras, incluir cinco palabras clave.
- Las referencias se deberá utilizar el formato Harvard para citación.
- Material gráfico incluye figuras, imágenes y tablas, todas las imágenes deberán ser de al menos 300 DPI.

## Criterios editoriales (divulgación)

- Sólo se reciben para su publicación materiales originales e inéditos. Los autores, al enviar su trabajo, deberán manifestar que es original y que no ha sido postulado en otra publicación.
- Se aceptarán artículos con un máximo de tres autores.
- Los contenidos científicos y técnicos tienen que ser conceptualmente correctos y presentados de una manera original y creativa.
- Todos los trabajos deberán ser de carácter académico. Se debe buscar que tengan un interés que rebase los límites de una institución o programa particular.
- Tendrán siempre preferencia los artículos que versen sobre temas relacionados con el objetivo, cobertura temática o lectores a los que se dirige la revista.
- Para su mejor manejo y lectura, cada artículo debe incluir una introducción al tema, posteriormente desarrollarlo y finalmente plantear conclusiones. Se recomienda sugerir bibliografía breve, para dar al lector posibilidad de profundizar en el tema. El formato no maneja notas a pie de página.
- Las referencias no deben extenderse innecesariamente, por lo que sólo se incluirán las referencias citadas en el texto.
- Los artículos deberán tener una extensión máxima de cinco cuartillas y una mínima de tres, incluyendo tablas, figuras y bibliografía. En casos excepcionales, se podrá concertar con el editor responsable de *Ciencia UANL* una extensión superior, la cual será sometida a la aprobación del Consejo Editorial.
- Las figuras, dibujos, fotografías o imágenes digitales deberán ser de al menos 300 DPI.
- En el caso de una reseña para nuestra sección Al pie de la letra, la extensión máxima será de dos cuartillas, deberá incluir la ficha bibliográfica completa, una imagen de la portada del libro, por la naturaleza de la sección no se aceptan referencias.
- El artículo deberá contener claramente los siguientes datos en la primera cuartilla: título del trabajo, autor(es), institución y departamento de adscripción laboral (en el caso de estudiantes sin adscripción laboral, referir la institución donde realizan sus estudios), dirección de correo electrónico para contacto.

\*Nota importante: todas las colaboraciones, sin excepción, serán evaluadas. Todos los textos son sometidos a revisión y los editores no se obligan a publicarlos sólo por recibirlos. Una vez aprobados, los autores aceptan la corrección de textos y la revisión de estilo para mantener criterios de uniformidad de la revista.

Todos los artículos deberán remitirse a la dirección de correo:

revista.ciencia@uanl.mx

o bien a la siguiente dirección:

Revista *Ciencia UANL*. Dirección de Investigación, Av. Manuel L. Barragán, Col. Hogares  
Ferrocarileros, C.P. 64290, Monterrey, Nuevo León, México.

Para cualquier comentario o duda estamos a disposición de los interesados en:

Tel: (5281)8329-4236. <http://www.cienciauanl.uanl.mx/>



Indexada en: PERIÓDICA



Actualidad Iberoamericana  
Índice Internacional de Revistas

CONACYT  
ÍNDICE DE REVISTAS MEXICANAS  
DE DIVULGACIÓN CIENTÍFICA Y TECNOLÓGICA



latindex  
CATÁLOGO "BIBLIOTECA LATINOAMERICANA"