



COVID-19: LA CIENCIA Y SU IMPACTO EN LAS POLÍTICAS DE SALUD PÚBLICA

F. ALEJANDRO SÁNCHEZ FLORES

Miembro de la Academia de Ciencias de Morelos

Si en duda alguna, la ciencia y la salud son disciplinas que están relacionadas, ya que la primera genera conocimiento y tecnología que pueden ser aplicados para la segunda. Incluso, el resultado de su fusión, da como producto el área de las ciencias de la salud, que tiene varias disciplinas con el mismo objetivo de lograr una mejor calidad de vida, más larga, en buenas condiciones y sin discapacidades. Se dice que las ciencias de la salud son interdisciplinarias por el hecho de entrelazar o combinar varias ciencias para el estudio de un mismo caso clínico desconocido o para profundizar el estudio de una forma más especializada. Las investigaciones de esta ciencia están basadas en las ciencias naturales como la biología, la química y la física, aunque también en ciencias sociales, como la sociología médica, la psicología y otras. Ante una pandemia como la que vivimos de COVID-19, que fue ocasionada por un nuevo patógeno viral llamado SARS-CoV-2, la ciencia ha contribuido de múltiples maneras a la generación de soluciones y toma de decisiones para su control y erradicación. En esta entrega, revisaremos diferentes aportes de la ciencia que ha permitido a los gobiernos elaborar estrategias efectivas, las cuales incluyen medidas preventivas a partir del conocimiento científico y el desarrollo tecnológico.

LA GENÓMICA DEL SARS-COV-2 Y SU VIGILANCIA EPIDEMIOLÓGICA

El progreso realizado desde el inicio de la pandemia con el uso de la secuenciación del genoma del virus que produce la COVID-19, se puede consolidar y ampliar aún más con el correcto seguimiento. Como ya se ha mencionado en otras entregas, es posible realizar hoy en día la secuenciación de genoma de manera rápida y menos costosa utilizando tecnologías de secuenciación masiva (<http://www.acmor.org.mx/?q=contenido-cuando-la-ciencia-alcanza-la-ficci%C3%B3n-historias-del-adn>). Desgraciadamente, la pandemia aún está en curso y están surgiendo nuevas variantes virales como resultado de un proceso natural de mutación, el cual le permite al virus adaptarse a las diferentes condiciones a las que se enfrenta. Por un lado, la rápida dispersión del virus en una población *ingenua* desde el punto de vista inmunológico, le ha dado oportunidad al virus de mutar y seleccionar cambios o variantes en su secuencia genómica, que le confieren ventajas como un incremento en su transmisión o duplicación. Por otro lado, la continua movilidad y el alto número de personas asintomáticas o presintomáticas provocan contagios exponenciales que le permiten al virus encontrar rápidamente personas susceptibles o incluso, que pacientes ya recuperados de COVID-19 se vuelvan a infectar, debido a que el virus presenta variantes que pudieran conferirle la capacidad de evadir a la respuesta inmune de un individuo. Estas variantes solo se pueden monitorear si existe un esfuerzo constante para recolectar muestras de pacientes que han sido diagnosticados previamente como positivos a SARS-CoV-2. Se extrae la información genética del virus de dichos pacientes y haciendo un muestreo para una región o país a través del tiempo, se puede saber si algún tipo de variante empieza a predominar y si pudiera tener alguna relación con un incremento en el número de casos, severidad de la enfermedad o mortalidad. En el caso de México, a finales de febrero del presente año, se detectó que más del 80% de los casos analizados por el Instituto Nacional de Referencia Epidemiológica (InDRE) correspondían a virus con mutaciones que las distinguen de la variante que predominaba en el país desde el inicio de la pandemia. Existe una nomenclatura particular para distinguir a estas variantes y cómo se separan en diferentes *linajes* en el mundo. Los linajes son agrupaciones de genomas virales de SARS-CoV-2 que son muy similares en su secuencia, de tal manera que nos permiten ver la historia y evolución del virus (Figura 1). El linaje predominante en México en estos momentos, corresponde a un linaje con el código B.1.1.519 (https://cov-lineages.org/lineages/lineage_B.1.1.519.html), el cual proviene a su vez de otro que tiene el nombre de B.1.1.222 (https://cov-lineages.org/lineages/lineage_B.1.1.222.html) y ambos se han observado en una gran frecuencia principalmente tanto en México como en Estados Unidos de América. El linaje B.1.1.519 posee una mutación en la proteína Spike, que es la llave que utiliza el virus para infectar a las células, y que corresponde a un cambio de aminoácidos en las posiciones 478 (Treonina por Lisina, T478K) y 681 (Fenilalanina por Histidina, P681H) de dicha proteína. En particular, la última mutación se ha asociado a un incremento en la capacidad de transmisión del virus, pero la combinación de ambas y otras mutaciones, es lo que separa a este virus en un linaje aparte. Sin embargo, es necesario realizar experimentos para determinar el efecto de estas mutaciones. Por lo tanto, es importante seguir vigilando al virus desde un punto de vista genómico, para llevar un seguimiento de la distribución y frecuencia del virus, así como la posible aparición de nuevas mutaciones que pudieran tener alguna implicación a nivel salud. Así lo han hecho otros países como el Reino Unido o Sudáfrica, donde se observaron las variantes B.1.1.7 y B.1.351, correspondientemente.

Con el conocimiento generado por la vigilancia genómica, el InDRE, la Secretaría de Salud y el gobierno federal pueden tomar decisiones informadas para el manejo de la pandemia y considerarlo para otro tipo de acciones

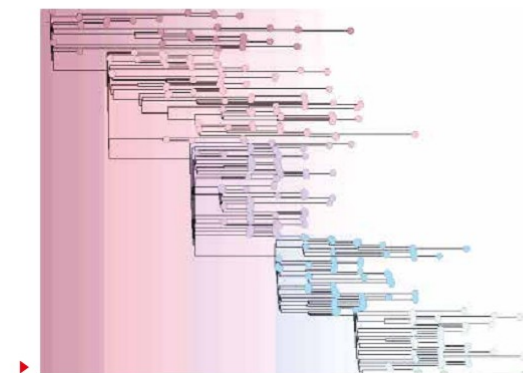


FIGURA 1. ÁRBOL filogenético de los diferentes linajes de SARS-CoV-2. Cada punto de colores representa un tipo de linaje. Las líneas y su longitud representan las agrupaciones con respecto al tiempo (izquierda a derecha). Se puede observar como en la parte superior izquierda están los primeros casos que surgieron en China (linaje A) y como ha ido evolucionando con el tiempo (linajes B, B.1, B.1.1, etc.). Tomada y modificada de https://cov-lineages.org/pango_lineages.html

como la búsqueda dirigida de casos y el aislamiento de enfermos con variantes que pudieran representar un potencial peligro para la población. Si bien esto no es algo nuevo, a nivel mundial se ha hecho un esfuerzo sin precedente, ya que con la vigilancia del virus SARS-CoV-2, se ha convertido en el patógeno más vigilado de todos los tiempos y del cual tenemos mucha información muy detallada en prácticamente tiempo real.

VACUNAS Y VARIANTES

En esta columna, se ha abordado anteriormente el tema de las variantes y vacunas (<http://www.acmor.org/articulo/covid-19-lo-que-debemos-saber-de-las-variantes-y-vacunas-en-mexico>), dado que el proceso de vacunación es otro de los grandes logros tecnológicos y de salud realizados durante esta pandemia. Nunca antes se había realizado el desarrollo de varias vacunas en tan poco tiempo y algo que nos ha demostrado la ciencia, es que no se ha sacrificado ni la seguridad ni la calidad de las vacunas. A pesar de que han surgido eventos que han hecho pensar que algunas vacunas están asociadas con eventos adversos de salud, estas dudas han sido esclarecidas. Tal es el caso de la vacuna desarrollada por la farmacéutica AstraZeneca, la cual ha sido ampliamente cuestionada debido a la posible asociación de trombosis que se observó en Europa. Después de un arduo análisis por la Agencia Europea de Medicamentos, se pudo concluir que existe una asociación de la formación de coágulos en un muy reducido número de casos (169 casos de 34 millones de vacunados en Europa). De estos casos, solo 18 tuvieron un desenlace mortal y aunque es una desgracia, no es posible saber si realmente la única causa fue la vacuna o existía algún mal preexistente o pre-

disposición genética que pudiera llevar a este desenlace. Existen otros factores como el tabaquismo o el uso de anticonceptivos, que también se sabe pueden tener una asociación con la formación de coágulos y trombosis (Figura 2). De hecho, la infección por SARS-CoV-2 tiene un mayor porcentaje de casos asociados a trombosis que cualquiera de las otras causas mencionadas. Por lo tanto, la conclusión a la que se puede llegar es que el beneficio de la vacuna es mucho mayor que sus riesgos.

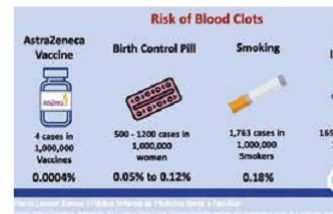


FIGURA 2. PORCENTAJES de riesgos asociados a formación de coágulos por diferentes factores incluyendo la vacuna y la infección de COVID-19. Tomada de <https://twitter.com/doctormacias/status/1381061565617737729?s=20>

Ahora bien, como ya se ha mencionado en otras entregas (<http://www.acmor.org/articulo/una-mirada-las-vacunas-contra-covid-19-la-mejor-estrategia-para-acabar-con-la-pandemia>), las vacunas son la mejor estrategia para erradicar y prevenir cualquier enfermedad, como lo hemos logrado para la viruela y la polio. Sin embargo, se requiere de un esfuerzo de vacunación constante y masivo para que se pueda erradicar en este caso al virus de SARS-CoV-2. En este sentido, podemos observar una especie de "guerra" entre el virus y nosotros, ya que al desarrollar vacunas que nos ayudan a que nuestro sistema inmune nos proteja de la infección viral, el patógeno se "reinventa" para encontrar una manera en que no



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

Para actividades recientes de la academia y artículos anteriores puede consultar: www.acmor.org.mx ¿Comentarios y sugerencias?, ¿Preguntas sobre temas científicos? CONTACTANOS: editorial@acmor.org.mx

Referencias

- <https://politica.expansion.mx/mexico/2021/02/28/vozes-nueva-var>
- <https://diario.mx/salud/vigilan-las-variantes-de-coronavirus-en-m>
- <https://www.ema.europa.eu/en/news/covid-19-vaccine-astrazeneca>
- <https://www.ema.europa.eu/en/news/astrazenecas-covid-19-vaccine>
- <https://www.nih.gov/news-events/news-releases/t-cells-recognize>

BLICA DURANTE LA PANDEMIA

pueda ser detectado. De manera natural y constante, los virus cambian (mutan) su información genética sin ninguna intención, mas bien como el proceso de replicación que tiene cualquier organismo vivo y que dicho proceso es imperfecto. Esos errores pueden llevar a la extinción del organismo o bien a generar nuevas capacidades que le confieren alguna ventaja. Si esto ultimo sucede, entonces puede seguir reproduciéndose, incluso a una velocidad mayor, teniendo consecuencias graves para el ser humano. Una de las ventajas es que el virus pueda escapar a la respuesta inmune que genera ya sea una infección natural por el mismo o bien, aquella generada por la administración de una vacuna. Si esto sucede, las vacunas tendrían que reingenierarse para incluir esos cambios y así poder entrenar de una mejor manera a nuestro sistema inmune contra las variantes que puedan surgir del virus. Actualmente, se han realizado estudios donde se observa que existen variantes que pueden afectar la eficacia de las vacunas. A pesar de esta disminución en la capacidad de neutralizar al virus o de disminuir la probabilidad de contagio, todas las vacunas estudiadas tienen una efectividad cercana al 100% de proteger a las personas de síntomas graves de la enfermedad COVID-19 (Figura 3). Si bien aun no existen datos para ciertas variantes como las observadas en el Reino Unido (B.1.1.7, Brasil (P.1) o Sudáfrica (B.1.351), es necesario recordar que, aunque la protección baje, la reducción en los síntomas es posiblemente el mayor valor agregado que tienen las vacunas. Hay que recordar que las evaluaciones existentes sobre la capacidad de neutralizar a las nuevas variantes se hacen sobre los anticuerpos que nuestro organismo produce, pero este tipo

de respuesta es solo una parte de capacidad que tenemos para lidiar con la enfermedad. Estudios recientes muestran que otras células del sistema inmune llamadas linfocitos T CD4+ y CD8+, las cuales siguen siendo capaces de reconocer a las variantes B.1.1.7, P.1 o B.1.351. Estos linfocitos también son parte de la respuesta generada por las vacunas, así que la aparición de nuevas variantes es algo que debemos vigilar pero que posiblemente no genere una catástrofe. Con esta información, los gobiernos pueden tomar decisiones, sobre todo para acelerar los procesos de vacunación y así proteger a la población. Hay que recordar que, para cortar la transmisión del virus, es necesario vacunar el 80% de la población, pero que este porcentaje resulta difícil de alcanzar actualmente, debido al reto que implica la producción y distribución mundial de vacunas. Recientemente, la desconfianza respecto a la seguridad de las vacunas, incentivada por algunos gobiernos, genera limitaciones que se deberán enfrentar para el control y mitigación de los daños de la pandemia. Sin embargo, una buena asesoría y conocimiento de la situación actual es el mejor remedio contra estos temores infundados.

LOS AVANCES TECNOLÓGICOS EN EL DESARROLLO Y PRODUCCIÓN DE VACUNAS

Por poner un ejemplo, la farmacéutica Pfizer ha hecho una labor impresionante para poder satisfacer la demanda mundial de vacunas en el menor tiempo posible. Como se puede observar en un video (https://amp.cnn.com/cnn/videos/health/2021/03/31/pfizer-vaccine-manufacturing-exclusive-gupta-vpx.cnn?_twitter_impresion=true), la empresa ha mejorado sus procesos y ha facilitado su distribución al modificar la cadena de frío; aunque se siguen requiriendo bajas temperaturas (alrededor de -20°C), estas condiciones son más fáciles de mantener que las iniciales. Incluso, ha implementado la producción de hielo seco de manera interna, para mantener las condiciones de frío y no depender de proveedores de ese producto. Como se mencionó, la información generada por la vigilancia epidemiológica es de gran importancia porque nos permite saber qué nuevas variantes aparecen y con esto, rediseñar las vacunas para una mejor protección, aunque no sea una labor trivial. Por otro lado, el desarrollo de tecnologías para la elaboración de vacunas es una inversión que cada país debe hacer si quieren controlar la pandemia lo más rápido posible. En México, actualmente existen 6 diferentes proyectos de vacunas (Figura 4) que se encuentran en las etapas iniciales y que requieren de una mayor inversión económica para poder ofrecer una solución al problema de la vacunación en el país y la posible aparición de nuevas variantes. Esto además de solucionar problemas de logística para la vacunación, permitirá un control y autonomía para atender las necesidades propias del desarrollo de la pandemia en México. Como se mencionó, el desarrollo de la pandemia en el país se vigila gracias al proyecto de Vigilancia Genómica donde participan varias instituciones coordinadas por el INDRÉ y que forma un consorcio con el Instituto Mexicano del Seguro Social (IMSS), el Instituto Nacio-



Vaccine (Company)	Sample Size	Preexisting Variants	
		Efficacy in Preventing Clinical Covid-19	Efficacy in Preventing Severe Covid-19
		no.	% (no. of events with vaccine vs. placebo)
AZ26 COV2.S (Johnson & Johnson)	43,783	66 (NA)	85 (NA)
BNT162b2 (Pfizer)	34,922	95 (8 vs. 162)	90 (1 vs. 9)
mRNA-1273 (Moderna)	28,207	94 (11 vs. 185)	100 (0 vs. 30)
Sputnik V (Gamaleya)	19,866	92 (16 vs. 62)	100 (0 vs. 20)
AZD1222 (AstraZeneca)	17,177	67 (84 vs. 248)	100 (0 vs. 3)
NVX-CoV2373 (Novavax)	15,000	89 (6 vs. 56)	100 (0 vs. 1)
CoronaVac (Sinovac)			
Brazil	12,396	51 (NA)	100 (NA)
Turkey	7,371	91 (3 vs. 26)	NA
BBIBP-CoV (Sinopharm)	NA	79 (NA)	NA

▲ FIGURA 3. EFICACIA de algunas vacunas para evitar el contagio o la severidad de la COVID-19. Tomada y modificada de: https://www.nejm.org/doi/full/10.1056/NEJM2100362?query=featured_home&s=09

nal de Enfermedades Respiratorias (INER), el Laboratorio Nacional de Genómica para la Biodiversidad (LANGEBIO) en Irapuato y el Instituto de Biotecnología de la UNAM que se encuentra en Morelos. Tanto la Vigilancia Genómica como el desarrollo de vacunas pueden cerrar un círculo virtuoso que ayude al control de la epidemia en el país. Por lo tanto, contar con capacidades científicas y tecnológicas a nivel nacional es la mejor inversión que se puede hacer, no solo para el control de la presente pandemia, sino de muchas otras posibles enfermedades zoonóticas que puedan afectarnos. Este tipo de desarrollos es la mejor manera en que los países muestren liderazgo a nivel mundial y tengan una mejor respuesta y prevención de desastres como el que vivimos actualmente. Finalmente, sabemos que los estudios científicos son fundamentales para orientar decisiones inmediatas y que la ciencia posee un impacto significativo en el futuro de las sociedades. La producción del conocimiento científico exige una inversión de medio y largo plazo, por parte del poder público y de la sociedad. No sirve de nada pedir urgencia en el desarrollo de vacunas si las condiciones para ello no se han creado a tiempo, como parte de un previo plan de desarrollo.



Esta columna se prepara y edita semana con semana, en conjunto con investigadores morelenses convencidos del valor del conocimiento científico para el desarrollo social y económico de Morelos. Desde la Academia de Ciencias de Morelos externamos nuestra preocupación por el vacío que genera la extinción de la Secretaría de Innovación, Ciencia y Tecnología dentro del ecosistema de innovación estatal que se debilita sin la participación del Gobierno del Estado.

FIGURA 4. PROYECTOS de vacunas, actualmente en desarrollo en México. Tomada de https://twitter.com/carol_perelman/status/1380951356295512065?s=20

XXXI Congreso de Investigación CUAM-ACMor.

Si estudias primaria, (4to. a 6to.), secundaria o prepa, ¡participa! Convocatoria abierta a nivel nacional, con evaluadores de prestigio nacional e internacional.

¡Inscribe tu proyecto!

<https://bit.ly/3rHPvV>

www.cuam.edu.mx www.acmor.org.mx

Referencias
https://www.nejm.org/doi/full/10.1056/NEJM2100362?query=featured_home&s=09
[https://www.cell.com/cell/fulltext/S0092-8674\(21\)00087-8?rss=yes](https://www.cell.com/cell/fulltext/S0092-8674(21)00087-8?rss=yes)
<https://science.sciencemag.org/content/371/6532/916>

ante-del-covid-19-causante-del-87-de-contagios-en-febrero-exico-20210329-177834.html
 y-benefits-still-outweigh-risks-despite-possible-link-rare-blood-clots-re-ema-finds-possible-link-very-rare-cases-unusual-blood-clots-low-blood-recent-sars-cov-2-variant