

Glosario básico para entender la vacunación contra la Covid-19

M. en F.C. Rosalba Namihira-Guerrero¹
M en C. Delia Namihira-Guerrero²
Médico Pediatra Deni Meneses Namihira³



Glosario para entender la vacunación contra la COVID-19 by
Namihira & Namihira is licensed under a Creative Commons
Reconocimiento-NoComercial-CompartirIgual 4.0
Internacional License.

¹ Dirección General de Divulgación de la Ciencia, Universidad Nacional Autónoma de México. [ORCID](#)

² Facultad de Bioanálisis, Universidad Veracruzana, Xalapa. Veracruz. [ORCID](#)

³ Práctica privada.

INTRODUCCIÓN

Luego de un año de pandemia de Covid-19, el mundo avizó un espacio de esperanza cuando se anunciaron los ensayos clínicos (en seres humanos) de las primeras vacunas desarrolladas por laboratorios farmacéuticos, universidades y gobiernos alrededor del mundo.

Mientras buena parte de la población se mostró dispuesta a vacunarse en cuanto se anunciara que iniciaría la inmunización a gran escala, otros vieron estos esfuerzos con desconfianza y escepticismo, ya sea por desconocer la manera en que las vacunas operan, principalmente aquellas desarrolladas a partir de nueva tecnología; por desconfianza en los intereses del oligopolio de la industria farmacéutica; por falta de información o información contradictoria sobre el alcance y seguridad de las mismas; por malas experiencias en el pasado con alguna otra, como la del virus sincicial respiratorio, o peor aún, por aseveraciones que, sin ningún sustento y apelando a las emociones, vinieron a complicar el panorama.

Si la pandemia constituyó todo un reto para la mayoría de los países, aún para aquellos conocidos como “primer mundo”, la vacunación resultó uno todavía mayor debido a la desigualdad socioeconómica imperante a nivel global. No obstante, además de la pobreza y la dificultad para acceder a la vacunación, la Organización Mundial de la Salud (OMS) ha identificado la autocomplacencia como otro factor de riesgo para la salud.

La reticencia a la vacunación se refiere a la tardanza en aceptar vacunas seguras o el rechazo a dichas vacunas pese a la disponibilidad de los servicios de vacunación. De acuerdo con la OMS, las personas que retrasan o rechazan la vacunación para sí mismas o para sus hijos representan un desafío creciente para los países que buscan cerrar las brechas en materia de inmunización, y en el caso que nos ocupa, para tratar de controlar la pandemia por SARS-CoV-2.

Los distintos gobiernos tratan afanosamente de convencer a la población para protegerse a través de la vacunación, práctica común en muchos países, que ha permitido incrementar la esperanza de vida, dejar como anécdota históricas enfermedades como la viruela, y controlar en buena parte de las naciones la poliomielitis, la tosferina o el sarampión. No obstante, aunada a la pandemia que nos aqueja ha surgido otra de desinformación o información tendenciosa, que pone en riesgo los esfuerzos de la comunidad científica y de los gobiernos para controlar la transmisión del SARS-CoV-2 a través de medidas sanitarias, y muy importantemente, de la vacunación.

Es por eso que hemos considerado pertinente agregar al *Glosario epidemiológico 2020 para entender la pandemia de Covid-19* (https://www.uv.mx/plandecontingencia/files/2020/05/Glosario_Epidemiologico_90520.pdf), uno más referente a la vacunación, a fin de facilitar a los periodistas, comunicadores, docentes e intérpretes de lenguas de señas mexicanas e indígenas, la tarea de comunicar a los distintos sectores de la población sobre la importancia de la vacunación.

Si bien el gobierno de México informó diariamente sobre los avances en el desarrollo de vacunas y los procesos de vacunación, contar con un glosario mínimo de términos que faciliten entender los mecanismos (respuesta inmune) que nuestro organismo pone en marcha cada vez que se enfrenta a un agente extraño que le causa enfermedad (antígeno), y cómo tales agentes desencadenan dicha respuesta, es esencial.

Esperamos que la comprensión del conocimiento científico contribuya a disminuir la desinformación o el flujo de información mal intencionada que busca socavar la confianza de la sociedad en la ciencia, privilegiando las creencias, opiniones y emociones por encima de la comprobación de los hechos en los que se apoya la investigación científica y particularmente la ciencia médica.

Agradecemos al Dr. José María S. Fernández-Calleja, de la Universidad de Utrecht, Países Bajos, por sus amables observaciones, y al doctor en Inmunología José Moreno Rodríguez, Investigador Nacional, Nivel 2, por su dedicada y experta revisión de este trabajo.

GLOSARIO

1. **Ácido desoxirribonucleico o ADN** (DNA por sus siglas en inglés). Molécula que contiene la información genética en todos los seres vivos. Consiste en dos cadenas que se enrollan entre ellas para formar una estructura de doble hélice que codifica las instrucciones para formar moléculas de ARN y proteínas.
2. **Acido ribonucleico o ARN** (RNA por sus siglas en inglés). Molécula implicada directamente en la fabricación de las proteínas en las células vivas y en la producción de copias idénticas (clones) de los virus. Está compuesto por una cadena simple, al contrario del ADN, que tiene una doble cadena
3. **ARN mensajero (ARNm)**. “molécula de ARN de cadena simple, complementaria a una de las cadenas de ADN de un gen. El ARNm es una versión del ARN del gen que sale del núcleo celular y se mueve al citoplasma donde se fabrican las proteínas” (National Human Genome Research Institute).
4. **Alergia**. También conocida como hipersensibilidad, ocurre cuando el cuerpo tiene una respuesta inmunitaria exagerada a una sustancia o alimento (Centro de Control de Enfermedades de los Estados Unidos, CDC).
5. **Adyuvante**. Componente de una vacuna distinto al agente ajeno al organismo (antígeno), que potencia o dirige la respuesta inmunológica frente a éste.
6. **Anafilaxia**. Reacción alérgica inmediata y grave ante alguna sustancia. Incluye: dificultad respiratoria, pérdida del conocimiento y baja de la tensión arterial. Puede ser fatal y requiere atención médica inmediata (CDC).
7. **Anticuerpo. Proteína que identifica y neutraliza agentes o sustancias ajenas al organismo (como el SARS-CoV-2), por lo que constituye parte esencial del sistema de defensa (inmunitario) de los organismos. Existen distintas clases de anticuerpos: IgA, IgD, IgG, IgE e IgM. En un extremo del anticuerpo hay una región (paratopo), a manera de llave de cerradura, que se pega al antígeno (ver 10). Un anticuerpo es específico para un sitio único del antígeno, denominado epítipo (la cerradura). Un virus contiene múltiples antígenos y cada antígeno tiene muchos epítipos.**
8. **Anticuerpos clases IgM e IgG**. Los primeros son de aparición temprana, transitorios y “menos maduros”, mientras que los segundos indican una respuesta “madura” y perdurable, (Lumley, F. SH., et al., 2021). La detección de IgM contra un antígeno generalmente indica enfermedad aguda (de inicio reciente), mientras que la IgG indica memoria inmunológica por contacto previo con el antígeno (Gamba 2021).
9. **Anticuerpo Monoclonal**. Aquel que proviene de células idénticas (clonas) obtenidas en el laboratorio a partir de una sola célula B específica hacia el mismo epítipo (ver antígeno).
10. **Antígeno**. Componente de un agente o sustancia ajena al organismo (por ejemplo, moléculas de bacterias o virus), capaz de desencadenar una respuesta específica del sistema inmune, activando y expandiendo a un grupo de sus células de defensa (linfocitos B), que producen anticuerpos, y linfocitos T (que ayudan a otras células de defensa y que destruyen células infectadas) específicos contra el mismo antígeno.
11. **Apoptosis**. Muerte celular programada.
12. **Basófilos**. Leucocitos (glóbulos blancos) que pertenecen al grupo de los granulocitos, células llamadas así por contener gránulos en su interior. Los basófilos interactúan con

determinados materiales extraños. Su actividad descontrolada puede provocar una reacción alérgica, anafilaxia, asma y alteraciones en la piel.

13. **Biología molecular.** Disciplina que estudia las moléculas de ácidos nucleicos, el ácido desoxirribonucleico (ADN) y el ácido ribonucleico (ARN). Históricamente se considera la descripción de la estructura de doble hélice del ADN como el origen de esta disciplina.
14. **Cadena de frío.** De acuerdo con la Organización Panamericana de la Salud (OPS), *es un conjunto de normas y procedimientos que aseguran el correcto almacenamiento y distribución de vacunas a los servicios de salud, desde el nivel nacional hasta el nivel local. La cadena de frío está interconectada con equipos de refrigeración que permiten conservar las vacunas a las temperaturas recomendadas para mantener su potencia.*
15. **Capacidad inmunogénica.** Facultad que tienen diferentes sustancias para desencadenar una respuesta inmunitaria adaptativa de tipo celular (aquella que fomenta la destrucción de los microorganismos engullidos por los fagocitos o la eliminación de las células infectadas para suprimir los reservorios de la infección) y humoral (que destruye patógenos extracelulares a través de moléculas que circulan en la sangre y en secreciones de las mucosas), que a largo plazo constituye la memoria inmunológica. No todas las moléculas tienen capacidad inmunogénica; las más inmunogénicas son las proteínas, le siguen los hidratos de carbono, los lípidos y los ácidos nucleicos, que sólo son inmunogénicos si están unidos a proteínas. Un rasgo de la inmunogenicidad es el grado de diferencia del antígeno con respecto a moléculas propias.
16. **Carga viral.** Cantidad de virus en la sangre de una persona infectada. Se expresa como el número de partículas virales por cada mililitro de sangre. (Ryding, S.). La carga viral permite evaluar la progresión de la enfermedad o la respuesta a los medicamentos. Existen tres métodos para conocer la carga viral: la de reacción en cadena de la polimerasa con transcripción inversa (RT-PCR), Las pruebas ramificadas de DNA (bDNA), y las pruebas de amplificación basadas en secuencias de ácidos nucleicos (NASBA). (Ver definiciones más adelante)
17. **Célula.** Es la unidad más pequeña (anatómica y funcional) que puede vivir por sí sola y que da forma a todos los organismos vivos y los tejidos del cuerpo. Está constituida por citoplasma, uno o más núcleos y una membrana externa que la rodea. El núcleo contiene el nucléolo, la mayoría del ADN celular y es ahí donde se elabora la mayor parte del ARN. El citoplasma es la porción fluida del interior de la célula que contiene otros elementos diminutos con funciones específicas, como el aparato de Golgi, las mitocondrias (en donde también existe ADN), y el retículo endoplásmico. La mayoría de las reacciones químicas de la célula y las proteínas se producen en el citoplasma.
18. **Célula dendrítica.** Es el tipo de célula más eficiente en la presentación de antígenos a los linfocitos T, y es esencial para iniciar una respuesta inmune.
19. **Citocinas.** En algunos países se conocen como citoquinas. Son proteínas pequeñas que coordinan la respuesta del sistema inmune reclutando o inhibiendo las funciones de células específicas, regulando la proliferación y diferenciación celular y activando o inhibiendo la expresión de algunos genes. Existen distintas clases de citocinas, algunas con funciones similares o antagónicas. Se dividen en varios grupos: Interleucinas (IL), Factores de necrosis tumoral (TNF); interferones, (IFN); factores estimuladores de colonias (CSF) y quimiocinas (ver definiciones).

- 20. Clon o clona.** Conjunto de individuos idénticos desde el punto de vista genético, debido a que provienen de un mismo elemento precursor (moléculas, células, tejidos, órganos, virus u organismos pluricelulares completos). Cada componente de la clona contendrá la misma información genética que el elemento de partida. Así, la clonación genética consiste en la producción de copias idénticas de un gen o un fragmento de DNA, célula u organismo.
- 21. Clona infecciosa del SARS-CoV-2.** Herramienta creada a partir del uso de fragmentos de ADN sintéticos. Se genera una copia ADN del genoma viral y se ensambla en un cromosoma artificial bacteriano. La clona infecciosa generada se introduce en la célula, donde es transcrita por la maquinaria celular, generándose copias idénticas (clonas) del genoma viral, que inician el ciclo de la infección y dan lugar a partículas virales infecciosas. Esta herramienta es fundamental para conocer detalles esenciales del ciclo viral y su patogenicidad, así como para desarrollar nuevos tratamientos antivirales y vacunas vivas atenuadas.
- 22. Comité de Moléculas Nuevas (CMN)** instancia de la Comisión Federal para la Protección contra Riesgos Sanitarios (COFEPRIS) que emite opinión técnica basada en evidencia sobre la seguridad, calidad y eficacia de nuevas moléculas para otorgar o no el registro sanitario de medicamentos a partir de tales moléculas.
- 23. Complejo Principal de Histocompatibilidad (MHC, siglas en inglés).** En humanos es llamado antígeno leucocitario humano (HLA). Son proteínas producidas a partir de un grupo de genes, y que son las tarjetas de identidad del organismo. Por lo tanto, al ser reconocidas como extrañas por los linfocitos, son las responsables de que éstos rechacen tejidos trasplantados. Su función es captar fragmentos de un antígeno y presentarlos a los linfocitos T, que así inician una respuesta inmunitaria contra ese antígeno. Las proteínas del MHC se ubican en la superficie celular, exponiendo el ambiente intracelular hacia el exterior de la célula.
- 24. Cromosoma.** Estructura altamente organizada, formada por ADN y proteínas, que contiene la mayor parte de la información genética de un ser vivo.
- 25. Doble hélice.** Término utilizado para describir la configuración de la molécula de ADN. La hélice consiste en dos hebras formadas por un azúcar, un fosfato y una base (nucleótidos), cuyas secuencias corren en sentidos opuestos y en forma paralela.
- 26. Efecto colateral.** Efecto secundario o reacción adversa a un tratamiento o medicamento. Cualquier reacción nociva no intencionada que aparece a dosis normalmente usadas en el ser humano para profilaxis, diagnóstico o tratamiento o para modificar funciones fisiológicas. (Wikipedia, 2021).
- 27. Efectividad.** Medida de cómo funcionan las vacunas que se utilizan en circunstancias habituales en una comunidad. La efectividad depende de la capacidad de inducir protección (eficacia), además de factores como la aceptación y accesibilidad de la población a la vacuna, la pauta correcta de administración (dosis, día, lugar, técnica de aplicación), la conservación y manipulación adecuadas, etc. Una buena eficacia no siempre implica una buena efectividad (Santos J.I., 2013).
- 28. Eficacia.** Capacidad de inducir protección.
- 29. Efectos adversos o colateral.** Cualquier problema de salud que ocurre después de la administración de una inyección o una vacuna. Puede ocurrir como consecuencia de ella o simplemente tratarse de una coincidencia (CDC).

30. **Ensayo clínico.** Es un estudio o diseño de investigación en el que uno o más sujetos humanos se asignan aleatoriamente a una o más intervenciones (que pueden incluir placebo y/o control) para evaluar los efectos de los tratamientos.
31. **Ensayo doble ciego.** Estrategia utilizada en los ensayos clínicos para eliminar cualquier sesgo o ideas preconcebidas, en donde ni **ni quienes proporcionan el tratamiento**, ni los sujetos de estudio voluntarios saben quién está recibiendo el medicamento activo o el placebo.
32. **Enzima.** Molécula que promueve o activa un proceso químico sin alterarse o destruirse; es decir, es un catalizador biológico y casi siempre son proteínas, aunque también pueden ser de ARN (ribozima).
33. **Enzima convertidora de angiotensina (ECA o ACE en inglés).** Es un receptor en la membrana de varias células de tejidos corporales tan diversos como el sistema nervioso central, el riñón y principalmente el pulmón. Convierte la angiotensina I en angiotensina II, que incrementa la acción vasoconstrictora (para mantener la presión arterial). Hace algunos años se descubrió una variante llamada ECA 2 o ACE 2. Esta variante ha sido objeto de interés reciente, ya que es el sitio de unión a la proteína S, del SARS COV 2, lo que le permite su ingreso a **las células**.
34. **Eosinófilos.** Glóbulos blancos que contienen gránulos en su citoplasma. Sus funciones incluyen: defensa contra infecciones parasitarias, contra bacterias intracelulares y modulación de las reacciones de hipersensibilidad inmediata (alérgicas).
35. **Epítopo.** Región de un antígeno, que el organismo es capaz de reconocer como extraña, y que se une a un receptor del anticuerpo.
36. **Estrategia Nacional de vacunación.** Esquema de vacunación. Estrategia de prevención primaria diseñada para la aplicación de vacunas aprobadas en un país, desde el nacimiento hasta la edad adulta.
37. **Estructura del SARS-CoV-2.** Tiene cuatro proteínas estructurales conocidas como: Corona o espícula (S por la sigla en inglés de *spike*). Se encuentra en la parte externa del virus y facilita la unión con las células de hospedero por atracción con la enzima convertidora de angiotensina 2. Envoltura, E (envelope). Es la proteína más pequeña en la estructura del SARS-CoV y juega un papel en la producción y maduración del virus. Nucleocápside, N (nucleocapsid). Esta proteína participa en procesos relacionados con el ciclo de replicación viral, y aloja el genoma de ARN. Membrana, M (membrane). Juega un papel en la determinación de la forma de la envoltura del virus, ayuda a estabilizar las proteínas N y promueve la finalización del ensamblaje viral. Las proteínas S, E, y M forman en conjunto la envoltura viral.
38. **Evidencia científica.** Información basada en datos obtenidos en el laboratorio o en campo. Los datos, resultados y conclusiones derivados de la investigación deben reportarse en forma de informe o artículo científico. Esto debe ser revisado y aprobado por pares científicos, antes de ser publicado, para evaluar la validez de los métodos y la precisión de las conclusiones que el investigador ha extraído de los resultados.
39. **Factor de necrosis tumoral (TNF por sus siglas en inglés).** Citocina producida por una gran variedad de células con un papel central en las enfermedades virales, así como en la inflamación y muerte celular (apoptosis).
40. **Factores estimulantes o estimuladores de colonias (CSF).** Son citocinas que inducen y

regulan la producción de células sanguíneas circulantes por la médula ósea. Algunos ejemplos son el factor estimulante de colonias de granulocitos (G-CSF), el factor estimulante de colonias de granulocitos y macrófagos (GM-CSF) y la eritropoyetina, que estimula la producción de glóbulos rojos.

41. **Farmacogenómica.** Disciplina que estudia la reacción de los organismos vivos ante los medicamentos con base en su composición genética.
42. **Gen.** Unidad estructural y funcional de la herencia (fragmento de ADN), transmitida de los padres a los hijos a través de los gametos (óvulo y espermatozoide).
43. **Genoma.** Toda la información genética contenida en un organismo. El SARS-CoV-2 posee un genoma de 30 mil nucleótidos. En los seres humanos, casi cada célula contiene una copia completa del genoma.
44. **Glicoproteínas.** Proteínas con cadenas de hidratos de carbono unidas a ellas, que están implicadas en muchas funciones fisiológicas incluyendo la inmunidad. Los virus tienen glicoproteínas que les ayudan a incorporarse a las células corporales, pero pueden también servir como objetivos terapéuticos o preventivos importantes.
45. **Granulocito neutrófilo.** Tipo de leucocito que forma parte de la primera línea de la respuesta inmune. Es una de las células inmunitarias más abundantes en el cuerpo. En una infección, su número aumenta rápidamente. Se encuentra alrededor de las inflamaciones más comunes. Su función es ingerir y destruir el material extraño.
46. **HLA o antígenos leucocitarios humanos.** Básicamente el sistema HLA es el complejo principal de histocompatibilidad humano. Son proteínas de superficie celular especializadas en presentar péptidos antigénicos al receptor de antígeno (TCR por sus siglas en inglés) en los linfocitos T.
47. **Inflamación.** Conjunto de mecanismos que se activan frente a la agresión en los tejidos, que generan cambios vasculares que permiten la llegada de glóbulos blancos para eliminar al agente agresor. La inflamación puede ser aguda (de corta duración) o crónica (persistente). En la primera las células predominantes son los neutrófilos, mientras que en la inflamación crónica predominan los macrófagos. Durante este proceso, entre otros agentes se liberan citocinas. Un exceso de citocinas **“tormenta de citocinas”**, puede llevar a la muerte. Las características clínicas de la inflamación son rubor (enrojecimiento), calor, tumor (aumento de volumen) y dolor.
48. **Inmunidad.** Conjunto de mecanismos de defensa que le permiten al organismo protegerse de los agresores del medio. La defensa contra los microbios está mediada por las respuestas secuenciales y coordinadas que se denominan inmunidad innata y adaptativa.
49. **Inmunidad Innata.** También llamada inmunidad natural o nativa, pues está presente desde el nacimiento y durante toda la vida. Proporciona una respuesta inmediata y es esencial para defender contra los microbios en las primeras horas o días siguientes a la infección, antes de que se desarrolle la respuesta inmune adaptativa.
50. **Inmunidad adaptativa, específica o adquirida.** Respuesta estimulada por la exposición a antígenos, que aumenta en magnitud y capacidad defensiva con cada exposición sucesiva. Debido a que esta forma de inmunidad surge como respuesta a la infección y se adapta a ella, se denomina inmunidad adaptativa. Existen dos tipos de respuestas inmunitarias adaptativas: inmunidad humoral e inmunidad celular (Elsevier, 2020).
51. **Inmunidad celular.** Respuesta inmunitaria adaptativa que promueve la destrucción de los

microorganismos engullidos por los fagocitos o la eliminación de las células infectadas y con ello, los reservorios de la infección.

52. **Inmunidad humoral.** Respuesta inmunitaria adaptativa que destruye patógenos que se encuentran fuera de las células, a través de moléculas que circulan en la sangre y en secreciones de las mucosas.
53. **Inmunidad de rebaño, colectiva o comunitaria.** Cuando una proporción suficiente de la población es inmune a una enfermedad infecciosa (a través de vacunación y/o enfermedad previa), **se vuelve** poco probable que la enfermedad se transmita de persona a persona. La inmunidad colectiva a los virus que causan infecciones del tracto respiratorio generalmente se adquiere mediante altos niveles de vacunación en una población (CDC). El porcentaje necesario de individuos inmunes para alcanzar la inmunidad de rebaño, en el caso del SARS-CoV-2, es de aproximadamente 80%.
54. **Inmunoensayos.** Prueba química que se utiliza para detectar o cuantificar una sustancia específica mediante una reacción inmunológica. Utiliza anticuerpos y antígenos purificados, por lo que sus resultados son sensibles y específicos, sobre todo cuando se trata de anticuerpos monoclonales, pues reconocen un solo epítipo (región), en tanto que los anticuerpos policlonales reconocen varios epítopos en un antígeno o en varios antígenos.
55. **Interferones.** Citocinas con capacidad de interferir en la replicación de los virus dentro de las células. Son producidas por distintos tipos celulares en respuesta a estímulos diversos, entre los que destacan las infecciones virales. Se unen a receptores en la superficie de las células infectadas, para impedir la replicación de una amplia variedad de virus de ARN y ADN (*Existen tres clases de interferones según sus características estructurales y biológicas: interferones tipo I (alfa, beta, épsilon, omega), interferón tipo II (gamma) o inmunitario, producido por linfocitos T y células NK, e interferones tipo III (lambda 1,2,3,4 y 5), con funciones similares a los interferones tipo I. (Quintero S. Ruiz-Pedraza J., 2018, 11 y 12)*
56. **Interferón- γ (IFN-gamma).** Producido por linfocitos T y células NK en respuesta a estímulos diversos. Su función más importante es la activación de los macrófagos, con la ampliación de su capacidad fagocitaria y destructiva, tanto en la respuesta inmune innata como en la adaptativa. Participa también en la inducción de la expresión molecular del MHC clase 2.
57. **Interleucinas.** Citocinas elaboradas por los leucocitos (glóbulos blancos) y otras células del cuerpo.
58. **Leucocitos o glóbulos blancos.** Conjunto de células diversas del sistema inmune que se encuentran en la sangre, el sistema linfático y en los tejidos. Se dividen en 5 tipos: linfocitos, monocitos, neutrófilos, basófilos y eosinófilos. Cada uno con funciones específicas en la defensa del organismo frente a agresiones externas. (infección, inflamación, reacción alérgica, proceso autoinmune) como del interior (células degeneradas o tumorales). Los linfocitos se dividen en tres subtipos (B, T y NK). Monocitos se encargan de eliminar tejidos muertos o dañados y de la destrucción de células tumorales. Neutrófilos son las primeras células que van directamente a la infección para fagocitar microorganismos y secretar sustancias destructivas contra ellos. Basófilos, tienen una función destructiva de limpieza y participan en reacciones alérgicas liberando histamina. Eosinófilos reaccionan frente a reacciones alérgicas, asma e infección parasitaria.

59. **Linajes.** Para el análisis de los virus se crean árboles filogenéticos, que son como árboles genealógicos en donde se expresan todos los parientes que se desprenden de virus como el SARS-CoV-2. Cada una de las ramas que surgen directamente del SARS-CoV-2 son denominadas linajes, a los que se les designa con una serie de números y una letra del abecedario para identificarlos, considerando su orden de aparición y su composición genética (Sánchez L., 2021).
60. **Linfocito B.** Tipo de glóbulo blanco y parte del sistema inmunitario. Son las células encargadas de producir los anticuerpos y son precursores de las células plasmáticas que se alojan en los ganglios linfáticos y en la médula ósea. Ahí producen anticuerpos en forma continua, evitando así la reinfección. Algunos linfocitos B generan células de memoria que después de la infección permanecen inactivas, pero que responden rápidamente cuando el mismo microorganismo infecta nuevamente.
61. **Linfocitos T.** Tipo de glóbulo blanco que forma parte del sistema inmune. Se denominan linfocitos T porque maduran en el timo. Los linfocitos T pueden ser CD4+ o CD8+. Los primeros son células centrales de la inmunidad adaptativa y al activarse en respuesta a un antígeno producen abundantes citocinas que ayudan a la respuesta de linfocitos B, de otros linfocitos T y de otros leucocitos. Existen varios tipos de linfocitos T CD4+, dependiendo del tipo de citocinas que producen y cada uno de ellos participa en distintos tipos de respuesta inmune adecuada para eliminar distintos tipos de microbios e incluso para controlar la magnitud de la respuesta inmune para que ésta no dañe al organismo. Se distingue una serie de subtipos de linfocitos T con diferentes funciones: a) Citotóxicos (CD8+), detectan péptidos presentados por moléculas del MHC clase I en células infectadas y así las destruyen. b) Cooperadores (CD4+), detectan péptidos presentados por moléculas del MHC clase II y activan otras células del sistema inmune mediante la secreción de citocinas. c) Reguladores (CD4+), suprimen la inmunidad al final de la reacción inmune y mantienen la tolerancia a lo propio. Todas estas dan lugar a células de memoria, que se generan después de la activación de los linfocitos T y responden a exposiciones futuras del mismo microorganismo (LaboLife,2014).
62. **Linfocitos T CD8+ específicos contra el SARS-CoV-2.** La mayoría de las vacunas actuales contra el SARS-CoV-2 están diseñadas **con base en** una sola proteína viral (la proteína S), lo que reduce el número de epítomos que los linfocitos T pueden reconocer. Como promedio, la proteína espícula tiene entre uno y seis epítomos; si el virus muta en una de estas regiones, es más probable que los linfocitos T citotóxicos no reconozcan a las células infectadas. Los linfocitos T CD8+ tienen en su membrana un receptor (TCR) mediante el que pueden identificar el antígeno de manera específica. Teniendo en cuenta esto, los investigadores buscan desarrollar vacunas más eficaces con el potencial de activar el mayor número posible de linfocitos T mediante diferentes epítomos para tener la mayor protección posible (Cordis, 2021).
63. **Inmunización.** Es el proceso por el que una persona se hace inmune o resistente a una enfermedad infecciosa, por lo general mediante la administración de una vacuna. Las vacunas estimulan el propio sistema inmunitario del cuerpo para proteger a la persona contra infecciones o enfermedades posteriores. (OPS).
64. **Macrófago.** *Célula que inmoviliza y fagocita bacterias, restos de células u otras partículas. También son capaces de funcionar como células presentadoras de antígenos a los linfocitos T CD4+. Los macrófagos también producen citocinas diversas que contribuyen a la*

inflamación y ayudan a activar o modular la actividad de los linfocitos (Chemocare).

65. **Mastocito (célula cebada).** Célula del sistema inmunitario que se genera durante la vida embrionaria y que reside y se reproduce en los tejidos. Produce prácticamente las mismas sustancias que los basófilos y su función es facilitar el proceso de inflamación inicial. Producen citocinas y quimiocinas, que participan en la señalización y comunicación celular.
66. **Médula ósea.** Tejido blando ubicado en el interior de los huesos que es donde se producen todas las células sanguíneas, incluidas las que combaten infecciones (CDC).
67. **Mutación.** Cambio en la secuencia del ADN o del ARN. En términos simples, la mutación no es más que una falta de ortografía en la secuencia del ADN o ARN. Las mutaciones aparecen al azar, pero se establecen en forma permanente cuando hay presión selectiva, dando lugar a una variante. Este es el principio esencial de la evolución de las especies.
68. **Molécula inmunogénica (antígeno).** Aquella extraña a lo propio y que es capaz de desencadenar una respuesta inmune adaptativa.
69. **Nucleótido.** Es la unidad básica de los ácidos nucleicos. El ARN y el ADN son polímeros formados por largas cadenas de nucleótidos. Un nucleótido está formado por una molécula de azúcar (ribosa en el ARN o desoxirribosa en el ADN) unido a un grupo fosfato y una base nitrogenada. Las bases utilizadas en el ADN son la adenina (A), citosina (C), guanina (G) y timina (T). En el ARN, la base uracilo (U) ocupa el lugar de la timina. (Human Genome Research Institute).
70. **Patógeno.** Microorganismo capaz de causar enfermedad. Pueden ser acelulares, como los virus, unicelulares (bacterias, hongos, protozoarios), o multicelulares (helminths).
71. **Péptido de fusión.** Parte de la proteína S, esencial para que el **SARS-CoV-2** pueda entrar a la célula. En la vacuna de células muertas a partir de una bacteria inactivada (*E. coli*) se borra el 29 por ciento de su secuencia genética para sustituirla por el péptido de fusión del virus. Se agrega un plásmido (ADN) que contiene la información genética para crear el péptido de fusión y una proteína transportadora para que lleve el péptido de fusión a la membrana. Este tipo de tecnología se ha utilizado para la vacuna *pertussis* (tosferina).
72. **Periodo medio de incubación.** Tiempo transcurrido entre el día de la infección y la aparición de los primeros síntomas.
73. **Plásmido.** Es una pequeña molécula de ADN circular que a menudo se encuentra en bacterias y otras células. Mediante técnicas de la ingeniería genética, los plásmidos pueden ser separados del cromosoma bacteriano y replicarse, independientemente de ella, lo que permite insertar ADN de un organismo a otros. Estos plásmidos necesitan tener ciertas características para poder ser insertados: ser pequeños, contar con un par de genes de resistencia a antibióticos, como marcadores de clonación, y que posean una región que permita el inicio de la replicación (*oriV*).
74. **Plasma convaleciente.** Plasma sanguíneo que se obtiene de una persona que se ha recuperado de una enfermedad infecciosa, por lo que contiene anticuerpos contra el agente infeccioso a combatir. Puede administrarse mediante transfusión intravenosa para prevenir o tratar la infección en otras personas.
75. **Propagación.** Transmisión de alguna enfermedad o agente infeccioso.
76. **Protección de Inmunidad cruzada.** Cuando alguna vacuna o exposición a un patógeno es capaz de proteger al organismo frente otro nuevo.
77. **Proteína.** Secuencia de aminoácidos unidos entre sí para formar largas cadenas. Las

proteínas están directamente involucradas en los procesos químicos esenciales para la vida. Las proteínas se elaboran en cantidades y tiempos diferentes, según cómo funcionen, donde y cuándo se necesiten y cómo interactúen con otras proteínas dentro de las células. (NCI-NIH).

78. **Proteína S, Espícula, Espiga o Spike.** Proteína específica del virus que interactúa con otra proteína que se encuentra en la superficie de algunas de nuestras células, como las pulmonares, llamada receptor ACE-2, lo que le permite al virus SARS-CoV-2 entrar en las células, donde puede replicarse, multiplicarse, diseminarse y causar la enfermedad (Galit Alter, en Antonio-Vila, L. 2021). La ACE-2 también se encuentra en el intestino, las paredes de los vasos sanguíneos, la pared de las células del corazón y en las células en nuestras vías respiratorias encargadas de oler y saborear.
79. **Proteoma.** Es el total de las proteínas elaboradas por un organismo.
80. **Prueba de reacción en cadena de la polimerasa con transcripción inversa (RT-PCR).** Esta prueba consiste en sintetizar una determinada región del ADN a partir del ARN y de ahí producir muchas copias (amplificar) *in vitro* (en un tubo de ensayo en lugar de un organismo). Se caracteriza por su alta especificidad; es decir, puede diferenciar entre dos microorganismos muy cercanos. Asimismo, su alta sensibilidad permite detectar desde 20 copias/ml -o incluso menos- de material genético viral y es precoz; es decir, detecta el virus desde las primeras fases.
81. **Pruebas de amplificación basada en secuencias de ácidos nucleicos (NASBA).** Técnica que permite la amplificación exponencial de una determinada muestra de material genético (ARN o ADN), más rápida que la PCR y sin requerir equipo especializado. (Vassias, 2007).
82. **Quimiocinas.** Grupo de citocinas producidas por determinadas células inmunitarias y otras células del cuerpo. Las quimiocinas cumplen una función importante en la respuesta inmune, estimulan el movimiento de ciertos tipos de glóbulos blancos y los atraen a las áreas de inflamación para ayudar al cuerpo a combatir infecciones, afecciones inflamatorias y otras enfermedades. Además, sirven para mantener el funcionamiento normal del sistema inmunitario.
83. **Reacción en cadena de la polimerasa (PCR por sus siglas en inglés).** Técnica de biología molecular cuyo objetivo es obtener un gran número de copias de un fragmento de ADN particular. Dentro de sus usos se encuentran la identificación de virus y bacterias causantes de una enfermedad, identificar a personas o hacer investigación científica sobre el ADN.
84. **Refuerzo.** Dosis adicional de vacuna que se aplica periódicamente para estimular la respuesta inmune (CDC).
85. **Replicación del ADN.** Es el proceso mediante el cual se duplica una molécula de ADN. Cuando una célula se divide, en primer lugar, debe duplicar su genoma para que cada célula hija contenga un juego completo de cromosomas (Instituto Nacional de Investigación sobre el Genoma Humano).
86. **Replicón.** Es la unidad del ADN en la cual ocurren actos individuales de replicación; contiene un origen donde comienza la replicación y un final donde ésta se detiene y contiene todos los elementos de control necesarios para la replicación (Química.es).
87. **Resistencia.** Al igual que la resistencia a los fármacos antimicrobianos, la resistencia a las vacunas puede evolucionar cuando el patógeno en cuestión sufre un cambio en su constitución genética, permitiéndole evadir al sistema inmunitario. Sin embargo, para

muchas vacunas, la evolución de la resistencia nunca se ha producido. Por ejemplo, la vacuna contra el sarampión se ha utilizado ampliamente durante décadas sin que el virus presente resistencia a la misma.

88. **Respuesta inmunitaria de memoria.** Aquella que ocurre en una segunda exposición a un agente infeccioso o antígeno. Es más eficiente y de más rápida aparición que la respuesta primaria y está constituida por linfocitos B y T de memoria.
89. **Ribozimas.** Moléculas de ARN capaces de catalizar reacciones bioquímicas concretas de manera similar a como lo hacen las enzimas proteicas
90. **Selección natural de las mutaciones.** Las variantes del SARS-CoV-2 que por azar tengan algunas ventajas adaptativas pueden implantarse, propagarse y, en ocasiones, convertirse en la versión predominante, en un proceso de selección natural, en el que se mantendrán aquellas que presenten cambios que les hagan evitar la acción de los anticuerpos.
91. **Sistema inmunitario (conocido también como inmunológico o inmune).** Es una compleja red de células y proteínas, responsable de defender al organismo contra las enfermedades (principalmente infecciosas). Su función principal es identificar agresiones de agentes extraños (antígenos) en el cuerpo, como bacterias, virus, hongos, parásitos o sustancias tóxicas, así como del interior, como células degeneradas o tumorales, y desarrollar una defensa contra ellas. La respuesta inmunitaria implica la producción de proteínas llamadas anticuerpos y linfocitos T contra los antígenos del agente agresor. La rama adaptativa del sistema inmunitario mantiene un registro de cada antígeno que ha estado presente en el organismo previamente para así reconocer y destruir rápidamente a un agente portador de dicho antígeno, cuando invade nuevamente al cuerpo.
92. **Serotipo.** Una cepa de microorganismos que tienen un conjunto de antígenos en común, que puede causar una infección y que se clasifica de acuerdo a los antígenos que exhibe en su superficie. La diferenciación de los serotipos posibilita distinguir entre microorganismos. Existen distintas poblaciones de una misma especie: cada una puede ser un serotipo específico. El sistema inmunitario puede brindar una respuesta defensiva efectiva contra un serotipo, pero insuficiente frente a otro del mismo microorganismo (Collins dictionary).
93. **Tasa de eficacia.** Representa la reducción porcentual en la frecuencia de infecciones entre las personas vacunadas, en comparación con la frecuencia entre los que no fueron vacunados.
94. **Transmisibilidad.** Capacidad del agente infeccioso para ser transferido directa o indirectamente de una persona infectada a otra, de un animal infectado al ser humano, de un ser humano infectado a un animal, de un animal a otro, incluyendo artrópodos. Algunas enfermedades son más transmisibles durante el período de incubación que durante el curso de ellas propiamente dicho (Organización Panamericana de la Salud).
95. **Vacuna.** Preparación que contiene un antígeno, que es utilizada para conferir inmunidad. Pueden provenir del patógeno a combatir o de alguna parte del mismo.
96. **Vacunación.** Forma sencilla, inocua y eficaz de proteger contra algunas de las enfermedades transmisibles o no, a fin de activar la respuesta del sistema inmune. El esquema actual de vacunas lo protege específica y adecuadamente contra formas graves de tuberculosis, hepatitis B, difteria, tosferina, tétanos, poliomiелitis, sarampión, rubéola y paperas, rotavirus, neumococo y el virus de la influenza.
97. **Vacuna combinada.** Una vacuna que protege contra varias enfermedades.

98. **Variante.** Resultado de mutaciones del ARN viral. Estos cambios pueden ocurrir de manera aleatoria cuando el virus se multiplica y/o dispersa. En el caso del SARS-CoV-2, se han identificado al menos 5 variantes Alfa, Beta, Gama y Delta. La variante Alfa, por ejemplo, es una "variante" de la misma cepa del SARS-CoV-2 de la que hasta el momento se han identificado 23 mutaciones. Preocupan los indicios de que es capaz de infectar a mayor velocidad, aunque esa rapidez no parece ir acompañada de efectos más dañinos en la enfermedad.
99. **Vacunas de ácido nucleico.** Utilizan el material genético del ADN o el ARN que codifican la proteína del virus. Las células del cuerpo utilizan el material genético (ADN o ARN) para producir la proteína del virus y así inducir una respuesta inmune contra ella. Las vacunas Pfizer-BioNTech y Moderna contienen ARNm sintético con el código de la proteína S del SARS-CoV-2. Las vacunas de ARNm no son infecciosas y no ingresan al núcleo de la célula humana, por lo que el ARNm no se puede insertar en el ADN humano. Además, una vez que se inyecta el ARNm en el brazo, se descompone rápidamente y, en teoría, esto reduce las posibilidades de efectos secundarios a largo plazo.
100. **Vacunas de vectores virales.** Son vacunas que contienen un vector viral (adenovirus) inactivado en el cual se inserta ADN que codifica una proteína, en el caso del SARS-CoV-2 la proteína S. El adenovirus no es capaz de reproducirse, por lo que no es infeccioso. Las células que incorporan la vacuna sintetizan la proteína S viral, que funciona como antígeno e induce una respuesta inmunitaria. Las vacunas de este tipo son la de AstraZeneca, Johnson & Johnson, Cansino y Sputnik V.
101. **Vacunas de virus SARS-CoV-2 inactivado.** Contienen virus completos, inactivados mediante tratamiento con formaldehído, lo que les quita la capacidad de infectar y reproducirse. La vacuna china Sinopharm utiliza este método. Aquí el sistema inmunológico está expuesto a todo el virus pero sin la capacidad de causar la infección. Este tipo de vacuna es un poco más lenta de fabricar porque requiere la producción de grandes cantidades del virus, y debe pasar por procesos químicos importantes para asegurar que el producto sea seguro.
102. **Vacunas de subunidades proteicas.** Incluyen proteínas virales purificadas, que son inofensivas, en lugar de todo el patógeno. Estas vacunas necesitan acompañarse de un adyuvante, que es necesario para que las proteínas purificadas sean inmunogénicas y capaces de inducir una respuesta inmunitaria. Su costo es elevado y su producción es lenta. Una vez vacunados, el sistema inmunitario reconoce que las proteínas no pertenecen al cuerpo y comienza a producir linfocitos T y anticuerpos. Si luego de la vacunación la persona se infecta en el futuro, las células de memoria (ver linfocitos B) reconocerán y lucharán contra el virus (CDC, citado por Herfurth, H., 2020).
103. **Virus.** Ente que contiene información genética pero que no se puede replicar por sí mismo, sino que requiere invadir otra célula y utilizar sus mecanismos de reproducción.

TABLA COMPARATIVA DE VACUNAS

Tecnología/Laboratorio o marca	Apropiada para personas con un sistema inmunitario debilitado	Número de dosis personas con un sistema inmunitario débil	Almacenamiento	Otras vacunas que utilizan la misma tecnología
ARNm Pfizer-BioNTech (Comirnaty) Moderna		2 Actualmente se encuentra en estudio la conveniencia de administrar una tercera dosis, principalmente en personas inmuno comprometidas	Pfizer-BioNTech -70°C y hasta cinco días entre 2-8°C. Moderna: 20°C hasta 6 meses y hasta 30 días a 2-81°C.	Ninguna otra
Vector viral Oxford-AstraZeneca CanSino Biologics Sputnik/Gamaleya Johnson & Johnson's Janssen (JNJ-78436735)	Dependiendo del vector viral utilizado	1 a 2	2-8°C	Ébola
Virus completo (No SARS-CoV-2) Sinovac (inactivado) Bharat Biotech (inactivado) Sinopharm (inactivado) Medicago-Inc (partículas no infecciosas de origen vegetal que se asemejan al virus)		2	2-8°C	Tosferina Rabia Hepatitis A. La vacuna contra papiloma virus humano/cáncer cervicouterino, utiliza la técnica de partículas no infecciosas que se asemejan al virus.
Subunidad proteica Novavax Academia de Ciencias China		2	2-8°C	Hepatitis B

Adaptado de <https://wellcome.org/news/what-different-types-covid-19-vaccine-are-there>

FUENTES CONSULTADAS Y BIBLIOGRAFÍA

1. **Agencia Sinc** (2020) Desarrollan un clon infeccioso del SARS-CoV-2 para estudiar su biología molecular. Consultado el 12/05/2021 en <https://www.agenciasinc.es/Noticias/Desarrollan-un-clon-infeccioso-del-SARS-CoV-2-para-estudiar-su-biologia-molecular>.
2. **Antonio-Vila L.** (2021) Guía para comprender cómo funcionan las vacunas contra el COVID-19 Mar 25, en, Cobertura del coronavirus, agencia Red Internacional de Periodistas Ijnet <https://ijnet.org/es/story/gu%C3%ADa-para-comprender-c%C3%B3mo-funcionan-las-vacunas-contra-el-covid-19>.
3. **Avendaño C.** (2006) Interferones: tipos y acciones. En Revista de Gastroenterología y Hepatología. Consenso para el tratamiento de las Hepatitis B y C. Virus de la Hepatitis C. 2Vol. 29. Núm. 5. páginas 125-128. Octubre, consultado el 19 de junio de 2021 en <https://www.elsevier.es/es-revista-gastroenterologia-hepatologia-14-pdf-13097645>
4. **Better Health Channel.** Immune system explained. The Victoria State government, Department of Health, Australia, en, <https://www.betterhealth.vic.gov.au/health/conditionsandtreatments/immune-system#bhc-content>.
5. **British Society of Immunology**, Viral mutation, <https://www.immunology.org/search/node/viral%20mutation>.
6. **Cochrane.org**, en <https://www.cochrane.org/es/>
7. **Chemocare** El Sistema inmunitario. Información acerca de linfocitos, células dendríticas, macrófagos y leucocitos, consultado el 19/06/21 en <http://chemocare.com/es/chemotherapy/what-is-chemotherapy/el-sistema-inmunitario.aspx>
8. **Centro de Control de Enfermedades de los Estados Unidos (CDC)**, Glossary, vaccines and Immunization, [cdc.gov/vaccines/terms/glossary.html](https://www.cdc.gov/vaccines/terms/glossary.html), consultado el 13 de junio de 2021.
9. **Collins dictionary.com** Definition of 'serotype' <https://www.collinsdictionary.com/dictionary/english/serotype>.
10. **Elsevier Connect** (2020) Tipos de inmunidad adaptativa, la respuesta 'mutante' contra la infección, en <https://www.elsevier.com/es-es/connect/medicina/edu-tipos-de-inmunidad-adaptativa>
11. **Gamba G.** (2021) La inmunidad contra SARS-CoV-2 podría ser permanente. Consejo Consultivo de Ciencias, consultado el 7 de junio de 2021 en <http://www.ccciencias.mx/es/ciencia-y-opinion/item/868-inmunidad-permanente.html>
12. **Gavi.** The Vaccine Alliance (2019) There are four types of COVID-19 vaccines: here's how they work, consultado el 26,05,2021 en <https://www.gavi.org/vaccineswork/there-are-four-types-covid-19-vaccines-heres-how-they-work>.
13. **Herfurth H.,** (2020) Learn relevant terminology for the COVID-19 vaccine rollout. UAB News. University of Alabama at Birminham, <https://www.uab.edu/news/health/item/11769-learn-relevant-terminology-for-the-covid-19-vaccine-rollout>.
14. **Hernández, R. E., et. al.** (2020) Vacunas para COVID-19: Estado actual y perspectivas para su desarrollo. NOVA. 2020; 18 (35): 65-72, en <http://www.scielo.org.co/pdf/nova/v18nspe35/1794-2470-nova-18-spe35-67.pdf>
15. **Hernández S.** (2021) Covid-19 y mutaciones: ¿por qué están apareciendo variantes del nuevo coronavirus? Agencia EFE https://www.madrimasd.org/notiweb/noticias/covid-19-mutaciones-por-que-estan-apareciendo-variantes-nuevo-coronavirus#utm_source=notiweb_newsletter&utm_medium=email&utm_campaign=noti1_21jan21-variantes-nuevo

coronavirus#utm_source=notiweb_newsletter&utm_medium=email&utm_campaign=noti1_21jan21.

16. **Hernández et al.** Vacunas (2020) COVID-19: Estado actual y perspectivas para su desarrollo, en Nova Publicación científica de Ciencias Biomédicas, <https://doi.org/10.22490/24629448.4188>, en <http://www.scielo.org.co/pdf/nova/v18nspe35/1794-2470-nova-18-spe35-67.pdf>.
17. **Indwiani A. y Ysrafil Y.** (2020) Severe Acute Respiratory Syndrome Coronavirus 2 (SARS-CoV-2): An overview of viral structure and host response. Elsevier Public Health Emergency Collection. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC7165108/>
18. **Instituto Nacional del Cáncer (NCI)** por sus siglas en inglés), Diccionario de cáncer del NCI, en <https://www.cancer.gov/espanol/publicaciones/diccionarios/diccionario-cancer/buscar/Inmuno%20ensayos/?searchMode=Begin>.
19. **Instituto Nacional del Cáncer.** Recursos sobre la Covid-19, Proteoma, en <https://www.cancer.gov/espanol/publicaciones/diccionarios/diccionario-cancer/def/proteoma>.
20. **Lumley Sheila F., O'Donnell Denise, Stoesser E Nicole, et. al.** Antibody Status and Incidence of SARS-CoV-2 Infection in Health Care Workers, en <http://www.madrimasd.org/blogs/virusemergentes/2021/04/sobre-la-probabilidad-de-reinfeccion-por-sars-cov2/>.
21. **LABO'LIFE (2014)** "Los linfocitos T, mediadores de la inmunidad celular". [misistemaimune.es.](https://www.misistemaimune.es/), en <https://www.misistemaimune.es/inmunologia/componentes/los-linfocitos-t-mediadores-de-la-inmunidad-celular>.
22. **Ridenhour, B., Kowalik, J. M. and Shay, D.K.** (2018) "El número reproductivo básico (R0): consideraciones para su aplicación en la salud pública", en NCBI Resources. American Journal of Public Health. December; 108 (Suppl 6): S455–S465. Published online 2018, December. Spanish. doi: 10.2105/AJPH.2013.301704s.
23. **National Human Genome Research Institute.** Glosario. en <https://www.genome.gov/es/genetics-glossary/>
24. **Op.cit.**, Mutación, <https://www.genome.gov/es/geneticsglossary/Mutacion#:~:text=%E2%80%8BMutaci%C3%B3n&text=Una%20mutaci%C3%B3n%20es%20un%20cambio,mut%C3%A1genos%2C%20o%20infecci%C3%B3n%20por%20virus>.
25. **Oficina Panamericana de la Salud.** Brote de enfermedad por el Coronavirus (COVID-19), en https://www.paho.org/es/temas/coronavirus/brote-enfermedad-por-coronavirus-covid-19?gclid=CjwKCAjwnPOEBhA0EiwA609ReU9MaheIO79JON6msSdehNbZgffUEvV7lvSZ0xm09HYKn4kanXkBoCKikQAvD_BwE.
26. **Organización Mundial de la Salud,** Temas de Salud, Vacunas, en <https://www.who.int/topics/vaccines/es/>
27. **Organización Panamericana de la Salud.** Inmunización, en <https://www.paho.org/es/temas/inmunizacion#:~:text=La%20inmunizaci%C3%B3n%20es%20el%20proceso%20contra%20infecciones%20o%20enfermedades%20posteriores.>
28. **Op. Cit.** <https://www.paho.org/es/inmunizaci%C3%B3n/cadena-frio>
29. **Organización Panamericana de la Salud.** Taller sobre planificación, administración y evaluación. Oficina Sanitaria Panamericana, Oficina Regional de la Salud. Glosario. Programa ampliado de inmunizaciones, en <https://iris.paho.org/bitstream/handle/10665.2/3300/Taller%20sobre%20planificacion%2C%20administracion%20y%20evaluacion%20Glosario.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
30. **Química.es ()** Enciclopedia. Genética. en <https://www.quimica.es/enciclopedia/Replic%C3%B3n.html>.
31. **Quintero, S. D. O. Ruiz, P. J. A.** (2018) Eventos adversos y problemas relacionados con medicamentos interferones reportados en Bogotá D.C. 2008 – 2017. Tesis de grado Universidad de Ciencias Aplicadas y Ambientales-U.D.C.A. Vicerrectoría de Investigaciones Facultad de Ciencias Química y Farmacéutica. Bogotá D.C.
32. **Ryding, S.** ¿What is viral load? Reviewed by Sophia Coveney. News Medical Life Sciences, en <https://www.news-medical.net/health/What-is-Viral-Load.aspx>
33. **Sánchez L.** Animal político (2021) Coronavirus, cuál es la diferencia entre mutaciones, variantes y una cepa, en <https://www.bbc.com/mundo/noticias-55676577>.
34. **Santos, J. I.** (2013) Conceptos de vacunas: inmunogenicidad, eficacia, efectividad, en https://www.sabin.org/sites/sabin.org/files/01%20Dic%2012_00%20Dr.%20Santos_Conceptos%20de%20vacunas.pdf.
35. **Schoch D.** (2021) Distorted, Bizarre Food Smells Haunt Covid Survivors. Health, New York Times, <https://www.nytimes.com/2021/06/15/health/covid-smells-food.html>, consultado el 17 de junio de 2021.
36. **Servicio de Información Comunitario sobre Investigación y Desarrollo, Cordis** (2021) Las mutaciones

del SARS-CoV-2 obstaculizan la función de los linfocitos asesinos, 23-03-21, en www.madrimasd.org/notiweb/noticias/las-mutaciones-sars-cov-2-obstaculizan-funcion-los-linfocitos-asesinos.

37. **Servicio de Información Comunitario sobre Investigación y Desarrollo, Cordis** (2013) Información sobre la estructura de las ribozimas, consultado el 24 de agosto de 2021 en <https://cordis.europa.eu/article/id/181001-insight-into-ribozyme-structure/es>.
38. **Wikipedia.es** Efecto Colateral, en medicina (2021). <https://es.wikipedia.org/wiki/Colateral#:~:text=Efecto%20colateral%2C%20o%20reacci%C3%B3n%20adversa,o%20para%20modificar%20funciones%20fisiol%C3%B3gicas>
39. **Wellcome.org** Coronavirus Covid-19 Vaccines. Explainer (2021) *What different types of Covid-19 vaccine are there?* consultado el 22/05/21 en <https://wellcome.org/news/what-different-types-covid-19-vaccine-are-there>.
40. **Zimmer, M.** Claves (2021) para detectar información errónea en las coberturas sobre ciencia. Fact Checking y verificación de noticias, Ijnet, Red Internacional de Periodistas. 29-03-21. consultado el 3/05/21 en <https://ijnet.org/es/story/claves-para-detectar-informaci%C3%B3n-err%C3%B3nea-en-las-coberturas-sobre-ciencia>