



Fig. 1 Vacuna para la COVID-19.

Fuente: Reproducido de "Vaccine" por Maksim Goncharenok, 2020, obtenido de Pexels.com, bajo licencia CC.

## ¿CÓMO SE HACEN LAS VACUNAS QUE PROTEGEN A LOS GUANAJUATENSES DE LA COVID-19?

Luis Ricardo García Aguado<sup>1</sup>, María Luz García Medina<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Nacido en Celaya, Guanajuato. Actualmente es estudiante de séptimo semestre de Biotecnología en la UG. Apasionado de la ciencia. Cofundador del primer grupo organizado estudiantil de biotecnología (BioBees) en la UG. Quiere dejar un legado que beneficie a la humanidad. Es de su agrado viajar, conocer lugares nuevos, divertirse con familia y amigos, y jugar videojuegos.

<sup>2</sup>Nacida en Celaya Guanajuato, actualmente vive en la comunidad de Rincón de Tamayo de dicho municipio. Estudia el séptimo semestre de la carrera de ingeniería en Biotecnología en la UG. Con un gran interés por la ciencia y la naturaleza. Le gusta realizar deporte, leer y la jardinería.

### RESUMEN

Las vacunas contra el SARS CoV-2 son un gran avance para combatir la pandemia actual que salvan y protegen vidas. Sin embargo, aún existen mitos sobre su elaboración que causan terror e incertidumbre a parte de la sociedad guanajuatense. Este artículo busca brindar información sobre cómo están hechas éstas vacunas.

### INTRODUCCIÓN

“Espero que algún día la práctica de contagiar la viruela vacuna a los seres humanos se extienda por el mundo —cuando llegue ese día, ya no habrá más viruela—”.

—Edward Jenner (1800), descubridor de la vacuna contra la viruela.

El concepto de vacunación ha estado presente en nuestra sociedad desde hace más de 300 años desde que Edward Jenner y los científicos que le siguieron comprobaron que esta técnica salva vidas y protege de enfermedades antes consideradas mortales.

Desde entonces la ciencia y la tecnología han avanzado mucho, desde la manera en que se investiga hasta la manera en que se producen vacunas. Sin embargo, un desafío sin precedentes estaría por llegar... A finales del 2019 en la provincia de Wuhan en China se identificó al agente causante de la enfermedad que haría caer al mundo en una pandemia: El virus SARS-CoV-2; cuando este virus infecta a una persona, se manifiesta la enfermedad de la COVID-19.

Esta enfermedad desgasta los pulmones y hace que los pacientes graves tengan que ser entubados para asistirlos en su respiración; para empeorar la situación hay infectados asintomáticos que pueden contagiar el virus sin siquiera saber que están enfermos. Ante esta situación crítica en donde se registraron millones de fallecidos y los hospitales se saturaban mundialmente, grupos de científicos de todo el mundo trabajaron juntos en una colaboración con apoyo y financiación sin precedentes; de esta manera, armados con sus conocimientos y tecnología de punta, lograron sacar a la venta vacunas seguras y eficaces que nos están ayudando a salir de esta terrible pandemia.

A pesar de esto, también habrás escuchado rumores sobre la elaboración de éstas vacunas: que si incluyen un chip, o que fueron creadas en tiempo récord y que, por tanto, es un peligro su aplicación. Otro rumor del que se habla es que se realizan con fetos humanos o con sustancias dañinas para la salud. Posiblemente éstas premisas te causen terror y llegues a pensar que son ciertas. Muchas personas que han decidido no vacunarse, también han difundido éstos rumores a sus conocidos creyendo que así se les evitará atentar contra sus vidas.

Pero, ¿de qué están hechas realmente las vacunas contra la COVID- 19? No es una sorpresa que están formuladas por varios ingredientes; los cuales, tienen un propósito específico y que en conjunto brindan una protección a tu cuerpo. Este artículo de divulgación busca arrojar luz sobre este tema que es de vital importancia en éstos tiempos.

## EL PANORAMA EN GUANAJUATO.

Las vacunas son tecnologías seguras que son rigurosamente probadas y diseñadas para entrenar nuestro sistema inmunitario contra los agentes que causan enfermedades (que pueden ser virus o microorganismos). Generalmente, tardan meses en salir al mercado o comercializarse, pero gracias a las décadas de investigación científica y a que el virus se identificó en poco tiempo, las vacunas contra la COVID-19 surgieron pronto.

De acuerdo con el sitio web ([coronavirus.guanajuato.gob.mx](http://coronavirus.guanajuato.gob.mx)) del estado de Guanajuato, las vacunas que se han aplicado a la población son: Pfizer, Astra-Zeneca, Sinovac, Cansino, y Sputnik V.

Habrás escuchado que hay diferentes tipos de vacunas, y pasa lo mismo con las del SARS CoV-2. Verás, hay vacunas que son hechas a base de: ARN (la esencia del virus que el cuerpo humano puede reconocer), vectores virales no replicantes (virus inofensivos que no pueden replicarse), y virus inactivados (ejemplares muertos del virus); por mencionar algunos tipos. En la figura 2 puede verse a qué tipo pertenece cada vacuna aplicada en Guanajuato.



Fig. 2. Ejemplos de los tipos de vacunas para COVID-19 que hay en Guanajuato.  
Fuente: Elaboración propia con información de "Trackvaccines.org" de McGill COVID19 Vaccine Tracker Team (2021).

## ¿CÓMO SE HACEN LAS VACUNAS DE "ARN" (PFIZER)?

Quizás para muchos sea una sorpresa saber que las tecnologías de vacunación con ARN se llevan estudiando desde la década de 1990, y gracias a los avances científicos en este tiempo se lograron sacar al mercado con total seguridad para ayudarnos a salir de esta pandemia.

Sin necesidad de manipular al virus, el ARN para la vacuna se produce en un laboratorio con ayuda de máquinas especiales antes de producirse a escala industrial. Si el ARN se inyectara así sólo en el paciente, al poco tiempo se degradaría sin alcanzar a hacer efecto; entonces, se combina al ARN con gotas pequeñísimas de grasa (en escala nanométrica), las cuales permiten que el ARN pueda llegar seguro a la célula y comenzar el proceso de inmunización<sup>1</sup>. La mezcla de ARN con las minúsculas gotas de grasa que cumplan los requerimientos de calidad y composición son las que salen al mercado en forma de vacunas. Debido a que el ARN es una sustancia sensible que pierde sus propiedades en temperaturas cálidas, las vacunas hechas con ella se almacenan en condiciones de frío.

<sup>1</sup> M. Lefebvre, N. Vignier, B. Pitard, E. Botelho-Nevers, B. Wyplosz, R. Cohen, & O. Epaulard. (2021). COVID-19 vaccines: Frequently asked questions and updated answers. *Infectious Diseases Now*. Volume 51, Issue 4. 2021. Pages 319-333, ISSN 2666-9919. Sitio web: <https://doi.org/10.1016/j.idnow.2021.02.007>

## ¿CÓMO SE HACEN LAS VACUNAS DE “VECTORES VIRALES NO REPLICANTES” (OXFORD/ASTRAZENECA, CANSINO, SPUTNIK V)?

Se utilizan virus inofensivos que se les inserta la esencia del SARS CoV-2; que, en el peor de los casos, te provocarían síntomas de un resfriado<sup>2</sup>. Para estas vacunas se emplean adenovirus, los cuales son virus simples que comúnmente enferman a humanos y animales. Se llaman adenovirus porque se lograron identificar en adenoides humanas (las cuales son órganos ubicados en la cavidad nasal y su función es luchar contra los agentes infecciosos). Éstos se obtienen a partir de un cultivo celular especial para producir ese tipo de virus, luego se separan/filtran a los virus de todos los otros componentes que no interesan; lo que se busca es tener un concentrado puro de virus. Se les modifica para que no puedan replicarse una vez que infectan al huésped, con el objetivo de que tu sistema inmunitario los reconozca y aprenda a defenderte de ellos.

Para la vacuna de Oxford/AstraZeneca se utiliza un adenovirus de chimpancé, para la vacuna de Cansino se utiliza un adenovirus humano, y para la vacuna de Sputnik V se utiliza dos adenovirus diferentes de humano<sup>3</sup>.

## ¿CÓMO SE HACEN LAS VACUNAS DE “VIRUS INACTIVADOS” (SINOVAC)?

Produce una gran cantidad de virus (usando usualmente células vero y luego separando/filtrando), luego los matas sin destruirlos (puede ser con mucho calor o con tratamientos químicos), porque quieres conservar su estructura para que tu cuerpo entrene con ellos y adquieras inmunidad<sup>2</sup>. Para la vacuna de Sinovac se utiliza una versión “muerta” del SARS CoV-2<sup>4</sup>. Una vacuna muy famosa de este tipo es la de la influenza estacional, las vacunas de virus inactivados son la forma más “convencional/tradicional” de producir vacunas. Estas vacunas se administran normalmente por vía intramuscular y pueden contener hidróxido de aluminio u otros adyuvantes.

## ¿QUÉ EFECTIVIDAD TIENEN LAS VACUNAS Y CÓMO SE CALCULA?

De acuerdo con investigadores del departamento de enfermedades infecciosas del colegio imperial de Londres, la eficacia de las vacunas fue calculada de acuerdo con los resultados de las diferentes pruebas clínicas (ver tabla 1).

Tabla 1. Eficacia reportada de las vacunas contra la COVID-19.

Vacuna	Total de personas voluntarias para hacer las pruebas clínicas.	Eficacia (contra la variante original de Wuhan-China)	Efectividad contra casos severos u hospitalización requerida
Pfizer	43548	95%	100% efectiva en prevenir casos severos.
Oxford/AstraZeneca	17178	55-81%	100% efectiva contra hospitalización.
Sinovac	2300 en Chile, 13000 en Turquía, y 12688 en Brasil	50-95%	51% efectiva contra la infección sintomática, y 100% efectiva para prevenir casos severos.

<sup>2</sup> Moore, A. (18 de febrero de 2021). How are COVID-19 vaccines made? An expert explains. *The conversation*. <https://theconversation.com/how-are-covid-19-vaccines-made-an-expert-explains-155430>

<sup>3</sup> The Lancet. (2021). Sputnik V COVID-19 vaccine candidate appears safe and effective. <https://www.thelancet.com/action/showPdf?pii=S0140-6736%2821%2900191-4>

<sup>4</sup> Barajas-Nava, Leticia A. (2021). Development of SARS-CoV-2 vaccines. *Boletín médico del Hospital Infantil de México*, 78(1), 66-74. Epub 24 de marzo de 2021. <https://doi.org/10.24875/bmhim.20000217>

<b>Sputnik V</b>	19866	92%	[Sin datos disponibles hasta junio de 2021]
<b>Cansino</b>	[Sin datos disponibles hasta mayo de 2021]	65-69%	[Sin datos disponibles hasta mayo de 2021]

Fuente: Tabla adaptada de Tregoning et al., 2021 y Smriti Mallapaty, 2021.

Sin embargo, los investigadores subrayan que estos valores son importantes para la aprobación de las vacunas, pero no reflejan necesariamente el impacto de la vacunación en el mundo real, porque en los ensayos clínicos asistieron en su mayoría adultos más jóvenes y sanos que aquellos con mayor riesgo de enfermedad grave, y aparte estos ensayos se realizaron en ausencia de algunas de las variantes del SARS-CoV-2 identificadas más recientemente (alfa, beta, gamma, delta, etcétera)<sup>5</sup>.

La efectividad de la vacuna (que no es lo mismo que la eficacia de la vacuna) es el riesgo reducido de sufrir la infección o enfermedad entre las personas vacunadas. Esto puede verse modificado por los efectos de la vacuna que dependen de la población (edad, si se padeció antes la enfermedad, estado del sistema inmunitario, condiciones de salud del paciente, factores demográficos e inmunidad de rebaño), así como por los programas de vacunación y la manipulación/administración de las vacunas<sup>5</sup>.

## ¿QUÉ EFECTOS SECUNDARIOS TRAEN CONSIGO LAS VACUNAS Y POR QUÉ LOS SUFRIMOS?

Después de recibir alguna vacuna contra la COVID-19 es bastante común encontrar: Reacciones agudas menores, locales o sistémicas, como dolor por inyección, hinchazón y enrojecimiento, o fatiga, fiebre, dolores de cabeza y dolor articular y muscular. Y en baja proporción ha habido pacientes con anafilaxia, miocarditis, o trombocitopenia días después de vacunarse<sup>5</sup>.

La razón por la que se sufren esos efectos secundarios comunes es porque así se manifiesta la respuesta inmune adaptativa que de manera natural ocurre en nuestro cuerpo. En esta respuesta inmune, hay cambios bioquímicos que percibes como síntomas cuando tu cuerpo está aprendiendo a luchar contra los agentes infecciosos presentados por la vacuna (los cuales no representan ningún peligro), es una pelea de ganar-ganar.

## ¿QUÉ NO PROVOCAN LAS VACUNAS?

No hay ningún estudio científico verificado en el mundo que certifique que, después de aplicarte alguna vacuna contra el SARS-CoV-2, sufras de:

- Cambio en tu orientación sexual, ideologías sociopolíticas o religiosas.
- Agrandamiento de glándulas mamarias.
- Esterilización o reducción de libido.
- Modificación de tu ADN genómico.
- Autismo.

---

5 Tregoning, J.S., Flight, K.E., Higham, S.L. et al. Progress of the COVID-19 vaccine effort: viruses, vaccines and variants versus efficacy, effectiveness and escape. *Nat Rev Immunol* 21, 626–636 (2021). <https://doi.org/10.1038/s41577-021-00592-1>

## INFORMACIÓN ADICIONAL

Entre más uno ahonda en un tema, es natural que surjan más preguntas. La siguiente tabla recoge las más usuales:

**Tabla 2.** Preguntas adicionales sobre las vacunas contra la COVID-19.

Vacuna	Pregunta					
	¿Cuántas dosis son?	¿Cuánta eficacia tienen contra las nuevas variantes?				¿Una persona embarazada puede recibirla?
		Alfa	Beta	Gamma	Delta	
<b>Pfizer</b>	2	90%	75%	No hay evidencia de protección reducida.	88%	Sí
<b>Oxford/Astra Zeneca</b>	2	75%	10%	Desconocido.	92%	Sí
<b>Sinovac</b>	2	Desconocido.	Desconocido.	51%	Desconocido.	Sí
<b>Sputnik V</b>	2	Desconocido.	Desconocido.	Desconocido.	Desconocido.	Sí, con embarazo mayor a seis meses.
<b>Cansino</b>	1	Desconocido.	Desconocido.	Desconocido.	Desconocido.	Sí

Fuente: Tabla adaptada de Tregoning et al., 2021 y OMS.

A la fecha que se redacta este artículo no hay suficiente información disponible para saber la efectividad de las vacunas contra las nuevas variantes (alfa, beta, gamma, delta, etcétera). Es posible que, en un futuro cercano, se libere y haga pública información de estudios nuevos, o que surjan variantes nuevas que agreguen más columnas a la tabla. Más investigación es necesaria.

## ¿QUÉ PASA SI NO ME VACUNO?

Ahora hablemos del elefante en la habitación, si no te vacunas:

En primer lugar, cuando te contagies de COVID-19, corres el riesgo de desarrollar un cuadro clínico grave en el que tal vez sea necesario entubarte o en el peor de los casos llegues a fallecer. Si sobrevives, es probable que sufras el síndrome *post-covid* en el cual termines sensible de tus vías respiratorias y seas propenso a adquirir otras enfermedades que limiten tu calidad de vida.

En segundo lugar, en caso de que tu cuadro clínico no sea grave, te hayas recuperado o seas asintomático, seguirás propagando el virus y contagiando a más personas (a menos que mantengas las medidas sanitarias). Serías el puente que le permitirá al virus llegar a la población vulnerable o inmunodeprimida.

Al final, decidir vacunarse es una decisión personal; es tu cuerpo, tu decisión. Pero, pregúntate ¿no te daría remordimiento contagiar a una persona perteneciente al sector vulnerable de la población habiéndolo podido prevenir? ¿Es poco ético? La ciencia no puede responder a estas preguntas, pero tu moral sí.

## CONCLUSIÓN

La desinformación empeora cualquier situación. En un ambiente de pandemia, la desinformación podría considerarse un peor enemigo que el mismo agente infectante, porque ha ocasionado una oleada de ideas no verificadas que conducen a que mucha gente quede desprotegida y lastimada.

Las vacunas son tecnologías seguras y éticas que salvan vidas; hay unas más efectivas que otras, pero la mejor que puedas recibir es la que tengas disponible (de acuerdo con el programa de vacunación gubernamental).

Para combatir la desinformación, hay que –educadamente– preguntarse de dónde vienen las afirmaciones que se escuchan, verificar quién o quiénes lo dicen y qué autoridad tienen para hacerlo. La ciencia no es dogmática, ámate a cuestionarla y descubre que todo tiene una explicación; si haces esto, déjame decirte que haces lo mismo que un científico.

## REFERENCIAS

- Gobierno del Estado de Guanajuato. (2020). *Mapa de vacunación*. Consultado el 20 de Octubre del 2021. Sitio web: [coronavirus.guanajuato.gob.mx](https://coronavirus.guanajuato.gob.mx)
- Barajas-Nava, Leticia A. (2021). Development of SARS-CoV-2 vaccines. *Boletín médico del Hospital Infantil de México*, 78(1), 66-74. Epub 24 de marzo de 2021. <https://doi.org/10.24875/bmhim.20000217>
- Krammer, F. (2020). SARS-CoV-2 vaccines in development. *Nature* **586**, 516–527. <https://doi.org/10.1038/s41586-020-2798-3>
- Kisby, T., Yilmazer, A. & Kostarelos, K. (2021). Reasons for success and lessons learnt from nanoscale vaccines against COVID-19. *Nat. Nanotechnol.* **16**, 843–850. <https://doi.org/10.1038/s41565-021-00946-9>
- M. Lefebvre, N. Vignier, B. Pitard, E. Botelho-Nevers, B. Wyplosz, R. Cohen, & O. Epaulard. (2021). COVID-19 vaccines: Frequently asked questions and updated answers. *Infectious Diseases Now*. Volume 51, Issue 4. 2021. Pages 319-333, ISSN 2666-9919. Sitio web: <https://doi.org/10.1016/j.idnow.2021.02.007>
- Maksim Goncharerenok. (2020). *Vaccine* [Fotografía]. Pexels.com. <https://www.pexels.com/es-es/foto/azul-tratamiento-proteccion-prevencion-5994653/>
- McGill COVID19 Vaccine Tracker Team (2021). *Trackvaccines.org*. Consultado el 20 de Octubre del 2021. [covid19.trackvaccines.org/country/mexico/](https://covid19.trackvaccines.org/country/mexico/)
- Mendonça, S.A., Lorincz, R., Boucher, P. *et al.* (2021). Adenoviral vector vaccine platforms in the SARS-CoV-2 pandemic. *npj Vaccines* **6**, 97. <https://doi.org/10.1038/s41541-021-00356-x>
- Moore, A. (18 de febrero de 2021). How are COVID-19 vaccines made? An expert explains. *The conversation*. <https://theconversation.com/how-are-covid-19-vaccines-made-an-expert-explains-155430>
- Smriti Mallapaty. (2021). China's COVID vaccines are going global — but questions remain. *Nature* **593**, 178-179. <https://doi.org/10.1038/d41586-021-01146-0>
- The Lancet. (2021). *Sputnik V COVID-19 vaccine candidate appears safe and effective*. <https://www.thelancet.com/action/showPdf?pii=S0140-6736%2821%2900191-4>
- Tregoning, J.S., Flight, K.E., Higham, S.L. et al. (2021). Progress of the COVID-19 vaccine effort: viruses, vaccines and variants versus efficacy, effectiveness and escape. *Nat Rev Immunol* **21**, 626–636. <https://doi.org/10.1038/s41577-021-00592-1>