





Para jugar con la ciencia en la salud

Grupo Quark



# Para jugar con la ciencia en la salud

## Grupo Quark

Bertha Michel Sandoval  
Miguel García Guerrero  
Viridiana Esparza Manrique  
(coordinadores)



Juan Pablos Editor  
Universidad Autónoma de Zacatecas

México, 2023

Esta publicación es posible gracias al apoyo del Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología al proyecto “InspirArte en la Ciencia Recreativa” (315579), en la convocatoria para el Establecimiento de una Red de Acceso Universal al Conocimiento Científico, Tecnológico y Humanístico a través del Arte. Este libro fue arbitrado por pares académicos.

---

Para jugar con la ciencia en la salud / Bertha Michel Sandoval, Miguel García Guerrero y Viridiana Esparza Manrique, coordinadores ; Grupo Quark. - - México : Universidad Autónoma de Zacatecas : Juan Pablos Editor, 2023

1a. edición

99 p : ilustraciones ; 14 x 21 cm

ISBN: 978-607-555-181-4 Universidad Autónoma de Zacatecas

ISBN: 978-607-711-719-3 Juan Pablos Editor

T. 1. Ciencia - Literatura juvenil

T. 2. Salud - Literatura juvenil

Q163 P37

---

PARA JUGAR CON LA CIENCIA EN LA SALUD

Bertha Michel Sandoval, Miguel García Guerrero,

Viridiana Esparza Manrique

(coordinadores)

Primera edición, 2023

D.R. © 2023, Universidad Autónoma de Zacatecas “Francisco García Salinas”

Torre de Rectoría, 3-piso, Campus UAZ Siglo XXI

Carretera Zacatecas-Guadalajara Km. 6

Col. Ejido La Escondida, C.P. 98000, Zacatecas, Zac.

<investigacionyposgrado@uaz.edu.mx>

D.R. © 2023, Juan Pablos Editor, S.A. de C.V.

2a. Cerrada de Belisario Domínguez 19, Col. del Carmen

Alcaldía de Coyoacán, Ciudad de México, 04100

<juanpabloseditor@gmail.com>

Diseño de portada: Juan Pablos Editor

ISBN: 978-607-555-181-4 Universidad Autónoma de Zacatecas

ISBN: 978-607-711-719-3 Juan Pablos Editor

Impreso en México/Reservados los derechos

Juan Pablos Editor es miembro de la Alianza

de Editoriales Mexicanas Independientes (AEMI)

Distribución: TintaRoja <www.tintaroja.com.mx>

# Índice

Introducción	9
Pulmón y diafragma <i>Miguel García Guerrero</i>	11
Microscopio casero <i>Marco Esauí Rivera Jáquez, Omar Eduardo Rosales Valadez y José Castillo</i>	17
Microbios por doquier <i>Gemma Nereida Martínez Báez</i>	23
Manos limpias, cuerpos sanos <i>Gemma Nereida Martínez Báez</i>	27
Granja de bacterias <i>Ilse Magdalena García Nava y Antonio Cabral Valdez</i>	33
Ideas virales <i>Manuel Mauricio Jasso Ortiz</i>	41
Gotas de virus <i>Maria Márquez Trejo</i>	49

Señalización de invasores <i>Miguel García Guerrero</i>	55
Bombitas efervescentes <i>Amelia de las Maravillas Rodríguez Pinedo</i>	63
Ganchito regulador <i>Amelia de las Maravillas Rodríguez Pinedo</i>	69
¡Nanopartículas de plata al ataque! <i>Amelia de las Maravillas Rodríguez Pinedo</i>	75
Diseña tu vacuna de RNA <i>Luis Steven Servín González</i>	81
El mítico brazo magnetizado <i>Miguel García Guerrero</i>	93

## Introducción

Casi todo el mundo conoce la historia de un genio que ofrece, al que lo libere de una prisión, uno de tres dones a escoger. El primero es un montón de dinero, el segundo es mucho poder y el tercero es salud, salud para siempre. Había quién escogía el dinero y terminaba perdiendo en la persecución del poder y en la lucha contra la enfermedad. Había quien elegía el poder para acabar subyugado por el dinero y la dolencia. Y había otros, más inteligentes, que se decidían por la salud y terminaban viviendo vidas largas y productivas. La salud es el don que escogen los sabios.

Los años de la pandemia hicieron dolorosamente obvia la importancia que tiene la salud en todos los planos de nuestro entorno. Vimos cómo un enemigo invisible trastornó nuestra forma de vida, deshizo la economía y —a nivel global—, nos arrebató millones de vidas.

Esos tiempos también evidenciaron el hecho de qué poco sabemos —y hacemos— sobre el cómo funciona nuestro cuerpo, qué amenazas enfrenta y cómo deberíamos mejorar sus posibilidades de alcanzar la victoria en las batallas que a diario libra nuestro sistema inmune.

Si a ello agregamos el montón de información facciosa que venía de todos lados, incluido el sector oficial, los mitos, las falsas expectativas y las “curas milagrosas”, tenemos lista la receta para el desastre. Y el desastre llegó. Algunos consideran que era algo inevitable, pero el hecho es que, si hubiésemos estado más preparados, el escenario final habría sido diferente.

“Esperar siempre lo mejor y prepararnos para lo peor”, decían los abuelos. Y la forma de alistarnos es siempre el conocimiento. Entender el porqué de las cosas es la mejor herramienta para combatir aquello que nos hiere o nos ataca.

Este libro tiene como propósito presentar una serie de actividades de divulgación relacionadas con temas de salud. En ellas podemos encontrar desde modelos del funcionamiento de órganos como el pulmón (en tendencia pandémica) hasta la forma en que descubrimos el mundo de las bacterias y los virus, así como su posible acción patógena.

No pretende ser un tratado exhaustivo acerca de la salud. Lo que busca es despertar la curiosidad del tema, al mismo tiempo que nos ofrece información tanto de elementos básicos como aspectos novedosos en la lucha contra las enfermedades.

Como de costumbre, las actividades que encontrarán en este libro utilizan material que, en su mayoría, o es reciclado o puede encontrarse en casa. La idea es facilitar su reproducción y alentar la retroalimentación por parte de educadores y participantes.

Finalmente, esperamos que la lectura y recreación de las actividades que aquí ofrecemos resulten en una experiencia gozosa e interesante.

# Pulmón y diafragma

Miguel García Guerrero

## PRINCIPIOS A REVISAR

Estructura del sistema respiratorio, funcionamiento del diafragma, presión.

## MATERIAL

- 1 botella de refresco de 2.5 l (vacía)
- 1 globo del número 9
- 1 globo del número 20 (se puede sustituir por una bolsa de plástico)
- 1 rollo de cinta de aislar
- 20 cm de tubo poliducto corrugado de  $\frac{3}{4}$ "
- $\frac{1}{2}$  barra de plastilina
- 1 tijeras

## PROCEDIMIENTO

Elaboración del modelo de pulmones (se recomienda tener varios modelos para trabajar en equipos).

1. Usa las tijeras para recortar la parte inferior de la botella, eliminando 10 cm desde la base.

2. Coloca el globo del número 9 como tapón de un extremo del tubo corrugado.
3. Sella el contacto entre el globo y el tubo con la cinta de aislar.
4. Coloca el tubo corrugado en la botella, de manera que el globo quede en el centro y el extremo descubierto sobresalga unos 5 cm.
5. Usa la plastilina para tapar el espacio libre entre el tubo y la boca de la botella. Asegúrate que no entre nada de aire, cubriendo todo con dos capas de cinta de aislar.
6. Recorta la boca y el cuello del globo del número 20.
7. Usa este globo grande para tapar el hueco en la parte inferior de la botella. Sella todo con dos capas de cinta de aislar.

### DESARROLLO DE LA ACTIVIDAD

1. Forma equipos con los participantes y entrégales un modelo de pulmón a cada uno.
2. Explica que con ayuda de este modelo podremos entender el proceso de respiración, por tanto, hay que tener en cuenta que el tubo corrugado representa la tráquea, el globo pequeño es un pulmón y el globo grande simula el diafragma.
3. Reta a los participantes a encontrar diferentes formas de inflar el “pulmón” y elegir cuál les parece más similar a lo que ocurre en nuestro cuerpo.
4. Indica que la clave del proceso se encuentra en el diafragma. Si jalan el globo grande hacia abajo es como cuando el diafragma se contrae, y si lo empujan hacia arriba, es como cuando se relaja. Pide que realicen esta dinámica para explorar lo que pasa en nuestro interior cuando respiramos.

### PREGUNTAS

- ¿Cuál es la principal sustancia que debe entrar a nuestro cuerpo para mantenernos vivos?
- ¿Cómo hacemos para que el aire entre a los pulmones?

- ¿Sabes qué parte de tu cuerpo controla la respiración?
- ¿Succionamos el aire o alguien lo empuja hacia nosotros?

### MARCO TEÓRICO

El oxígeno es un elemento esencial para la vida de los seres humanos. Necesitamos que la sangre lo transporte a los diferentes órganos y músculos para que puedan realizar sus funciones. El oxígeno representa el 21% de la atmósfera, por lo que cada vez que respiramos, lo tomamos del aire que nos rodea. Por eso, el proceso que permite el ingreso de aire al organismo y su paso a la sangre reviste gran importancia.

Los pulmones son el órgano en el que ocurre el intercambio de gases entre el aire y la sangre. En su interior, tienen los alvéolos, estructuras que ayudan a que el oxígeno que llega del aire pase a la sangre y extraen el dióxido de carbono que llega en ella como resultado de los diferentes procesos metabólicos en el organismo. Claro que, para que todo esto ocurra, primero debemos lograr que los pulmones se llenen de aire.

Para que un fluido, sea un líquido o un gas, entre en nuestro cuerpo se debe ejercer una presión mayor a la que hay en los pulmones. La presión se define como una fuerza distribuida en un área. Al distribuir el peso de toda la capa de aire que rodea a la Tierra (atmósfera) sobre la superficie del planeta tenemos la presión atmosférica y, siempre que estemos a la misma altura sobre el nivel del mar, se mantiene prácticamente constante. Así, el ingreso y salida de aire de nuestro cuerpo requieren disminuir y aumentar la presión dentro de los pulmones.

El diafragma se encarga de realizar estos cambios de presión. Este músculo se encuentra justo debajo de los pulmones y, cuando se contrae, aumenta el tamaño de la caja torácica. Los pulmones aumentan su volumen, pero con la misma cantidad de aire, con lo que se reduce su presión y la mayor presión de afuera permite que entre aire. Cuando el diafragma se relaja y vuelve a su posición inicial, empuja a los pulmones y los obliga a disminuir su tamaño

(aumenta la presión); con esto se vence la resistencia exterior para expulsar el aire.

### ABORDAJE SUGERIDO

La respiración es un aspecto vital para todas las personas, pero es tan natural que no siempre nos detenemos a pensar en cómo funciona. Al hablar de las partes de nuestro cuerpo involucradas en la respiración, lo más probable es que salgan a colación la nariz, la boca o los pulmones, pero hay un músculo escondido que pocas veces recibe el mérito que merece: el diafragma.

Como es imposible ver o sentir directamente al diafragma en acción, necesitamos un modelo que nos ayude a entenderlo mejor. Nuestra botella representa la caja torácica, con los pulmones en su interior (globo pequeño), y el diafragma (globo grande) debajo. Para que entre el aire tenemos que contraer el diafragma (jalar el globo grande), para bajar la presión en los pulmones y que la presión del exterior los llene. Para exhalar, se relaja el diafragma (dejar de jalar el globo), lo que aumenta la presión en los pulmones y vence la presión exterior para expulsar el aire.

El proceso es simple, pero rara vez pensamos en él porque el diafragma está escondido justo entre los pulmones y la cavidad abdominal, donde se encuentran los intestinos, el estómago, el hígado, etc. Curiosamente, si queremos ayudar al diafragma para hablar más fuerte es necesario empujar con el estómago (el abdomen). De esta manera, el empuje para expulsar el aire de los pulmones no proviene únicamente de ese músculo que se relaja, sino que lo apoyan los músculos abdominales para lograr un mayor impulso y potencia en la salida de aire.

### DATOS CURIOSOS

El hipo aparece cuando nuestro diafragma se contrae sin nuestro control; en ese caso, sus movimientos no ocurren sólo como parte

de la respiración, sino que se producen de manera involuntaria. Una de las causas del hipo son los cambios súbitos de temperatura, especialmente cuando nos exponemos al frío, por lo que un remedio útil consiste en aplicar calor justo entre el pecho y abdomen.

### REFERENCIAS

- Fisiomedit (2021), “El diafragma motor de nuestro equilibrio”, disponible en <<https://fisiomedit.com/noticias/el-diafragma-motor-de-nuestro-equilibrio/>>.
- MedlinePlus (2021), “Diafragma y pulmones”, disponible en <[https://medlineplus.gov/spanish/ency/esp\\_imagepages/19380.htm](https://medlineplus.gov/spanish/ency/esp_imagepages/19380.htm)>.
- Universidad de Granda (s.f.), “Músculo: diafragma”, disponible en <<http://www.ugr.es/~dlcruz/musculos/musculos/diafragma.htm>>.



# Microscopio casero

Marco Esaú Rivera Jáquez,  
Omar Eduardo Rosales Valadez,  
José Castillo

## PRINCIPIOS A REVISAR

Microscopía, refracción de la luz, estructura celular.

## MATERIAL

- 1 Jeringa de plástico (sin aguja)
- 2 Vasos (más largos que la jeringa)
- 1 Clip por cada participante (de preferencia plastificado)
- 1 Láser rojo de baja potencia (también funciona con otros colores)
- 1 Hoja blanca de tamaño carta
- ½ litro de agua purificada

## PROCEDIMIENTO

1. El inicio de la actividad requiere colocar los vasos como base para nuestro microscopio; deben estar uno al lado del otro, con una separación de 2 cm, de forma que la jeringa pueda sostenerse en medio de los vasos con un ala en cada uno).

2. Llena uno de los vasos con el agua, la cual servirá para rellenar la jeringa conforme avance la actividad.
3. Llena la jeringa con agua y colócala en su lugar entre los vasos.
4. Coloca la botella de agua unos 15 cm detrás de los vasos y recarga en ella la hoja blanca. Esto servirá de pantalla para las imágenes del microscopio.
5. Empuja el émbolo de la jeringa levemente, de manera que sobresalga una gota en la boquilla de la jeringa.
6. Apunta la luz del láser a través de la jeringa, moviéndola hacia abajo hasta que el rayo pase a través de la gota. La luz deberá proyectarse en la pantalla y, como el agua está purificada, apenas se verán bacterias.
7. Pide a un participante que pase su lengua por todo el interior de su boca, incluyendo el paladar, los dientes y las encías durante 15 segundos.
8. Desdobra el clip y pide al participante que deslice un extremo del clip por la punta de su lengua.
9. Pon en contacto el mismo extremo del clip en la gota que sobresale de la jeringa.
10. Repite el paso 6 y destaca que ahora encontramos una mayor cantidad bacterias en el agua.
11. Explica algunas de las cosas que se observan.
12. Expulsa la gota “contaminada” al vaso vacío y repite los pasos 5, 7, 8, 9 y 10 con diferentes participantes.

## PREGUNTAS

- ¿Qué crees que estamos observando en el agua contaminada?
- ¿Sabías que tu boca está llena de bacterias?
- ¿De qué crees que estén hechas las bacterias?
- ¿Sabes que es una célula?
- ¿Cuál crees que sea el tamaño de una célula?
- ¿Sabes que es un microscopio?
- ¿Cómo crees que funciona un microscopio?

## MARCO TEÓRICO

La refracción es el cambio de dirección que experimenta un rayo de luz al pasar de un medio a otro. Esta “desviación” se debe a que la velocidad de la luz no es la misma en todos los medios, por lo que el grado en que cambiará la dirección del rayo depende de la proporción entre las velocidades de los dos medios: si la velocidad de la luz en los dos medios es parecida, la desviación será ligera, y si hay una diferencia sustancial, será notoria el cambio de dirección.

Las lentes ópticas son objetos transparentes, normalmente hechos de vidrio, que aprovechan la refracción para enfocar o dispersar los rayos de luz. Todas las lentes tienen cierta curvatura que logra el efecto deseado: las cóncavas (curvatura hacia dentro) dispersan los rayos de luz, mientras las convexas (con curvatura hacia afuera) sirven para concentrar la luz en un punto (foco), lo que nos permite observar imágenes amplificadas. Esta propiedad hace que las lentes convexas se usen en aparatos ópticos como lupas, microscopios y telescopios.

El microscopio es un instrumento utilizado por el ser humano para observar pequeños objetos y seres que no se podrían apreciar a simple vista, o no es posible ver a detalle. Este aparato fue creado por Zacharias Janssen en 1590 y perfeccionado por Anton Van Leeuwenhoek en el siglo XVII.

Hay muchos tipos de microscopios con los cuales se pueden observar diferentes seres vivos, de diferente tamaño, por ejemplo: el microscopio compuesto que permite ver células, bacterias, etc. O el microscopio de disección que permite ver insectos mucho más a detalle.

El microscopio está compuesto por varias partes de las cuales se destacan tres: los objetivos, el ocular y el diafragma.

## LOS OBJETIVOS

En la mayoría de los microscopios se encuentran estos lentes los cuales determinan qué tan grande se puede observar una muestra

por ejemplo: en el microscopio compuesto hay cuatro objetivos con un aumento de 4X, 10X, 40X y 100X.

### *OCULAR*

El ocular es la parte de los microscopios en donde se observa la muestra, el lente tiene un aumento del 10X. El aumento de los objetivos se multiplica por el del ocular para darnos como resultado cuantas veces más grande se observa la imagen del objeto.

### *DIAPHRAGMA*

El paso de luz en un microscopio es muy amplio, ya que se usa un foco muy intenso, pero no se observa directamente con la luz del foco para no perjudicar la muestra o la vista de la persona. Para corregir este problema existe el diafragma, el cual regula la luz proveniente del foco (y filtra el exceso) con un pequeño orificio en el centro que se puede hacer más grande o más pequeño.

Las bacterias son microorganismos unicelulares pertenecientes al reino taxonómico Monera, su composición bioquímica, anatómica y fisiología específicas los separan claramente de organismos de los demás reinos. Por lo general, estos microorganismos miden entre 0,5 y 5 micrómetros de longitud. Son los organismos vivos más abundantes en la Tierra ( $5 \times 10^{30}$  en total), 40 millones en un gramo de tierra y hasta un millón en un mililitro de agua dulce.

Todas las bacterias se encuentran en el dominio de las procariotas, es decir, que no tienen un núcleo celular por lo que su ADN está en el citoplasma. En los animales y plantas las células son eucariotas, su estructura es más complicada porque su ADN sí se encuentra en un núcleo celular y la cantidad de organeros que poseen es mayor.

### **ABORDAJE SUGERIDO**

Nuestro cuerpo está formado principalmente por pequeñas partes llamadas células, las cuales miden entre uno y cien micrómetros

aproximadamente, dependiendo de su función en el organismo, y tenemos billones de ellas en nuestro cuerpo. Las células no sólo forman a los seres humanos, sino que también son las unidades que componen a todos los seres vivos: sean plantas, insectos, reptiles, hongos o incluso las bacterias que nos causan enfermedades.

Cuando el láser apunta a la gota ocurre un fenómeno llamado dispersión refractiva: el conjunto de rayos que llegaron a la gota bien alineados se separan por la combinación de la refracción de la luz (que desvía los rayos cuando pasan de un medio a otro) y la curvatura de la gota que hace que los rayos que entraron con una pequeña diferencia de posición entre ellos salgan en direcciones distintas. Esto es similar a la forma en que las gotas de lluvia separan la luz del Sol en los colores del arcoíris, sólo que aquí tenemos luz de un solo color que viene del láser.

Gracias a este fenómeno, el agua sirve como un lente que aumenta la imagen de la muestra al proyectarla en la pantalla que creamos con la hoja. Una ventaja extra de usar el láser es que el rayo de luz ya está condensado, que evita el riesgo de perder la ubicación de la muestra por exceso de luz.

En nuestro microscopio casero, la gota sirve como lente, el láser es un diafragma y la pantalla cumple la función del ocular.



# Microbios por doquier

Gemma Nereida Martínez Báez

## PRINCIPIOS A REVISAR

Microbios, contagio por contacto, propagación y dispersión de microbios.

## MATERIAL

- 1 paquete pequeño de diamantina de cualquier color.
- 10 objetos que se puedan limpiar fácilmente como un teléfono celular, la superficie de una mesa, un plumón, un vaso, etc. (los 10 objetos sirven perfectamente para un grupo completo de personas).

## PROCEDIMIENTO

1. Que los participantes vacíen una pequeña cantidad de diamantina en sus manos y las froten para extenderla por las palmas, ésta representará a los microorganismos.
2. Observar que la diamantina no se quita fácilmente, preguntar qué pasaría si se tocan diferentes cosas con las manos llenas de diamantina.
3. Animarlos a tocar superficies, objetos o incluso las manos de otras personas para observar lo que pasa.

## PREGUNTAS

- ¿Qué es un microbio?
- ¿Cómo se contagian los microbios?

- ¿Crees que los microbios sobreviven mucho tiempo en las superficies?
- ¿Cómo viajan los microbios?

### MARCO TEÓRICO

A lo largo de la historia de la humanidad se han detectado diferentes enfermedades y padecimientos que han aquejado a nuestros antepasados, muchos de estos debido a microorganismos que son capaces de cambiar la fisiología de nuestro cuerpo, alterándolo y causando una respuesta inmune ante esto.

En la actualidad, se han identificado los microorganismos causantes de tales afecciones y se han creado medicamentos que ayudan a nuestro cuerpo a responder ante ellos. Sin embargo, antes no se tenía conocimiento de lo que sucedía o que lo que causaba enfermedades, e inclusive muertes, fueran organismos tan pequeños que a simple vista no se ven y que podemos tenerlos en la palma de las manos.

El contagio por contacto es una fuente de infección importante, por lo que es fundamental señalar e identificar la propagación de virus, bacterias y parásitos a través del contacto con superficies, personas y animales.

El planteamiento de que las manos limpias o sucias cumplen un papel importante en la transmisión de gérmenes durante la atención clínica se identificó por primera vez en 1847 en Viena, por Ignaz Philipp Semmelweis, quien es conocido como el creador de los procedimientos antisépticos. Él propuso lavarse cuidadosamente las manos con una solución de hipoclorito cálcico cuando trabajaba en la Primera Clínica Obstétrica del Hospital General de Viena. Semmelweis observó que la mayoría de mujeres embarazadas que morían en el parto era a causa de la sepsis puerperal o fiebre del parto, una infección grave que afecta a todo el organismo y provoca una respuesta inflamatoria general. Esta infección podría ser fácilmente prevenida con una adecuada desinfección de manos y asepsia en el lugar del parto.

Hasta después que Semmelweis murió se reconoció su teoría. Ahora los médicos y personal de salud conocen perfectamente la importancia de un buen lavado de manos para evitar enfermedades, incluso, nosotros, sabemos que después de ir al baño hay que lavarse las manos.

Sin embargo, a finales del año 2019, personas alrededor del mundo comenzaron a ser diagnosticadas con la enfermedad llamada Covid-19, una infección causada por el nuevo coronavirus SARS-CoV-2. La transmisión directa del SARS-CoV-2 de persona a persona es la forma más común de contagio, aunque se han sugerido otras vías de transmisión. El virus contenido en pequeñas gotas puede depositarse sobre superficies inertes (llamadas fómites) y mantener su capacidad infecciosa por periodos de tiempo de hasta cinco días dependiendo de la carga viral y el material en el que se encuentre (Barrera-Núñez *et al.*, 2021).

La Organización Panamericana de la Salud señala que las manos se convierten en vehículo y mecanismo de transmisión de diversos microorganismos por contacto. Por ejemplo, cuando una persona tiene gripa y tose puede “lanzar” al ambiente hasta 3.000 gotas de secreciones, y en ellas pueden encontrarse diversos tipos de gérmenes, que pueden sobrevivir hasta 30 horas en superficies, dependiendo del material y el tipo de microorganismo.

En el campo de la atención médica, también se ha documentado que es posible transmitir una infección indirectamente al tocar objetos contaminados con microorganismos que proceden de un paciente infectado (por ejemplo, estetoscopios o termómetros) o superficies del entorno del paciente (como barandales de las camas) y, posteriormente, transmitirla a otros pacientes e incluso al mismo personal de salud.

### ABORDAJE SUGERIDO

¿Sabes que es un microbio o un microorganismo? Los microbios son organismos tan pero tan pequeños que no podemos verlos a simple vista. Algunos de ellos pueden ser muy peligrosos, pues si

entran a nuestro cuerpo podemos enfermarnos fácilmente. Entonces, si los microbios pueden enfermarnos, ¿dónde creen que se encuentren los microbios? Comúnmente los encontramos en cada superficie que tocamos. Pero no siempre nos enfermamos al tocar un simple objeto; para enfermarnos es necesario que nuestras manos estén muy sucias, es decir, que hayamos tenido contacto con tantas cosas y que muchas personas las hayan tocado.

Realizaremos un juego con nuestro paquete de diamantina para ver qué pasa si la tenemos en las manos, observando que no se puede quitar fácilmente. ¿Qué creen que suceda si tocamos otros objetos o las manos de otras personas? ¿Creen que se les pegue la diamantina?

Este experimento nos demostrará la manera en que los microbios viajan y nos logran contagiar, mediante la diamantina que representará los microbios mismos.

## REFERENCIAS

- Barrera-Núñez, D.; L. Torres-Ibarra, L. León-Maldonado, D. Stern, T. Barrientos-Gutiérrez y L. López-Carrillo (2021), “Revisión rápida de la transmisión del SARS-CoV-2 por contacto con objetos y superficies”, en *Salud Pública Mex.*, núm. 63, pp. 126-135.
- Castañeda-Narváez, J.L. y H.G. Hernández-Orozco (2016), “Lavado (higiene) de manos con agua y jabón”, en *Acta Pediatr Mex.*, vol. 37, núm. 6, pp. 355-357.

# Manos limpias, cuerpos sanos

Gemma Nereida Martínez Báez

## PRINCIPIOS A REVISAR

Eliminación de microorganismos, higiene, lavado correcto de manos.

## MATERIAL POR PARTICIPANTE

- 1 par de guantes de látex o nitrilo del tamaño adecuado al participante.
- 1 bote pequeño de pintura acrílica o para niños de cualquier color fuerte.
- 1 recipiente o plato que se pueda ensuciar.

## PROCEDIMIENTO

1. Repartir material en el grupo.
2. Abrir el envase de pintura.
3. Colocarse los guantes en las manos cuidando no romperlos.
4. Poner el recipiente en un lugar plano y espacioso, después vaciar un poco de pintura en alguna de las manos de cada participante.
5. Comenzar a frotar las manos entre sí distribuyendo la pintura.
6. Entrelazar frotando los dedos, desde la parte delantera como la trasera de ambas manos.

7. Frotar las uñas sobre la palma de la mano contraria.
8. Rodear el pulgar y frotarlo.
9. Bajar hacia la canilla y frotar también.
10. Durante el procedimiento de lavado, mencionar los recorrecos que normalmente no ponemos atención.
11. Tirar guantes en el cesto de basura.

### PREGUNTAS

- ¿Cada cuánto te lavas las manos?
- ¿Crees que sea muy necesario lavarse las manos?
- ¿Crees que cuando te lavas las manos, las dejas totalmente limpias?
- ¿Qué son los microbios?
- ¿Dónde se encuentran los microbios como virus y bacterias?
- ¿Por qué es importante lavarse las manos correcta y constantemente?

### MARCO TEÓRICO

El jabón, aunque común para nuestra vida, es un producto de una reacción química llamada “saponificación”. En ésta reacciona un ácido graso, como la grasa de origen animal o aceites vegetales, con un álcali, como el hidróxido de sodio (NaOH).

Pero lo que hace al jabón tan útil para nuestro consumo es su estructura, pues se compone de dos partes con diferentes afinidades: una cabeza con carga que es afín al agua debido a que sus polaridades son similares, y una cadena denominada como lipofílica que es afín a las grasas y puede repeler el agua.

A causa de esta estructura, el jabón posee una doble afinidad hacia la polaridad de otras moléculas y puede orientarse según el medio en donde se encuentre; además, puede disminuir la tensión superficial de los aceites o grasas y de la misma agua, creando así un efecto de emulsificación, lo cual podría ser muy parecido a una mezcla.

El jabón en el agua es capaz de formar grandes cantidades de micelas, las cuales son moléculas asociadas entre sí, formando especies de burbujas o esferas donde la cabeza es afín al agua, queda hacia afuera, mientras que las cadenas lipofílicas quedan hacia adentro, formando una especie de estrellas.

Una gran cantidad de microorganismos como virus o bacterias tienen una capa superficial de lípidos o grasas que los protege del medio ambiente, a ésta se le llama “bicapa lipídica”. El jabón tiene la capacidad de desintegrar la membrana plasmática de las bacterias (que contiene lípidos) y así desintegrarla por completo, al igual que puede desintegrar per se a algunos virus. Es decir, puede romper la tensión superficial de la capa de lípidos que los protegen para así desintegrarlos y “matarlos”.

Sin embargo, el jabón es útil sólo si se acompaña de un lavado de manos adecuado.

El lavado de manos es uno de los métodos más sencillos y efectivos para prevenir la propagación de microorganismos; el impacto del lavado de manos en la reducción de las infecciones nosocomiales (IN) se calcula de un 50% (Lejía-Hernández, Hernández-Cruz, Arellano-Hernández, Rojas-Saldaña y Flores-Montes, 2003).

La Organización Mundial de la Salud (OMS) propone seis maneras fundamentales para que los centros de atención de salud puedan mejorar la higiene de las manos y detener la propagación de las infecciones nosocomiales:

- Utilización de desinfectantes para las manos.
- Agua, jabón y toallas desechables.
- Capacitación y educación del personal de salud sobre la forma de proceder correctamente.
- Uso de recordatorios en el lugar de trabajo.
- Apoyo de la higiene de las manos y la atención limpia mediante una cultura del aseo.

El lavado de manos es la medida de prevención más importante en el control de las infecciones que se producen dentro y fuera

de las instituciones de salud, por eso se sugiere seguir las siguientes recomendaciones al realizar la técnica de higiene de las manos:

Técnica del lavado de manos (duración: 40-60 segundos)

- Mójese las manos con agua.
- Aplique suficiente jabón para cubrir toda la superficie de las manos.
- Frótese las palmas de las manos entre sí para crear espuma.
- Frótese la palma de la mano derecha contra el dorso de la mano izquierda con los dedos entrelazados y viceversa.
- Frótese las palmas de las manos entre sí, con los dedos entrelazados.
- Frótese el dorso de los dedos de una mano contra la palma de la mano opuesta, manteniendo los dedos unidos.
- Rodee el pulgar izquierdo con la palma de la mano derecha y fróteselo con un movimiento de rotación y viceversa.
- Frótese la punta de los dedos de la mano derecha contra la palma de la mano izquierda, haciendo un movimiento de rotación y viceversa.
- Enjuáguese las manos.
- Séqueselas con una toalla desechable.
- Use la toalla para cerrar el grifo o llave de agua.

La promoción de adecuada higiene de las manos reduce el riesgo de contraer infecciones asociadas a la atención sanitaria. Esta acción es la medida primordial para reducir la incidencia y la propagación de los microorganismos resistentes a los antimicrobianos.

### ABORDAJE SUGERIDO

El lavado de manos es una técnica que últimamente se ha mencionado mucho por la pandemia por Covid-19, pero ¿saben lavarse las manos correctamente? Una técnica adecuada de lavado de manos nos puede salvar de contraer muchas enfermedades, no sólo de Covid-19.

Según su experiencia, ¿dónde creen que se encuentran los gérmenes como virus y bacterias? Los gérmenes los encontramos prácticamente en todos lados, sobre todo en lugares que tienen contacto con mucha gente, como los pasamanos de las escaleras en los centros comerciales, las superficies de monedas y billetes, en la tierra, las manijas de las puertas, etc. Es por eso que es muy importante lavarse las manos constantemente, porque nunca sabemos con cuántos microbios y de que tipo hemos tenido contacto.

### REFERENCIAS

- Álvarez-Gómez, F. (2012), “El lavado de manos. Prevención de infecciones trasmisibles”, en *Gaceta Médica Espirituana*, vol. 13, núm. 1, pp. 1-8.
- Leija, H.C.; CAR Hernández, H.F. Arellano, S.L. Rojas e I. Flores (2003), “Determinación del índice de eficiencia del proceso del lavado de manos”, en *Revista Mexicana de Enfermería*, vol. 11, núm. 3, pp.98-101.



# Granja de bacterias

Ilse Magdalena García Nava  
Antonio Cabral Valdez

## PRINCIPIOS A REVISAR

Microbiología, características de las bacterias, reproducción de las bacterias.

## MATERIALES

- 2 cucharadas de grenetina en polvo
- Agua
- 1 cucharada cafetera de caldo de pollo en polvo
- 3 tapas de plástico transparente redondas de medio centímetro de alto
- Película de plástico transparente
- 1 cuchara cafetera
- 3 hisopos
- 1 recipiente de plástico de 250 ml o menor
- 1 etiqueta o cinta de papel
- 1 marcador permanente

## PROCEDIMIENTO

1. Agrega en el recipiente 2 cucharadas de grenetina en polvo y 2 cucharadas de agua, removiendo para mezclar.
2. Coloca el recipiente en el microondas durante 1 minuto.
3. Agrega 1 cucharada de caldo de pollo en polvo al recipiente y mezcla muy bien. Se debe obtener un líquido espeso.
4. Coloca el líquido en las tapas de plástico transparentes.

5. Cubre las tapas con la película de plástico transparente y deja enfriar a temperatura ambiente, aproximadamente, una hora.
6. Toma un hisopo y frótalo en alguna superficie de donde quieras obtener una muestra. Puede ser de un teléfono celular, de la suela de tus zapatos, de tu boca, de la manija de una puerta o del lugar que desees.
7. Toma una de las tapas, verifica que la mezcla preparada esté solidificada y quita el plástico transparente.
8. Con cuidado, desliza el hisopo por la superficie de la mezcla para comenzar a crear tu granja de bacterias.
9. Coloca de nuevo el plástico transparente en la tapa.
10. Elabora una etiqueta con la cinta de papel y el marcador permanente, de modo que puedas identificar de dónde tomaste la muestra.
11. Pega la etiqueta debajo de la tapa.
12. Ubica tu granja en un lugar calentito, cerca de la estufa, de la ventana donde le dé el calor del sol indirectamente, o cerca del boiler o calentador de agua.
13. Espera más de 24 horas para observar tu granja.
14. Considera que entre más tiempo esperes, tendrás mejores resultados y podrás observar un gran cultivo de bacterias.

## PREGUNTAS

- ¿Qué son las bacterias?
- ¿Cómo se reproducen las bacterias?
- ¿Dónde encontramos las bacterias?
- ¿Qué sucede si tenemos contacto con las bacterias?
- ¿Nuestro cuerpo tiene bacterias?

## MARCO TEÓRICO

Las bacterias son microorganismos unicelulares que se encuentran en diversos ecosistemas. La principal característica de éstas

es que no tienen un núcleo definido, por lo que su ADN está en el citoplasma. A este tipo de células se le conoce como células procarionotas. Las bacterias presentan diversas formas, algunas son esféricas (cocos), otras tienen forma de bastón (bacilos) y en forma de espiral (espiroquetas). Para estudiar la forma y la agrupación de las bacterias se utiliza la tinción de Gram.

El estudio de las bacterias tuvo diversos momentos en la historia que dieron paso a lo que hoy se conoce como Bacteriología, la cual es una pequeña parte de la Microbiología. La observación de pequeños microorganismos fue gracias a Antonie van Leeuwenhoek, quien diseñó un lente especial; él tenía un negocio en el que era importante examinar la calidad de las telas que vendía. Esta necesidad permitió observar a Leeuwenhoek diminutos animalillos en muestras de agua, en el sarro de los dientes e incluso, hasta los espermatozoides (Paul De Kruif, 1999).

Si bien Leeuwenhoek desconocía lo que veía a través de sus lentes, realizó algunos dibujos de sus observaciones y envió más de cien cartas a la Royal Society con sus descubrimientos. Doscientos años más tarde Louis Pasteur realizó diversos experimentos y descubrió que la fermentación de la cebada y las uvas son gracias a las levaduras, microorganismos que se alimentan de azúcares para realizar la descomposición de sustancias y generar alcohol. Es importante destacar que las levaduras no son bacterias, sino hongos que también son estudiados por la microbiología.

Robert Koch, mediante diversos experimentos, creó el primer medio de cultivo. Preparó dos láminas de cristal con una pequeña cantidad de humor acuoso del ojo de un buey y una muestra de tejido de un ratón contaminado y lo calentó con una lámpara de aceite. Después de varios intentos descubrió que la tuberculosis era ocasionada por microbios que podían ser resistentes a bajas temperaturas y que al entrar en contacto con un ser vivo podían mantenerse vivos y reproducirse (Dreyfus Cortés, 2012).

Las bacterias se reproducen por fisión binaria, es decir, por la reproducción asexual. Este proceso consiste en la replicación del ADN de una célula, el cual se encuentra en el cromosoma. Posteriormente, el citoplasma se divide en dos, de modo que se generan

dos células con ADN idéntico. Este proceso se repite y las bacterias se van dividiendo hasta formar una colonia.

Para su estudio, se realizan cultivos de bacterias y hongos en un medio controlado. Fue Fanny Hesse (Haines y Stevens, 2001) quién en 1881 propuso utilizar agar —un compuesto que se obtiene a partir de las algas rojas y que permite la reproducción de las bacterias— para el cultivo de bacterias, ya que puede permanecer hasta los 90°C sin alteraciones.

Las bacterias las encontramos en diversas superficies: en nuestro teléfono celular, en la manija de la puerta, en nuestros zapatos, en el teclado de una computadora, en el aire e incluso en nuestro cuerpo. En todo momento estamos en contacto con las bacterias, por ello, es importante mantener hábitos de higiene y lavarse las manos con jabón de manera constante.

Las bacterias que se encuentran en nuestro cuerpo se les conoce como microbiota. No todas las bacterias son dañinas para nuestro organismo; algunas, como los lactobacilos, se encuentran en nuestro intestino y ayudan a la digestión. Otras bacterias se localizan en nuestra boca y nos ayudan a digerir algunos alimentos, además de que nos protegen de contraer alguna infección.

Las bacterias también se utilizan en la preparación de algunos alimentos, como pan, vino y cervezas, a partir de levaduras, también en la elaboración de quesos y sus derivados, como el yogurt y la mantequilla.

Las enfermedades son ocasionadas por un desequilibrio en el cuerpo humano, cuando no se tienen buenos hábitos de higiene, las bacterias intentan crear una colonia en alguna parte de nuestro organismo. Por ejemplo, las caries son ocasionadas por *Streptococcus*, que es una bacteria que se encuentra en la placa dental y que si no está regulada por el cepillado de dientes, comienza a afectar los dientes. La infección estomacal puede ser causada por la bacteria *Escherichia coli* conocida como *E. coli*, que se localiza en nuestro estómago y también está en algunos alimentos, principalmente verduras y agua contaminada.

¿Cómo se puede evitar o prevenir una infección ocasionada por bacterias? Los buenos hábitos de higiene nos pueden ayudar

a mantenernos saludables. Algunos son: lavarse las manos constantemente; cepillarse los dientes tres veces al día; lavar y desinfectar los alimentos crudos como frutas y verduras; consumir alimentos pasteurizados e ingerir lactobacilos de manera regular, ya que contribuyen a evitar y prevenir infecciones y ayudan al proceso de digestión; limpiar y desinfectar superficies comunes como el teléfono celular, teclados, manijas de las puertas, mesa de trabajo, útiles escolares, todas éstas son acciones que nos ayudan a prevenir enfermedades causadas por bacterias.

### ABORDAJE SUGERIDO

Alguna vez te has preguntado ¿cuál es el ser vivo más pequeño que has observado? Un piojo, un asquel, una hormiga. ¿Crees que exista algo más pequeño? Existen numerosos microorganismos viviendo junto a nosotros: en nuestro cuerpo, nuestras manos, nuestra boca y en muchos lugares que ni te imaginas ¿Los has visto? Déjame explicarte dónde puedes encontrarlos, cómo observarlos y algunos datos curiosos acerca de estos pequeños seres vivos.

Las bacterias son organismos muy pequeños que no podemos ver a simple vista, pues miden entre 0.5 y 15  $\mu\text{m}$  (micrómetros). Para que puedas imaginar el tamaño de las bacterias, consideremos que un metro tiene 100 centímetros, un centímetro, tiene 10 milímetros y un milímetro tiene 1000 micrómetro. Podemos observarlos haciendo una colonia de bacterias.

¿Te gustaría mirar las bacterias que están a tu alrededor? ¿Te gustaría crear tu propia granja de bacterias? Observemos las bacterias que tenemos cerca, las que están en nuestras manos, en nuestro teléfono, en nuestra casa y prácticamente en cualquier lugar.

Las bacterias se encuentran en infinidad de lugares y pueden contribuir para el buen funcionamiento del cuerpo humano; también, son las responsables de algunas infecciones, si no se tienen buenos hábitos de higiene. Las caries son un ejemplo de enfermedad ocasionada por una bacteria que se va reproduciendo en caso de no cepillarse los dientes de manera constante.

## DATOS CURIOSOS

La caries es una enfermedad que afecta los dientes debido a los ácidos que se producen por el metabolismo de las bacterias. Por ello, es importante mantener buenos hábitos de higiene bucal.

Una persona puede tener hasta dos kilos de bacterias, las cuales no son malas, dado que tienen ciertas funciones que contribuye a un equilibrio en el cuerpo humano.

Sólo en el ombligo se pueden encontrar más de 2,300 tipos de bacterias (Hulcr *et al.*, 2012).

## DINÁMICAS SUGERIDAS

Se recomienda desarrollar el taller de manera individual o en equipos de 2 o 3 participantes. La toma de muestra se debe realizar con un hisopo limpio. Se sugiere que los participantes elijan de dónde quieren tomar la muestra para generar un cultivo de los lugares que más llamen su atención. Se pueden realizar varios cultivos, es importante etiquetar de dónde se obtiene cada muestra. Hay que tener en cuenta que los resultados se observan después de 24 horas. El cultivo de bacterias irá creciendo conforme pase más tiempo.

Se puede ampliar el taller pidiendo a los participantes que realicen un dibujo acerca de cómo pueden ser las granjas o cultivos de bacterias; pueden utilizar diversos colores y formas para representar las bacterias: esferas, bastones y espirales.

## REFERENCIAS

- Dreyfus Cortés, G. (2012), *El mundo de los microbios*, México, Fondo de Cultura Económica.
- Haines, C.M.C. y H.M. Stevens (2001), *International Women in Science: A Biographical Dictionary to 1950*, ABC-CLIO.
- Hulcr, J.; A.M. Latimer, J.B. Henley, N.R. Rountree, N. Fierer, A. Lucky, M.D. Lowman y R.R. Dunn (2012), "A Jungle in There:

Bacteria in Belly Buttons are Highly Diverse, but Predictable”, en *PLoS ONE*, vol. 7, núm. 11, disponible en <<https://doi.org/10.1371/JOURNAL.PONE.0047712>>.

Paul de Kruif, D. (1999), *Los cazadores de microbios / Microbe Hunters*, México, Editorial Época.



# Ideas virales

Manuel Mauricio Jasso Ortiz

## PRINCIPIOS A REVISAR

Características de un virus, estructura de los virus, aplicaciones de los virus.

## MATERIAL

Para un equipo de 4 personas

1 barra de plastilina (pueden usarse más trozos de diferentes colores)

4 limpiapipas

2 tijeras

12 palillos de dientes

12 cotonetes

## PROCEDIMIENTO

1. Preguntar a los participantes qué saben de los virus
2. Preguntar cómo creen que se ven
3. Hablar sobre la estructura de los virus y mostrar la imagen II sobre las formas de los virus
4. Dividir a los participantes en equipos de 4 personas y dar un set de material por equipo
5. Repartir el material y pedir que construyan modelos de cómo imaginan que luce un virus (utilizando el material)

- 6). Al terminar los participantes comentar qué los llevó a representar los modelos de esta forma.

### PREGUNTAS

- ¿Los virus son un tipo de bacteria?
- ¿Cómo nos enferman los virus?
- ¿Crees que todos los virus se ven de la misma forma?
- ¿Qué creen que son?
- ¿Nos afectan de alguna manera?
- ¿Qué tamaño crees que tengan los virus?
- ¿Cómo es que algo tan pequeño nos puede hacer tanto daño?

### MARCO TEÓRICO

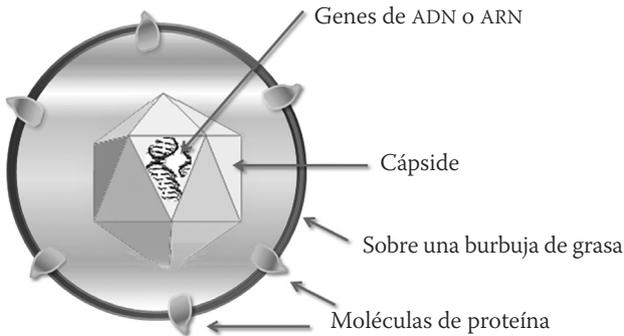
Los virus son agentes infecciosos, sobreviven mediante la infección de otros organismos, desde los constituidos por una célula (como la mayoría de microorganismos) a aquellos seres pluricelulares (como plantas y animales). Son parásitos de otras células, sin excepción; para poder reproducirse todos requieren de un huésped. Estas características, aunadas al hecho de que no están formados por células, los hacen entrar dentro de otra clasificación que no son las bacterias.

Los virus consisten en una unidad de información genética, ya sea ADN, que es la forma en que encontramos la información genética de la mayoría de organismos vivos; o ARN, que también consiste en información genética, sólo que en esta forma suele presentarse cuando van a producirse componentes de las células. Los virus atraviesan los sistemas de defensa del huésped y aprovechan su maquinaria celular para poder reproducir copias de sí mismos.

Se encuentran cubiertos por una capa protectora formada por proteínas llamada cápside, la cual varía dependiendo del tipo de virus. En algunos casos se encuentran envueltas de una capa adicional de lípidos que varía de acuerdo a la especie. La cápside

sirve para que el código genético del virus entre a su huésped; se fusiona con las membranas celulares de los huéspedes para comenzar la infección, por lo que cada membrana celular es diferente de acuerdo al organismo y al tipo de célula huésped. En la imagen I se observa, de forma general, la estructura de un virus.

IMAGEN I  
ESTRUCTURA DE UN VIRUS



La estructura de un virus consiste en una cubierta de grasa, una cápside o capsula de proteínas, y su código genético. Algunos virus contienen proteínas en su cubierta.

FUENTE: Graham Beards at English Wikipedia, CC BY-SA 3.0.

Por ejemplo, los virus que infectan plantas están adaptados para lidiar con la celulosa, uno de los componentes principales que recubre las células vegetales. Por otro lado, los virus animales no requieren de tal mecanismo, llegando algunos a poder “saltar” entre huéspedes, como enfermedades que pueden infectar a varios tipos de animales (gripe aviar, rabia, fiebre amarilla, entre otras).

Esta especificidad está dada por la forma de sus cubiertas (cápsides). Pueden ser tan específicos como el Virus de la Inmunodeficiencia Humana (VIH), que sólo infecta un tipo de célula; mientras otros virus son más generalistas, como los resfriados que atacan múltiples partes del sistema respiratorio.

En la imagen II se observan 11 representaciones de virus de diferentes especies, cada uno especializado en un diferente tipo de huésped celular.



ficaciones en las membranas de las células infectadas. Estas cubiertas están hechas de lípidos.

- Complejos. Su estructura no entra de las estructuras anteriores, ya que no son completamente helicoidales o icosaédricos; además contienen estructuras extra como brazos conformados por proteínas.

Los virus provocan infecciones luego de comenzar a reproducirse dentro de una célula. Las enfermedades se producen cuando las células del cuerpo sufren daño a causa de la infección. Antes de entrar a una célula y utilizar su maquinaria celular, los virus tienen que acoplar su cápside (o cubierta viral en caso de tenerla) con la membrana que delimita a las células; ésta penetra dentro del virus y retira sus cubiertas para dejar su material genético expuesto para después traducirlo en proteínas que forman nuevas copias del virus. Finalmente, las copias del virus son liberadas fuera de la célula para repetir el proceso.

Los virus son diminutos, la mayoría de ellos son más pequeños de lo que la luz visible nos permite observar. Para ver un virus se necesitan microscopios electrónicos, así llamados por su uso de un haz de electrones. La longitud de onda manejada con los electrones es mucho menor, lo que nos permite visualizarlos en su magnífica pequeñez.

El concepto de virus comenzó gracias a las aportaciones del ruso Dimitri Ivanovsky. En 1892, publicó un artículo sobre un fluido que causaba la enfermedad del mosaico en las plantas de tabaco; el fluido fue extraído de las plantas enfermas, sin microorganismos evidentes en las muestras luego de ser filtrado de microorganismos. Después de algunos años, en 1898, otro botánico, Martinus Beijerinck replicó los experimentos de Ivanovsky y, con sorpresa, pudo afirmar que sí, que a pesar de ser un fluido aparentemente carente de microorganismos, éste causaba la enfermedad del mosaico del tabaco. Terminó bautizando a este nuevo microorganismo virus, que proviene del latín “veneno”.

Aunque los virus pueden causar enfermedades que afectan a millones de personas cada año, no todos los virus son malos; de

hecho, hay virus que se encargan de matar bacterias, los bacteriófagos. Estos virus están especializados en atacar bacterias, incluso pueden aplicarse a seres humanos y no les causarán daño a ellos ni a su flora intestinal. Los bacteriófagos poseen estructuras que se asemejan a las de un arácnido, teniendo proteínas que forman “patas” para poder inyectar su material genético en la bacteria huésped.

En los últimos años, los virus han sido utilizados como vectores; es decir, se encargan de llevar un código genético específico a un grupo de células particular dependiendo de su estructura, cosa muy útil dada la especialización que pueden tener para infectar un huésped en específico.

Todo organismo puede contraer un virus: bacterias y hongos, mamíferos y plantas son candidatos a una infección viral porque todos tienen en común su conformación. Todo organismo vivo está conformado de células y toda célula tiene estructuras que delimiten lo que debe estar fuera y lo que debe estar dentro de sí; Los virus aprovechan esta característica ¿qué es lo más increíble? Estos organismos evolucionan al tiempo que sus huéspedes, en su proceso de replicación también tienen errores de duplicación; esto lleva a cambios en su código genético, lo que en la mayoría de casos provoca que el virus quede inactivado. Pero en ocasiones, estos errores que conocemos como mutaciones provocan que el virus sea más eficiente de alguna u otra forma. He ahí el origen de las variantes.

### ABORDAJE SUGERIDO

Todos estamos familiarizados con los virus, particularmente con el que nos mantuvo encerrados en 2020. Si el coronavirus causó revuelo fue en parte gracias a su particular estructura. En las proteínas del virus SARS-CoV-2, salta a la vista que tienen una especie de plato plano con forma de corona en su superficie; esta proteína espina (Spike) le permite al virus fusionar su superficie con las de las células que infecta, volviéndolo altamente eficiente al momento de contagiar a los demás.

En el campo de la biología molecular se dice que la forma precede a la función, ya que las interacciones celulares son llevadas a cabo por receptores. Un receptor con una forma específica actúa como un “candado” que sólo abre ante una proteína “llave” que encaje perfectamente, incluso si otras “llaves” pueden entrar. En el caso de los virus, su forma les permite adecuarse a una célula huésped en específico. Además, cuando las proteínas de su exterior cambian pueden aumentar o disminuir la transmisibilidad, ya que puede mejorarse o deteriorarse la afinidad del virus para fusionar su cubierta con la membrana de su huésped para poder infectarla. Por esto, algunos antivirales como los que buscan neutralizar SARS-CoV-2 interfieren con el funcionamiento de sus proteínas de superficie, dejando al virus vulnerable contra el sistema inmune.

Si bien uno puede pensar que un virus con mayor tasa de letalidad sería el más “eficiente”, los virus necesitan reproducirse, por lo que cepas altamente letales no suelen tener tanto éxito como aquellas cepas cuyas proteínas de superficie les permiten ser más contagiosas. Aunque, como todo en la biología, siempre hay excepciones. En el ejemplo del SARS-CoV-2, podemos observar cómo la variante que inició la pandemia fue desplazada por las variantes delta y ómicron, las cuales presentaban contagios con sintomatologías de menor riesgo, pero que resultaban altamente contagiosas.

Además, la mayoría de los virus existentes están altamente especializados: son tan eficientes al momento de atacar células que la mayoría puede ser muy eficaces para infectar a una especie y no causar nada en presencia de otra. De hecho, por eso hay enfermedades que sólo les afecta a los mamíferos como las adaptaciones, por ejemplo, la rabia o el VIH, que tiene efectos devastadores en el sistema inmune de seres humanos, mientras que los chimpancés afectados por este virus no presentan síntomas. El caso del chimpancé y el humano con el VIH resulta interesante, ya que se trata de la especie más cercana al ser humano, genéticamente hablando; mientras menos semejanzas genéticas tengan 2 especies menor será su número de enfermedades en común.

## DATOS CURIOSOS

- Los virus no se constituyen por células, que son consideradas la unidad básica de la vida. Por esto, la discusión alrededor de si están vivos o no sigue sin llegar a un acuerdo. No se alimentan ni se reproducen por sí mismos, lo que los hace parecer una especie de zombis.
- La “falta de vida” de los virus hace que los antibióticos no les hagan ni cosquillas. Por lo que atender una infección viral con tales tratamientos es como si intentáramos podar un arbusto con un cincel. Eso sí, hay que tener cuidado porque automedicarse sin ton ni son promueve la aparición de bacterias super resistentes a antibióticos.
- Estén los virus vivos o no, pueden cultivarse en laboratorios. Sólo se necesita hacer un cultivo de células huésped y luego infectarlas con el virus deseado.

## REFERENCIAS

- Caltech, “¿Qué es un virus?”, disponible en <<https://scienceexchange.caltech.edu/topics/covid-19-coronavirus-sars-cov-2/what-is-a-virus>>.
- Gelderblom, H.R. (1996), “Structure and Classification of Viruses”, en S. Baron, *Medical Microbiology*, Galveston (TX), University of Texas Medical Branch at Galveston, disponible en <<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK8174/>>.
- Graham Beards at English Wikipedia, CC BY-SA 3.0. Disponible en <<https://creativecommons.org/licenses/by-sa/3.0/>>, via Wikimedia Commons.
- Iwasa, J.; W. Marshall y G. Karp (2019), *Biología celular y molecular: Conceptos y experimentos*, McGraw Hill Medical.

# Gotas de virus

Maria Márquez Trejo

## PRINCIPIOS A REVISAR

Reproducción viral, virulencia, patogénesis.

## MATERIALES

- 1 jeringa sin aguja o gotero
- 1 vaso con agua
- Colorante
- Una base lisa, clara y resistente al agua (por ejemplo, un plato blanco)
- 1 cuchara

## PROCEDIMIENTO

1. En nuestra base colocamos con la jeringa 10 gotas de agua sin que lleguen a colapsar o juntarse entre ellas.
2. Agregamos suficiente colorante al vaso con agua y mezclamos hasta obtener una saturación alta de color.
3. Tomamos la mezcla con la jeringa y dejamos caer una pequeña gota a algunas de las gotas formadas en la base, un simple toque con la boca de la jeringa o gotero puede ser suficiente.

4. Observa con los participantes cómo el color invade toda la gota, después agrega más colorante a las gotas ya coloreadas hasta que éstas revienten; observen la manera en que el color llega a las no coloreadas por nosotros.

### PREGUNTAS

- ¿Qué forma tienen los virus?
- ¿Los imaginan con órganos y esqueleto?
- ¿Por qué nos lavamos las manos y usamos gel o sanitizantes?
- ¿Por qué no todos nos enfermamos al mismo tiempo ni de la misma forma?

### MARCO TEÓRICO

Los virus son parásitos estrictamente intracelulares de otras células vivas, no solo de mamíferos y plantas, sino también de organismos unicelulares simples, incluidas las bacterias (bacteriófagos). Los virus son formas simples, biológicamente activas y replicables de partículas que transportan información genética en moléculas de ADN o ARN, pero nunca en ambas. La mayoría de los virus maduros tienen una cubierta proteica en su ácido nucleico y, a veces, una membrana superficial lipídica derivada de las células que infectan.

Debido a que los virus carecen de las enzimas que sintetizan proteínas y del aparato estructural para su propia replicación, se parecen poco a las células eucariotas o procariotas.

Los virus se reproducen utilizando sus propios genes para dirigir las actividades metabólicas de la célula que infectan, con el fin de realizar la síntesis y reensamblar sus componentes. De este modo, una célula infectada con una sola partícula viral produce muchos miles de partículas virales, las cuales se ensamblan casi en forma simultánea bajo las instrucciones del ácido nucleico del virus.

La presencia de muchos virus tiene como consecuencia la muerte celular y la infección de otras células. A veces la reproduc-

ción viral y la reproducción celular ocurren al mismo tiempo sin muerte celular, aunque se afecte la fisiología celular.

La estrecha relación entre el virus y la célula origina, en ocasiones, la integración del ácido nucleico viral y el ácido nucleico funcional de la célula, esto provoca una infección latente que se transmite intacta a la progenie de la célula.

De las miles de especies de virus, bacterias, hongos y parásitos, sólo una mínima parte tiene algún tipo de participación en la enfermedad. Estas especies se denominan patógenas.

Entre los patógenos existen grados de potencia denominada virulencia, que a veces hace que sea difícil trazar la línea divisoria entre los microorganismos benignos y virulentos. En el caso de cualquier patógeno, los aspectos básicos de cómo interactúa con el huésped para producir la enfermedad pueden expresarse en función de su epidemiología, patogénesis e inmunidad.

Una vez que el patógeno potencial alcanza a su huésped, las características del organismo determinan si ocurrirá o no una enfermedad. La razón primaria por la que los patógenos son tan pocos en relación con el mundo microbiano es que ser un patógeno exitoso es muy complicado, ya que se requieren múltiples características denominadas factores de virulencia para persistir, causar enfermedad y escapar, y así repetir el ciclo; la patogenicidad es multifactorial.

El primer paso para cualquier patógeno consiste en adherirse y persistir en algún sitio al que tenga acceso. En general, esto implica moléculas o estructuras superficiales especializadas que corresponden a receptores en células humanas.

Debido a que las células humanas no fueron diseñadas para recibir a los microorganismos, por lo general los patógenos explotan alguna molécula importante para las funciones esenciales de la célula. Para algunos patógenos productores de toxinas, este enlace es todo lo que necesitan para producir enfermedad. En el caso de la mayoría de los patógenos, esto simplemente les permite persistir el tiempo suficiente como para proseguir a la siguiente etapa: invasión al interior o más allá de las células mucosas. Para los virus, la invasión de las células es esencial, porque no pueden

reproducirse por sí mismos. Los patógenos invasores también deben ser capaces de adaptarse a un nuevo medio; por ejemplo, los nutrientes y el ambiente iónico de la superficie celular difieren de aquellos en el interior de la célula o en la submucosa.

### ABORDAJE SUGERIDO

El agua de color representará el virus y su material genético, así que la expansión de la primera gota sería la invasión del virus a la célula sana; cuando aplicamos más color hasta explotar nuestra célula observaríamos la replicación del material genético para lograr la del virus en sí.

Con la forma de la gota que se mantiene hasta romper la tensión superficial, al colapsarla con más agua, podemos simplificar como los virus tienen una morfología simple teniendo su material genético en desorden dentro de ellos, y su movilidad y resistencia depende casi por completo de su cubierta o membrana. Ésta logra desnaturalizarse al romper los puentes entre sus componentes, que pueden ser lípidos o proteínas, esta acción la logra el jabón, siendo el lavado de manos una acción de prevención ante la transmisión de enfermedades infecciosas.

Con los participantes podemos describir las acciones que implementaron ante la pandemia de Covid-19 (como el uso de cubrebocas, lavado de manos y superficies, evitar el contacto físico con otras personas, evitar lugares concurridos o tocarnos la cara con las manos sucias) y analizar el porqué de ellas, aclarar que para los virus es necesario tener un medio adecuado para sobrevivir y éste es el cuerpo humano, ya que tiene muchas células disponibles, humedad y una temperatura cálida. Las superficies y objetos funcionan como un medio de traslado temporal, no les permiten replicarse por lo que no sobrevivirán mucho tiempo en ellas.

Es necesario para la infección una puerta de entrada al organismo que tenga una mucosa que le permita trasladarse. Estas puertas pueden ser la boca, ojos y nariz. La piel, por ejemplo, de las manos sólo servirán como medio de transporte.

La cantidad de virus que ingresen al organismo por primera vez, así como su rápida replicación e inmunidad del sujeto, determinarán cómo cada persona vive la enfermedad. Describamos y comparemos con los participantes el cómo nos enfermamos en nuestra familia, cómo a veces sólo uno enferma y otras veces todos los miembros de la familia nos contagiamos. Señalamos que no siempre todos nos sentimos igual de mal, ni tenemos los mismos síntomas o duramos los mismos días enfermos. Uno de los atributos más importantes de la virulencia que puede tener cualquier patógeno es su capacidad para evadir la respuesta inmunitaria. Algunos patógenos atacan las células efectoras inmunitarias y otros atraviesan por cambios para confundir a la respuesta inmunitaria.

### DATOS CURIOSOS

La importancia de la epidemiología como ciencia fue algo que demostró inicialmente Ignaz Philipp Semmelweis, médico húngaro que descubrió que desinfectarse las manos antes de un parto reducía de manera notable las muertes tanto de madres como de los bebés. Sólo a través del análisis cuidadoso de los datos, Semmelweis determinó cómo se transmite la fiebre puerperal causada por estreptococos. Incluso estableció un medio para prevenir la transmisión —es decir, el lavado de las manos— décadas antes de que se descubriera el organismo en sí.



# Señalización de invasores

Miguel García Guerrero

## PRINCIPIOS A REVISAR

Funcionamiento de sistema inmune, linfocitos T, macrófagos.

## MATERIALES

Para trabajo en 5 equipos:

- 5 hojas con silueta del cuerpo humano
- 20 pompones (pequeñas bolas de peluche; pueden ser de plastilina)
- 5 limpiapipas
- 5 tijeras
- 5 imanes

## PROCEDIMIENTO

1. Divide a los participantes en 5 equipos y distribuye el material entre ellos.
2. Pide que usen las tijeras para recortar el limpiapipas en tramos de 2 cm aproximadamente.
3. Diles que distribuyan los pompones en el interior de la figura del cuerpo, impresa en la hoja, y explica que representan virus que amenazan la salud del ser humano.
4. Menciona que los imanes figuran a los macrófagos que se encargan de destruir amenazas en nuestro organismo. Los

participantes van a moverlos en el interior del cuerpo, poniendo atención a su efecto sobre los pompones.

5. Indica que los fragmentos de limpiapipas son el equivalente a los linfocitos T, células del sistema inmune que marcan a los invasores para que puedan ser eliminados. Por eso, ahora, se encajarán los tramos de limpiapipas en los pompones.
6. Se repetirá el movimiento, o patrullaje, de los macrófagos (imanes) por el cuerpo humano. De nuevo se pondrá atención al efecto en los pompones.

### PREGUNTAS

- ¿Sabías que todo el tiempo convivimos con microorganismos que pueden causar enfermedades?
- ¿Si su presencia es permanente, por qué no estamos enfermos siempre?
- ¿Quién nos defiende de estas amenazas?
- ¿Has escuchado hablar de nuestro sistema inmune?
- ¿Cómo crees que funciona?

### MARCO TEÓRICO

Los seres humanos estamos expuestos de forma permanente a gérmenes —o patógenos como bacterias, virus, hongos y protozoos—, que pueden causarnos enfermedades. Afortunadamente contamos con el sistema inmune, una efectiva red de células, tejidos y órganos que nos ayudan a estar sanos la mayor parte del tiempo. Para combatir a los patógenos invasores, tenemos varias líneas de defensa:

1. La piel. Es la principal barrera para el ingreso de gérmenes o sustancias nocivas.
2. Membranas mucosas. Algunas cavidades del organismo (como la nariz) producen mucosidad, una sustancia espesa que ayuda a atrapar y combatir a los invasores.

3. Leucocitos (glóbulos blancos). Es un ejército de diferentes tipos de células que patrullan nuestro organismo para producir una respuesta inmunitaria contra los patógenos.
4. Órganos y tejidos del sistema linfático. Se encargan de producir, almacenar y transformar los glóbulos blancos. Incluyen el timo, el bazo, los ganglios linfáticos y la médula ósea.

A partir de estos elementos, la inmunidad del organismo de una persona se clasifica en tres tipos:

- a) Innata. Es la que tienen todas las personas al nacer. Funciona de forma genérica porque no reconoce ninguna diferencia entre los distintos tipos de amenazas a la salud. Incluye la piel y las membranas mucosas.
- b) Activa (adaptativa). Ocurre cuando una persona se infecta con una enfermedad, o recibe la vacuna para protegerse de ella, y se desarrolla con la acción de los leucocitos. En este caso, sí hay una respuesta distinta para los diferentes tipos de agentes dañinos. Sus efectos suelen ser de larga duración, para algunas afecciones pueden durar toda la vida.
- c) Pasiva. Caso en que los anticuerpos se producen en un organismo diferente al de la persona. El caso más claro es el de los bebés que nacen con los anticuerpos que su madre les pasa por la placenta y reciben más a través de la lactancia.

Cada tipo de microorganismo actúa de forma distinta para infectar nuestro organismo y reproducirse en él; por eso, los tratamientos médicos para atenderlos varían, así como la forma en que el sistema inmune enfrenta la amenaza. Uno de los grandes desafíos en la pandemia de Covid-19 ha sido lograr que las personas entiendan mejor la forma en que el patógeno produce la enfermedad y cómo las vacunas ayudan a protegernos.

Los virus son entidades que causan enfermedades, en la mayoría de los casos son submicroscópicos: su tamaño es tan pequeño (menos de 200 nanómetros), que no pueden ser observados por microscopios ópticos. No están vivos, en un sentido estricto,

porque no realizan funciones metabólicas y por sí mismos no tienen condiciones para reproducirse. Cuentan con material genético, ácido desoxirribonucleico o ácido ribonucleico, que está protegido por una capa de proteínas. Cuando un virus infecta una célula, “secuestra” sus mecanismos internos y la obliga a sintetizar sus ácidos nucleicos y proteínas para producir nuevas copias de sí mismo que podrán infectar más células.

Como los virus no están vivos, no se les puede matar de la manera en que los antibióticos acaban con las bacterias o los hongos. Nos deshacemos de ellos gracias al trabajo del sistema inmune adaptativo. Esta línea de defensa se presenta a través de la acción de los leucocitos (mejor conocidos como glóbulos blancos), que patrullan todo el organismo a través del flujo sanguíneo. Aunque se les menciona de forma general, los glóbulos blancos incluyen varios tipos de células con diferente especialidad:

**Neutrófilos.** Son los más abundantes y los primeros que acuden cuando se presenta una infección. Su función es fagocitar a los gérmenes, es decir, ingerirlos para destruirlos.

**Monocitos.** Pasan del torrente sanguíneo a los tejidos enfermos para convertirse en macrófagos fagocíticos, éstos se encargan de eliminar patógenos o células infectadas. También tienen la función de presentar partes de patógenos a los linfocitos T, para que puedan ser reconocidos y eliminados posteriormente.

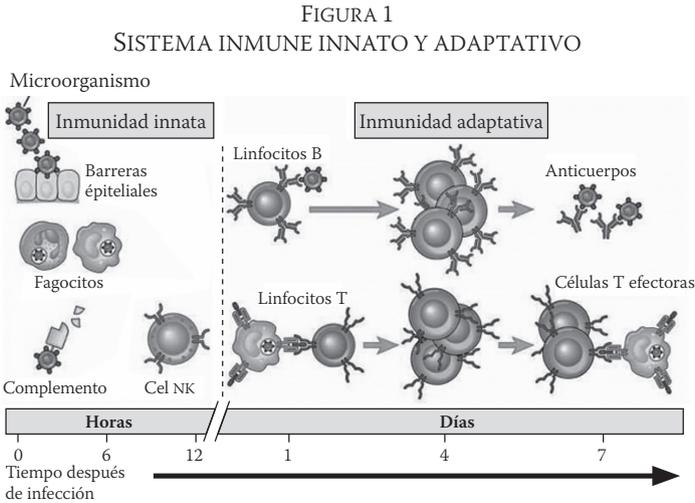
**Granulocitos.** Liberan sustancias que atraen más leucocitos al sitio de infección y desencadenan una respuesta inflamatoria.

**Linfocitos B.** Son encargados de generar y liberar anticuerpos protectores, en colaboración con los linfocitos T.

**Linfocitos T.** Son los responsables de identificar a los invasores, al reconocer sus antígenos característicos, y presentarlos para que puedan ser fagocitados. Además, producen los mecanismos de memoria inmune para reconocer la presencia de un antígeno, cuando se tenga un patógeno parecido a uno que ya se tuvo.

Las vacunas ofrecen al sistema inmune los antígenos característicos de un patógeno sin el riesgo de que se produzca una infec-

ción. De esta manera, los linfocitos T los reconocen e integran al repertorio de amenazas que pueden ayudar a eliminar.



FUENTE: Toche, 2012.

### ABORDAJE SUGERIDO

Los gérmenes están en todas partes. A donde quiera que vayas, todas las cosas están cubiertas de microorganismos; incluso, si hacemos una prueba ahora, veríamos que nuestro cuerpo también está cubierto de estos agentes que nos pueden enfermar. Aun así, la mayor parte del tiempo estamos sanos gracias a nuestro sistema inmune; una estructura defensiva que sería la envidia de la policía de cualquier ciudad o país.

Podemos comparar el sistema inmune con la policía porque en nuestro cuerpo hay unas patrullas, los macrófagos, que recorren el torrente sanguíneo en busca de microorganismos que podrían causarnos alguna enfermedad. Cuando los encuentran los fagocitan, o sea que se los comen, para encargarse de desecharlos.

En nuestro juego, con los imanes como macrófagos, podemos ver que no es poca cosa saber qué es lo que se deben llevar. Imaginen si se llevan a un “inocente”, es decir, alguna célula que es

necesaria para nuestro organismo, o si dejan pasar una amenaza. Necesitamos un mecanismo que ayude a distinguir las cosas buenas de las que nos pueden causar daño.

Los gérmenes, ya sean virus o bacterias, tienen unas sustancias llamadas antígenos que nuestro sistema inmune puede reconocer. Cuando los linfocitos T, los pedazos de limpiapipas, se topan con un antígeno que tienen registrado se pegan al microorganismo y mandan señal para que un macrófago llegue a encargarse del “maleante”. Es parecido a lo que pasa cuando nuestro imán puede llevarse a los pompones, que representan a un virus, gracias a la señalización de los limpiapipas.

Al nacer tenemos una base de datos limitada que sólo reconoce unas cuantas amenazas, por eso necesitamos ayudarle con información para señalar los diferentes tipos de antígenos (con los microorganismos que llevan asociados). Esto puede ocurrir cuando nos contagiamos, pero existe el riesgo de que sea una enfermedad grave, por eso es una maravilla tener otra forma de actualizar el catálogo: las vacunas. Estas vacunas proporcionan a nuestro sistema inmune una muestra de los antígenos, para poder señalarlos después, pero sin el riesgo de la enfermedad.

## DATOS CURIOSOS

El desarrollo de las vacunas fue posible gracias a Edward Jenner, un médico inglés que descubrió la forma de protegernos de virus mortales de una manera segura. Con esto hizo el aporte que probablemente ha salvado más vidas en la historia de la humanidad.

Mucho tiempo antes de la llegada de Jenner ya se conocía el principio de inoculación, que consistía en exponerse a una persona enferma para tratar de generar defensas contra la enfermedad. Sin embargo, esto resultaba en contagios letales. Para finales del siglo XVIII esto era especialmente problemático debido la epidemia de viruela.

Fue entonces cuando Edward Jenner notó que las mujeres que ordeñaban las vacas generalmente eran inmunes a esa enfer-

medad, ya que habían estado expuestas a la viruela de las vacas. Jenner supuso que se habían contagiado con una versión más leve de la enfermedad, la cual no les causó gran daño, pero sí ayudó a su organismo a generar protección.

Jenner puso su idea a prueba al inocular al hijo de su jardinero con la pus de las ampollas de viruela vacuna que una lechera tenía en las manos. Posteriormente James Phipps, el niño en cuestión, fue expuesto a la viruela humana sin contagiarse en absoluto. A partir de ahí, Jenner continuó su trabajo con más personas, concentrándose en demostrar que las personas inoculadas con la versión “vacuna” eran inmunes a la viruela.

Al inicio hubo mucha resistencia al uso de las vacunas de Jenner, incluso había quienes decían que a las personas que se inocularan les saldrían partes de vaca. Sin embargo, con el tiempo, las pruebas terminaron por convencer incluso a Napoleón —quien en 1805 ordenó vacunar a todo su ejército—, y a parte de la nobleza inglesa con lo que se abrió el camino para su uso generalizado.

## REFERENCIAS

- Access Medicina (s.f), “Inmunología básica”, disponible en <<https://accessmedicina.mhmedical.com/content.aspx?bookid=1814&sectionid=127366549>>.
- BBC Mundo (13 de marzo 2018), “El misterio del sistema inmunológico más potente del mundo”, disponible en <<https://www.bbc.com/mundo/noticias-43334350>>.
- Medlineplus (s.f), “Sistema inmunológico y trastornos”, disponible en <<https://medlineplus.gov/spanish/immunesystemanddisorders.html>>.
- Mi sistema inmune (s.f.), “Inmunología básica”, disponible en <<https://www.misistemainmune.es/inmunologia/componentes/los-linfocitos-t-mediadores-de-la-inmunicidad-celular>>.
- Nacional Human Genome Research Institute (s.f.), “Virus”, disponible en <<https://www.genome.gov/es/genetics-glossary/Virus>>.

- Organización Mundial de la Salud (s.f.), “Vacunas Covid-19: ¿Cómo funcionan?”, disponible en <[who.int/es/emergencias/diseases/novel-coronavirus-2019/covid-19-vaccines/how-do-vaccines-work](http://who.int/es/emergencias/diseases/novel-coronavirus-2019/covid-19-vaccines/how-do-vaccines-work)>.
- Toche, P. (2012), “Visión panorámica del sistema inmune”, en *Revista Médica Clínica Las Condes*, vol. 23, núm. 4, pp. 446-457, disponible en <[https://doi.org/10.1016/S0716-8640\(12\)70335-8](https://doi.org/10.1016/S0716-8640(12)70335-8)>.

# Bombitas efervescentes

Amelia de las Maravillas Rodríguez Pinedo

## PRINCIPIOS A REVISAR

Formas farmacéuticas de medicamentos, diferencia entre principio activo y medicamento, automedicación, reacciones adversas a medicamentos

## MATERIAL

- 1 cuadrito de papel higiénico
- 1 tijeras
  - El jugo de 2 limones
- 1 sobre de bicarbonato de sodio
- 3 pizcas de sal
- 3 pizcas de azúcar
- 1 caballito tequilero (o un vaso pequeño transparente)

## PROCEDIMIENTO DE PREPARACIÓN

1. Agrega el jugo de limón al caballito, el cual simulará nuestro estómago con los jugos gástricos.
2. Usa las tijeras para cortar el papel en cuatro cuadritos iguales.
3. En una de las partes del recuadro de papel, agregar un par de pizcas de azúcar y cerrar enrollando las orillas. Debe quedar como una bolita con el azúcar adentro.
4. Repite el paso anterior con otro cuadrito de papel, pero ahora con pizcas de sal.

5. Haz una última bolita, pero con bicarbonato de sodio dentro del papel.
6. Cada una de las bolitas que se elaboraron, las bombitas, representa un comprimido (medicamento). Las bombitas se van a añadir una por una al vaso con limón.

### PROCEDIMIENTO CON EL GRUPO

1. Plantea la situación hipotética de que nos duele la cabeza, por ejemplo, y vamos al médico y nos receta un medicamento adecuado (la bombita de azúcar). Al dejarla caer en el limón observamos que no pasa nada, nuestro organismo no presenta ninguna alteración, y el medicamento hace su efecto deseado.
2. Plantea otra situación a explicar en la que también nos duele la cabeza, pero esta vez tomamos un medicamento que nos encontramos en casa (la bombita de sal). Afortunadamente, acertamos y su función era para aliviar el dolor de cabeza, por lo tanto nuestro organismo no experimenta alteraciones, y también produce su efecto deseado.
3. Por último, en el mismo escenario hipotético, añadiremos al mismo vaso la bombita efervescente de bicarbonato de sodio. En esta ocasión, el limón y el bicarbonato de sodio generan una reacción al combinarse, que provoca un proceso de efervescencia.

En esta última situación, la bombita con bicarbonato representa un medicamento que también nos encontramos en casa, pero no era el adecuado para nosotros; así, se produce una alteración en nuestro organismo.

### PREGUNTAS

- ¿Sabes cómo actúan los medicamentos en nuestro cuerpo para aliviarnos?

- ¿Has sentido malestar después de tomar algún medicamento?
- ¿Sabes la diferencia entre fármaco y medicamento?
- ¿Has tomado medicamentos sin que un médico te lo recete?

## MARCO TEÓRICO

Un fármaco o principio activo es una molécula bioactiva que debido a su estructura y configuración química, puede interactuar con macromoléculas proteicas. Estos receptores están localizados en la membrana, citoplasma o núcleo de una célula, responden al fármaco dando lugar a una acción y un efecto evidenciable.

Un medicamento incluye uno o más fármacos en una forma farmacéutica, y está presentado para expendio y uso industrial o clínico, y destinado para su utilización en personas o en animales. Los medicamentos están dotados de propiedades que permiten un mejor efecto farmacológico de sus componentes con el fin de prevenir, aliviar o mejorar el estado de salud de las personas enfermas, o para modificar estados fisiológicos.

Una forma farmacéutica, también conocida como forma galénica, es el medio por el que se adaptan los principios activos y excipientes para constituir un medicamento, así como permitir la administración de dicha sustancia al organismo. Algunos ejemplos de formas farmacéuticas son jarabes, comprimidos, cápsulas, polvos, inyectables, etcétera.

La automedicación se refiere a la situación en la que los pacientes consiguen y utilizan medicamentos sin participación de un médico, ni en la prescripción ni en la supervisión del tratamiento. La automedicación puede enmascarar enfermedades, ya que los medicamentos pueden aliviar algunos síntomas que tergiversarían el diagnóstico adecuado.

Una reacción adversa a un medicamento (RAM) es toda la respuesta nociva, no deseada y no intencionada que se produce tras la administración de un fármaco, en las dosis utilizadas habitualmente en seres humanos para prevenir, diagnosticar o tratar una enfermedad

Los efectos secundarios más comunes de algunos medicamentos son los siguientes: Malestar estomacal, diarrea, boca seca, somnolencia, reacciones alérgicas, mareos, sudoración, sarpullido y taquicardia.

### ABORDAJE SUGERIDO

Es normal que al tomar algún medicamento presentemos efectos secundarios. Éstos se dan en nuestro organismo, ya que los medicamentos están diseñados para aliviar ciertos malestares al interactuar con los receptores de células que presentan el problema, pero también pueden afectar a las células sanas causando desajustes adicionales.

Estamos acostumbrados a tomar medicamentos cuando nos sentimos mal, pero pocas veces nos detenemos a pensar de qué están hechos. Para que éstos existan se necesita de un principio activo, una molécula encargada de generar una acción o un efecto deseado en nuestro cuerpo cuando nos sentimos mal. Pero no basta con diseñar las moléculas, también se tienen que combinar con otras sustancias para dar lugar a las formas farmacéuticas y que permitan su ingesta.

Las formas farmacéuticas más comunes y que usamos con más frecuencia, son los comprimidos, las cápsulas, los jarabes, las inyecciones, los supositorios y algunos polvos.

A pesar de que algunos medicamentos son bastante amigables, existen otros que generan algunos efectos secundarios como malestar estomacal, sarpullido, etcétera.

Hay algunos casos en que se pueden ocasionar efectos más graves como paros cardíacos o choques anafilácticos.

Por este motivo, siempre debemos tener en cuenta que lo mejor es consultar a un médico para que nos dé un diagnóstico certero y, sobre todo, un tratamiento adecuado para nuestras necesidades, el cual nos ayude a mejorar en nuestra salud y que no nos perjudique. Recordemos que está en nuestras manos no tomar medicamentos que no han sido prescritos para nosotros, es decir, automedicarnos.

## REFERENCIAS

- Ariza, M.A.; V.F. Gil Guillén, D. Orozco y M. Pertegal (2009), “Actualización en Medicina de Familia. Automedicación”, en *Medicina de Familia. SEMERGEN*, vol. 34, núm. 3, pp. 133-137, disponible en <<https://www.elsevier.es/es-revista-medicina-familia-semergen-40-articulo-actualizacion-medicina-familia-automedicacion-13116852>>.
- Colegio Oficial de Farmacéuticos de Zaragoza (s.f.), “Reacciones adversas a medicamentos y la importancia de notificarlas”, disponible en <<https://cofzaragoza.org/reacciones-adversas-a-medicamentos-y-la-importancia-de-notificarlas/>>.
- Gobierno de México (s.f.), “Automedicación, una mala costumbre que puede tener graves consecuencias”, disponible en <<https://www.gob.mx/salud/articulos/automedicacion-una-mala-costumbre-que-puede-tener-graves-consecuencias>>.
- MedWave (2020), “Fármacos de primera elección en el tratamiento de la hipertensión arterial”, disponible en <<https://www.medwave.cl/puestadia/cursos/3451.html>>.
- Wikipedia (2021), “Medicamento”, disponible en <<https://es.wikipedia.org/wiki/Medicamento>>.



# Ganchito regulador

Amelia de las Maravillas Rodríguez Pinedo

## PRINCIPIOS A REVISAR

Homeostasis, automedicación, reacciones adversas a medicamentos.

## MATERIAL

- 1 gancho para ropa
- 14 clips
- 14 cuadros de papel o cartón de 6x6 cm
- 1 bolígrafo

## PROCEDIMIENTO DE PREPARACIÓN

1. En los primeros 5 cuadros de papel hay que escribir el nombre de los medicamentos que son más utilizados sin receta médica por la mayoría de las personas, que son:
  - Analgésicos: Paracetamol
  - Antigripales: Loratadina
  - Antibióticos: Ampicilina
  - Antidiarreicos: Loperamida
  - Vitaminas: Centrum
2. En los cuadros de papel restantes anotar los efectos secundarios más comunes de algunos medicamentos: malestar estomacal, diarrea, boca seca, somnolencia, reacciones alérgicas, mareos, sudoración, sarpullido y taquicardia.

3. Con ayuda de los clips, hay que perforar las 14 tarjetas de modo que puedan colgarse del gancho (ojo, no colgarlas todavía).

### PROCEDIMIENTO CON EL GRUPO

1. Pedir a uno de los participantes que se coloque el gancho en el dedo índice para que pueda balancearse sin problemas.
2. La persona a cargo del taller debe mencionar uno a uno los malestares más comunes (que están escritos en las tarjetas), mientras otro de los participantes va colgando estas tarjetas en un extremo del gancho.
3. A su vez, el tallerista menciona los medicamentos y sus reacciones adversas escritos en las otras tarjetas, de igual forma se van colgando, pero en el extremo opuesto de las otras tarjetas; lógicamente, al ir colocándolas el gancho se irá balanceando de un lado a otro.

Haciendo que funcione con el tema principal, el ejemplo sería el siguiente:

Cuando duele la cabeza deberíamos tomar un analgésico, por ejemplo, paracetamol, pero si en lugar de eso, ingerimos un antibiótico —se cuelga una tarjeta de antibiótico— nuestro organismo se altera y podemos desencadenar una reacción adversa a medicamentos (RAM), que puede ser una reacción alérgica —se cuelga una tarjeta de reacción adversa—. Y así, sucesivamente, se va moviendo el gancho de un lado a otro simulando nuestro organismo en homeostasis o con alguna alteración

### PREGUNTAS

- ¿Te sientes mal con frecuencia?
- ¿De qué sueles enfermarte seguido?
- ¿Cuándo algo te duele acudes a consulta médica?
- Cuando te enfermas, ¿tomas medicamento que tienes en casa?

- ¿Qué medicamento consumes sin receta médica?
- ¿Has notado efectos secundarios con algún medicamento?

## MARCO TEÓRICO

Alrededor de 1860, Claude Bernard describió la capacidad que tiene el cuerpo humano para regular y mantener sus condiciones internas, pero no fue sino hasta 1933, cuando Walter B. Cannon acuñó la palabra “homeostasis” (gr. homeo- constante + gr. stasis, mantener) para describir los mecanismos que mantienen constantes las condiciones del medio interno de un organismo, a pesar de grandes oscilaciones en el medio externo. Es decir, funciones como la presión sanguínea, temperatura corporal, frecuencia respiratoria y niveles de glucosa sanguínea, entre otras, son mantenidas en un intervalo restringido alrededor de un punto de referencia, a pesar de que las condiciones externas pueden estar cambiando.

La salud se define como el equilibrio que tiene un individuo o ser vivo en el ámbito físico, emocional o social, y no abarca solamente la ausencia de enfermedades. Sin embargo, cuando una enfermedad afecta el organismo de manera notable, es tiempo de consultar un médico.

Actualmente, en México y en el mundo la automedicación es un problema de salud pública que nos afecta enormemente.

La automedicación es la utilización de medicamentos por iniciativa propia sin la intervención de un médico o de un químico, ni en el diagnóstico de la enfermedad, ni en la prescripción o supervisión del tratamiento.

Dentro de los diferentes tipos de medicamentos que se consumen en la automedicación se encuentran los siguientes:

Analgésicos: Paracetamol, Aspirina, Ibuprofeno

Antigripales: Loratadina, Fenilefrina, Paracetamol

Antibióticos: Ampicilna, Amoxicilina, Penicilina

Antidiarreicos: Loperamida, Treda

Vitaminas: Centrum, Redoxon

Es importante señalar que dentro de estos tipos de medicamento hay ciertas marcas que son las más utilizadas cuando las personas se automedican; la mayoría de ellas se venden sin necesidad de receta médica, lo cual agrava la situación, pues la convierte en un problema de salud pública.

### ABORDAJE SUGERIDO

¿Cuántas veces te ha dolido la cabeza y tu mamá te da una pastilla de las que tiene guardadas? O tal vez un poco de jarabe, o peor aún, una inyección que no sabes ni de dónde salió, apuesto a que te ha sucedido más de una vez.

Lamentablemente, ésta es una práctica muy común entre las familias mexicanas y, aunque no lo creas, lejos de hacerte un bien, es una acción que puede resultar contraproducente.

Tal vez podrás pensar que por el hecho de ser medicamento sea cual sea te ayudará con el malestar que tengas, pero desafortunadamente, no es así; nuestro organismo debe mantener un equilibrio interno, a este estado de equilibrio se le llama homeostasis y si se altera por haber consumido medicamentos que no debimos consumir, se pueden desencadenar reacciones adversas, como malestar estomacal, sarpullido, vómito, taquicardia, etc. Al querer contrarrestar estas nuevas molestias volvemos a consumir medicamentos y creamos un ciclo que es muy difícil detener.

La posibilidad de frenar este problema de automedicación está totalmente en nuestras manos, pues al sentir malestar, sea leve, moderado o grave, debemos acudir inmediatamente con un médico para que nos revise y pueda expedir una receta médica con el medicamento adecuado para nosotros.

### REFERENCIAS

Enterarse (27 agosto, 2019), “Suplementos vitamínicos: los riesgos de tomarlos sin receta médica,” disponible en <<https://www>

enterarse.com/20190827\_0001-suplementos-vitaminicos-los-riesgos-de-tomarlos-sin-receta-medica>.

Facultad de Medicina, UNAM (s.f.), “Homeostasis”, disponible en <<http://www.facmed.unam.mx/Libro-NeuroFisio/FuncionesGenerales/Homeostasis/Homeostasis.html>>.

Grupo Germen (s.f.), “¿Cuáles son los fármacos más comunes en la automedicación?”, disponible en <<http://www.grupogermen.org/comunidad-en-general/cuales-son-los-farmacos-mas-comunes-en-la-automedicacion.html>>.

Healthy Children.org (s.f.), “Efectos secundarios y reacciones de los medicamentos”, disponible en <<https://www.healthychildren.org/Spanish/safety-prevention/at-home/medication-safety/Paginas/medication-side-effects.aspx>>.

Organización Mundial de la Salud (OMS) (s.f.), “Preguntas más frecuentes”, disponible en <<https://www.who.int/es/about/who-we-are/frequently-asked-questions>>.



# ¡Nanopartículas de plata al ataque!

Amelia de las Maravillas Rodríguez Pinedo

## PRINCIPIOS A REVISAR

Resistencia bacteriana, antibacterianos inorgánicos, nanomateriales antimicrobianos

## MATERIAL INDIVIDUAL O POR PAREJAS

- 1 bola de unicel del número 5
- 1 globo para cubrir las bolas de unicel
- Tijeras
- Pegamento blanco líquido
- Diamantina plateada
- 1 par de brochas
- 2 palillos delgados de madera de unos 10 cm de largo
- 1 o 2 tapas de garrafón que servirán como recipiente

## PROCEDIMIENTO

1. Con ayuda de las tijeras, recorta la parte superior de los globos, de modo que quede sólo la parte redonda.
2. Invita a los participantes a que introduzcan la bola de unicel dentro del globo.

3. Menciona que el unicel representa una bacteria de cólera, y el globo que lo recubre es una biopelícula compuesta de proteínas y polisacáridos segregados por la misma bacteria.
4. En una tapa de garrafón mezcla suficiente pegamento líquido con diamantina plateada, debe alcanzar para cubrir por completo la pelota.
5. Cada uno deberá insertar su modelo en el palo de madera, lo cual servirá para poder maniobrarlo bien y portarlo una vez terminado el taller.
6. Reparte brochas y pide a las personas que recubran su pelota con la mezcla de pegamento y diamantina.
7. Explica que en México hay un investigador trabajando con nanomateriales de plata, cuya finalidad es intentar evitar la formación de biopelículas en las bacterias de cólera, lo cual ocasiona resistencia a los antibióticos.

### PREGUNTAS

- ¿Sabes qué es el cólera?
- ¿Crees que esta enfermedad es provocada por virus o por bacterias?
- ¿Crees que los microorganismos pueden hacerse resistentes a los medicamentos?
- ¿Habías escuchado la palabra “biopelícula”?
- ¿Crees que es posible curarnos de alguna enfermedad usando plata, cobre o zinc?

### MARCO TEÓRICO

El cólera es una enfermedad diarreica aguda causada por la ingestión de alimentos o agua contaminados con el bacilo *Vibrio Cholerae*. La aparición de los síntomas tras el momento de la infección puede tardar de 12 horas a 5 días y puede presentarse tanto en niños como en adultos, siendo mortal en cuestión de horas en ambos casos si no se trata a tiempo. El número de casos de cólera

notificados a la Organización Mundial de la Salud (OMS) ha sido elevado en los últimos años. Durante 2015, se notificaron 172 454 casos en 42 países; de los cuales 1304 fueron mortales.

Durante todo el siglo XIX, el cólera se propagó por el mundo desde su reservorio original en el delta del Ganges, en la India. Seis pandemias causaron la muerte de millones de personas en todos los continentes. La actual pandemia, la séptima, comenzó en el sur de Asia en 1961, llegó a África en 1971 y a América en 1991. En la actualidad, el cólera es endémico en muchos países, es decir, afecta a las poblaciones de manera habitual.

La resistencia a los antimicrobianos es el fenómeno por el cual un microorganismo deja de ser afectado por un antimicrobiano al que anteriormente era sensible. Es consecuencia de la capacidad de ciertos microorganismos (por ejemplo, bacterias y virus) de neutralizar el efecto de los medicamentos, como los antibióticos. Dicha forma de resistir surge por la mutación del microorganismo o por la adquisición del gen que provoca este fenómeno.

La resistencia ocasiona que estos medicamentos pierdan su efectividad, lo que da como resultado enfermedades más prolongadas, elevados índices de mortalidad y mayores costos en el cuidado de la salud.

Los agentes antibacterianos inorgánicos, como los metales y los óxidos de metal, poseen ventajas en comparación con compuestos orgánicos debido a su estabilidad y bioseguridad. Dentro de estos materiales, las nanopartículas de plata, óxido de zinc, dióxido de titanio y nanopartículas de cobre han atraído una atención especial.

La plata es el agente más estudiado y del que mayor información se dispone en cuanto a su mecanismo de actividad antimicrobiana, es activo contra las bacterias Gram-negativas como la *E. Coli*, y Gram-positivas como *S. Aureus*; y, aunque existe una gran controversia sobre sus mecanismos de acción, estos podrían resumirse en tres principales. El primero se explicaría por la liberación gradual de iones de plata que inhiben la producción de adenosín trifosfato (ATP) y la replicación del ADN, factores fundamentales para la supervivencia celular; el segundo mecanismo podría atri-

buírsele a la capacidad de las nanopartículas para generar un daño directo a la membrana celular, y el tercero por la generación de especies reactivas de oxígeno que generan estrés oxidativo y posterior, la muerte celular.

Las bacterias desarrollan una biopelícula compuesta de proteínas y polisacáridos que ellas mismas secretan al exterior. Las biopelículas forman capas impermeables altamente resistentes que les permiten protegerse de ataques y alteraciones a su entorno. Además, una biopelícula es un ecosistema microbiano organizado, conformado por uno o varios microorganismos asociados a una superficie viva o inerte, con características funcionales y estructuras complejas. Este tipo de conformación microbiana ocurre cuando las células se adhieren a una superficie o sustrato, formando una comunidad, la cual se caracteriza por la excreción de una matriz extracelular adhesiva protectora.

### ABORDAJE SUGERIDO

El cólera es una enfermedad muy agresiva, pues provoca diarrea aguda y afecta a población de todas las edades; actualmente, sigue afectando a la población de muchos países. Es importante encontrar la manera de que los tratamientos contra dicha infección afecten de manera directa a la bacteria que la causa, llamada *Vibrio Cholerae*.

En México y en muchos países la resistencia a los antibióticos está a la orden del día, ya que es provocada por múltiples factores, principalmente, la automedicación, que se da cuando los pacientes consiguen y se administran los medicamentos sin supervisión médica. La resistencia ocasiona que los medicamentos pierdan su efectividad, lo que da como resultado que la enfermedad sea más prolongada y que los índices de mortalidad sean más elevados.

Actualmente, se conocen agentes antibacterianos inorgánicos, tales como el óxido de zinc, las nanopartículas metálicas de cobre y nanopartículas de plata.

De todos ellos, la plata es el agente más estudiado hasta ahora, gracias a eso se conoce su mecanismo de actividad antimicrobiana.

Los principales mecanismos de acción pueden resumirse en tres. Uno explica la liberación de iones de plata que inhiben la supervivencia celular (como la replicación del ADN). El segundo mecanismo le da a las nanopartículas la capacidad de generar un daño directo a la membrana celular y el tercero es por medio de la generación de especies reactivas de oxígeno que generan la muerte celular.

Las bacterias del cólera son capaces de formar una biopelícula que las protege de alteraciones a su entorno, ayudándoles a que los medicamentos ya no les afecten, generando resistencia. El problema para las personas es que esta manera en biopelícula es altamente infecciosa, si se consume a partir de mariscos o de agua contaminada, se requiere muy poco de estos agregados para infectarse.

Finalmente, nuestro modelo intenta explicar cómo sería el recubrimiento de las bacterias a gran escala con nanopartículas de plata, con la finalidad de impedir la formación de películas que provoquen resistencia a los medicamentos.

## REFERENCIAS

- Conacyt Prensa (s.f.), disponible en <<http://newsnet.conacytprensa.mx/index.php/documentos/34328-adio-s-a-los-antibioticos-con-nanomateriales-de-plata>>.
- Entorno Informativo (2017), “Mexicano busca eliminar la bacteria causante del colera a través de nanomateriales y plata”, disponible en <<https://www.entornoinformativo.com.mx/2017/09/04/mexicano-busca-eliminar-la-bacteria-causante-del-colera-a-traves-de-nanomateriales-y-plata/>>.
- Organización Mundial de la Salud (OMS) (s.f.), disponible en <<http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs107/es/>>.
- Revista Cubana de Investigaciones Biomédicas* (2016), “Nanopartículas para materiales antibacterianos y aplicaciones del dióxido de titanio”, vol.35, núm. 4, disponible en <[http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0864-03002016000400009](http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0864-03002016000400009)>.



# Diseña tu vacuna de RNA

Luis Steven Servín González

## PRINCIPIOS A REVISAR

Vacunas de ARN mensajero, Covid-19, biotecnología.

## MATERIAL

Trabajo en 5 equipos  
5 hojas con representación gráfica de la proteína espiga  
5 hojas con la secuencia genética del ARN mensajero de la proteína espiga  
1 cinta adhesiva  
5 globos (cualquier color)  
5 tijeras  
5 marcadores

## PROCEDIMIENTO

1. Dividir a los participantes en el número de equipos correspondientes y repartir material.
2. Con las tijeras, recortar las figuras de la proteína espiga.
3. Pedir que cada grupo estudie la secuencia de ARN que se les entregó.
4. Inflar el globo (éste representa la célula).

5. Recortar tiras de aproximadamente 10 cm de la cinta adhesiva (el número de tiras puede ser igual o menor al número de proteínas).
6. Escribir lo más que se pueda de la secuencia en las tiras de cinta adhesiva y pegarlas en el globo (éstas representan el ARN mensajero presente en la vacuna).
7. Recortar pequeñas secciones de cinta adhesiva para pegar los recortes de la proteína espiga al globo junto al ARN mensajero.

### PREGUNTAS

- ¿Por qué es necesario vacunarse?
- ¿Qué vacunas tienes, son distintas a las que tus abuelitos tienen?
- ¿Qué tipos de vacunas existen, te han dado otros tipos?
- ¿Qué es el ARN?

### MARCO TEÓRICO

Los seres vivos constantemente compiten por recursos para su supervivencia, desde la más enorme ballena hasta el más pequeño organismo. Tal es el caso de los patógenos, como los virus y bacterias que buscan hacer de nuestro cuerpo su hábitat. Para protegerse de invasores microscópicos, los seres vivos han evolucionado para desarrollar complejos sistemas inmunes capaces de responder a diversas infecciones. En ocasiones, la especialización del patógeno es tal que puede vencer a nuestro sistema inmune o incluso explotarlo para su beneficio.

Durante milenios la humanidad ha estado protegida por el sistema inmunitario que heredó (y alguna que otra medicina primitiva). En el siglo XVIII, el médico inglés Edward Jenner implementó una técnica observada en Asia para inocular a personas con versiones menos agresivas de patógenos. Éste fue oficialmente el inicio de la vacunación, gracias a ella la esperanza de vida de los humanos

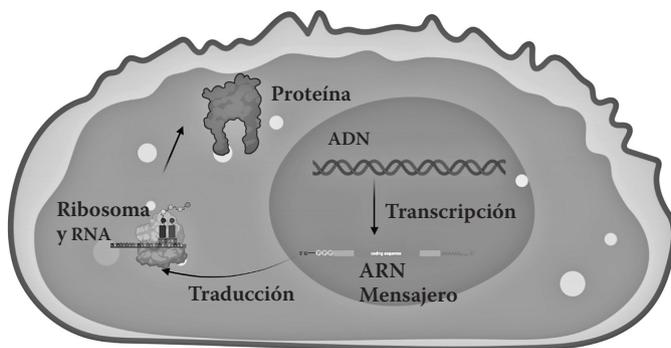
se incrementó considerablemente, temibles patógenos que influyeron en la historia de la humanidad como la viruela, desaparecieron gracias a los esquemas de vacunación globales.

La elaboración de vacunas se basa en la capacidad del sistema inmune de reconocer distintas moléculas y montar una respuesta contra éstas. Entre los tipos de vacunas tenemos:

- a) **Vacunas inactivadas.** Compuestas de patógenos “muertos”, no suelen ofrecer una protección tan fuerte como aquella proveniente de vacunas activas y, por ello, se llegan a requerir varias dosis. Algunos ejemplos son la vacuna contra la Influenza, la Hepatitis A o la Polio.
- b) **Vacunas vivas/atenuadas.** Estas vacunas utilizan patógenos debilitados que pueden tener una respuesta similar a una infección real y, por ello, se suele tener una protección más duradera. Una o dos dosis son suficientes para obtener una protección vitalicia, pero existen limitantes: las personas con un sistema inmune debilitado deben consultar a sus médicos primero ya que el patógeno aún podría representar un peligro para ellos. Además, las vacunas deben mantenerse a una baja temperatura para que sean funcionales, lo que representa una inconveniencia en algunas regiones. Entre los ejemplos tenemos la vacuna MMR (sarampión, paperas y rubeola), viruela, varicela, etcétera.
- c) **Vacunas conjugadas.** Estas vacunas utilizan regiones específicas del patógeno en combinación con otras biomoléculas, como sus polisacáridos. Dada la especificidad de estas vacunas, la respuesta es fuerte, específica y duradera; además, al no ser un patógeno activo, cualquier persona puede utilizarlas. Entre los ejemplos tenemos la vacuna contra el Virus del Papiloma Humano (VPH) y la hepatitis B.
- d) **Vacunas de toxoide.** Éstas utilizan toxinas producidas por los gérmenes, lo cual genera una respuesta sólo a los componentes dañinos del patógeno, es decir, a sus toxinas. Por esta razón suele ser necesario tomar más dosis para protección a futuro. El ejemplo más clásico es la vacuna contra el tétano.

La más reciente adición a este grupo es la vacuna de Ácido Ribonucleico mensajero (ARNm). Para comprender el funcionamiento de esta vacuna, debemos recordar que el ácido ribonucleico es una molécula capaz de contener información genética. El código genético se encuentra en el ácido desoxirribonucleico (ADN) que suele estar en el núcleo de las células; esta información es la que dicta muchos de los caracteres biológicos de los seres vivos y entre éstos está la síntesis de proteínas. Entre el ADN y las proteínas se encuentra el ARNm, el cual funciona como un intermediario de la información genética. La secuencia de una proteína contenida en el ADN se transcribe en una molécula de ARNm, el cual es después leído por un ribosoma y, consecuentemente, sintetiza la proteína utilizando amino ácidos disponibles en la célula (véase la figura 1).

FIGURA 1  
FLUJO DE LA INFORMACIÓN GENÉTICA



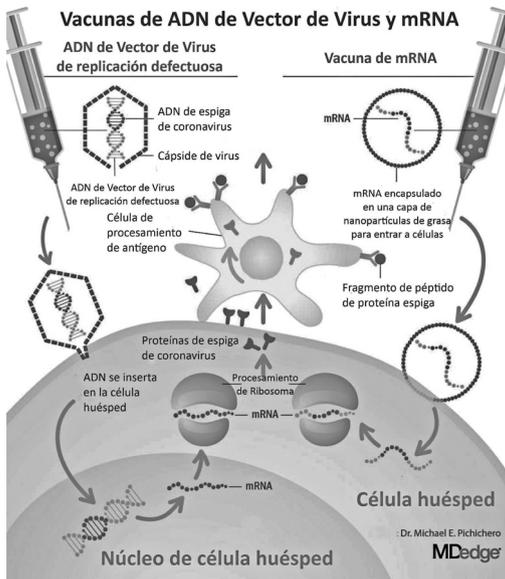
FUENTE: Alberts *et al.*, 2002.

Sabiendo cómo funciona este mecanismo molecular, se han sintetizado ARNm con la secuencia específica de la proteína espiga del coronavirus.

La secuencia de ARN posee una modificación del nucleótido uridina por pseudouridina ( $\psi$ ), que se sabe ayuda a proteger el RNA extraño del ataque del sistema inmune. Para internalizar el ARN

mensajero artificial se utilizan nanopartículas de lípidos que cargan al ARN mensajero. Una vez dentro de la célula, el ARN mensajero es abordado por ribosomas de la misma célula y comienza a sintetizar proteínas Espiga del coronavirus sin necesidad de integrar el ARN mensajero al genoma de la célula (véase la figura 2). Esta ventaja permite que la vacuna no sea una modificación genética y se mantenga como un proceso transitorio.

FIGURA 2  
NANOPARTÍCULA DE LÍPIDOS Y ARNm



FUENTE: Pichichero, 2020.

Las células que estuvieran en contacto con la vacuna internalizarán el ARN mensajero, sintetizarán la proteína espiga y serán reconocidas por células del sistema inmune; éste montará una respuesta a la proteína y conforme las dosis de la vacuna se repitan, generará respuestas más eficientes, además de lograr la síntesis de anticuerpos en contra del coronavirus.

## ABORDAJE SUGERIDO

El año 2020 impactó a la humanidad de una manera tremenda. Una pandemia de coronavirus nos confinó en casa durante mucho tiempo, causando terribles estragos en la salud de la sociedad, en la economía y en la salud mental de todos. Para nuestra fortuna, el avance en la ciencia y la tecnología de nuestra era nos permitieron tener una nueva gama de vacunas en menos de un año.

Tradicionalmente, las vacunas estaban compuestas de patógenos atenuados, sin embargo, gracias a los avances de la biotecnología médica y el entendimiento de la biología molecular, pudimos diseñar las primeras vacunas de ARN mensajero.

El ARN, también conocido como ácido ribonucleico, es una molécula utilizada por todas las células para transmitir información genética y usarla para hacer proteínas. En el caso de la vacuna nueva podemos diseñar un ARN mensajero que contenga la secuencia genética de algún componente del virus, en este caso la proteína espiga del Covid. En nuestro taller, podemos analizar la secuencia utilizada para la elaboración de la vacuna en la hoja de apoyo; y después nosotros escribimos parte de la secuencia (o toda) en la cinta adhesiva que se pega en el globo (la célula). Esta cinta con la secuencia representa la molécula de ARN mensajero que se nos inyecta en la vacuna. Una vez dentro de la célula, esta molécula permite a la célula hacer la proteína espiga del virus, exhibirla en su membrana y enseñársela al sistema inmune para que éste se “entrene” y aprenda a identificar al coronavirus antes de que una infección real ocurra. El sistema inmune, al identificar el antígeno —la parte del virus— montará una reacción inmunológica —la fiebre y achaques que solemos presentar como efecto secundario— que es utilizada para eliminar bichos invasores. La reacción es la elaboración de anticuerpos por las células B del sistema inmune, los anticuerpos son proteínas encargadas de bloquear al virus y su replicación.

La ventaja de la vacuna de ARN es que es fácil de diseñar y además puede ser más específica que sólo usar un virus entero atenuado. Para nuevas olas de infecciones, por variantes mutadas,

la vacuna también se puede ajustar de manera eficaz para combatir a la nueva cepa. Esta tecnología en vacunas traerá consigo muchas ventajas en la vacunación contra otras enfermedades (infecciosas o no) a futuro.

### DATOS CURIOSOS

La histeria y temor contra las vacunas comenzó cuando se publicaron reportes sobre la posible correlación entre éstas y el autismo, algo que ha sido comprobado como falso.

Algunas reacciones adversas que curren contra las vacunas se deben a que éstas pueden elaborarse en huevos, como es el caso de la vacuna de la influenza (en ocasiones). Hoy en día se menciona en cualquier dosis de vacuna los componentes de ésta para evitar reacciones inmunológicas adversas que no tienen nada que ver con la vacuna como tal.

El imperio español se tomó la vacunación muy personal e inició una campaña masiva de vacunación contra la viruela por todo el imperio en 1803. La vacunación fue gratis y para todos, ya que la viruela tenía una letalidad del 50% en el continente americano y el 20% en Europa.

### REFERENCIAS

- Abbas, A.K.; A.H. Lichtman, S. Pillai y D.L. Baker (2020), *Basic immunology: Functions and disorders of the immune system* (Sixth edition.), Filadelfia, Saunders/Elsevier.
- Alberts, B.; A. Johnson, J. Lewis, M. Raff, K. Roberts y P. Walter (2002), *Molecular biology of the cell*, Nueva York, Garland Science.
- BBC News Mundo (2020), “Coronavirus: la viruela, la única enfermedad humana que ha sido erradicada y qué lecciones dejó para enfrentar la pandemia de Covid-19”, disponible en <<https://www.bbc.com/mundo/noticias-53024294>>.

- Bully Magnets (2021), “La primera campaña de vacunación contra la viruela - Bully Magnets - Historia Documental”, disponible en <<https://www.youtube.com/watch?v=YRaVA-Nrft4&t=255s>>.
- Nature (2021), “La enredada historia de las vacunas de ARNm”, disponible en <<https://www.nature.com/articles/d41586-021-02483-w>>.
- NHS (2021), “What is in the vaccine and how does it work?”, disponible en <<https://www.youtube.com/watch?v=zgtWpwkS9u4&list=PLnhASgDToTkt2HIjdyeo2fsI6Agcn1ul&index=6>>.
- Pichichero, Michael E. (2020), “Understanding messenger RNA and other SARS-CoV-2 vaccines”, en *MDedge*, disponible en <<https://www.mdedge.com/hematology-oncology/article/233491/coronavirus-updates/understanding-messenger-rna-and-other-sars>>.
- UniProt (s.f.), “P0DTC2 SPIKE\_SARS2”, disponible en <<https://www.uniprot.org/uniprot/P0DTC2>>.
- United States Department of Health and Human Services (s.f.), “Tipos de vacunas”, disponible en <<https://www.hhs.gov/immunization/basics/types/index.html>>.

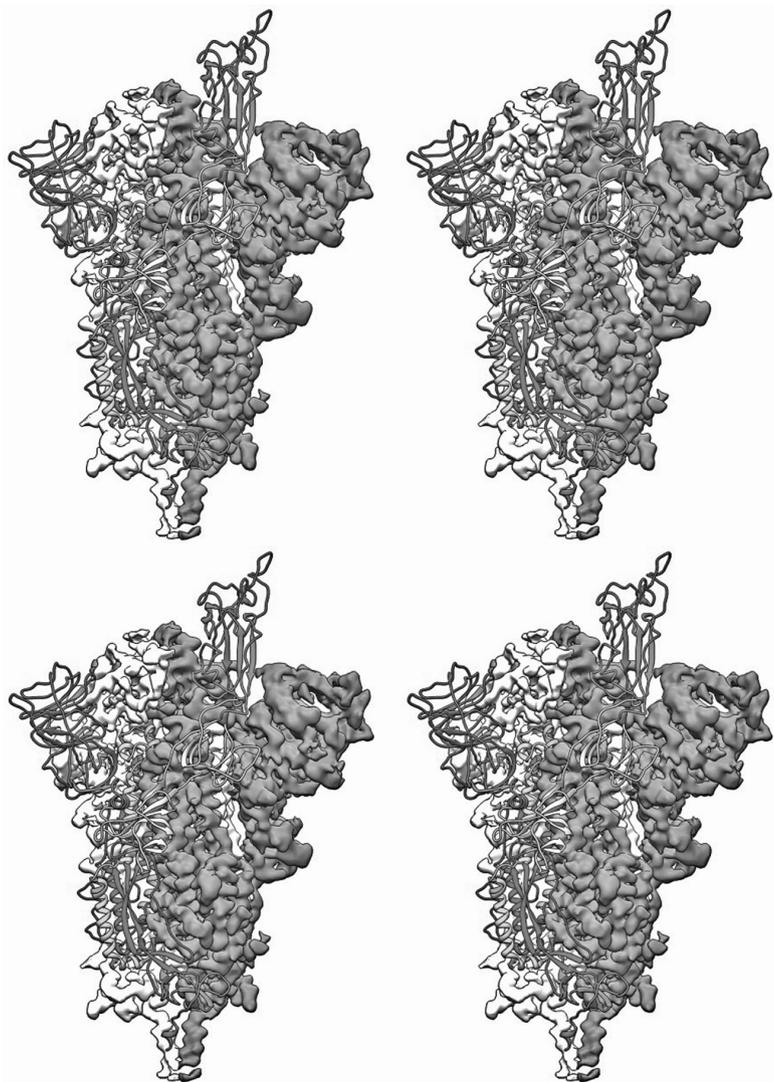
**Anexo I**  
**Secuencia de mRNA de la proteína Espiga**  
**de SARS-CoV-2**

ATGTTTGTTTTCTTGTTTTATTGCCACTAGTCTCTAGT  
CAGTGTGTTAATCTTACAACCAGAACTCAATTACCCCT  
GCATACACTAATTCTTTCACACGTGGTGTATTACCCT  
GACAAAGTTTTTCAGATCCTCAGTTTTACATTCAACTCAG  
GACTTGTTCCTACCTTTCTTTTCCAATGTTACTTGGTTC  
CATGCTATACATGTCTCTGGGACCAATGGTACTAAGAGG  
TTTGATAACCCTGTCCTACCATTTAATGATGGTGTTTAT  
TTTGCTTCCACTGAGAAGTCTAACATAATAAGAGGCTGG  
ATTTTTGGTACTACTTTAGATTCGAAGACCCAGTCCCTA  
CTTATTGTTAATAACGCTACTAATGTTGTTATTTAAAGTC  
TGTGAATTTCAATTTTGTAAATGATCCATTTTTGGGTGT  
TATTACCACAAAAACAACAAAAGTTGGATGGAAAGTGAG  
TTCAGAGTTTTATTCTAGTGCGAATAATTGCACTTTTGAA  
TATGTCTCTCAGCCTTTTTCTTATGGACCTTGAAGGAAAA  
CAGGGTAATTTCAAAAATCTTAGGGAATTTGTGTTTTAAG  
AATATTGATGGTTATTTTTAAAATATATTCTAAGCACACG  
CCTATTAATTTAGTGCGTGATCTCCCTCAGGGTTTTTCG  
GCTTTAGAACCATTGGTAGATTTGCCAATAGGTATTAAC  
ATCACTAGGTTTTCAAACCTTTACTTGTCTTACATAGAAGT  
TATTTGACTCCTGGTGATTCTTCTCAGGTTGGACAGCT  
GGTGCTGCACTTATTATGTGGTTATCTTCAACCTAGG  
ACTTTTCTATTTAAAATATAATGAAAATGGAACCATTACA  
GATGCTGTAGACTGTGCACTTGACCCTCTCTCAGAAACA  
AAGTGTAACGTTGAAATCCTTCACTGTAGAAAAAGGAATC  
TATCAAACCTTCTAACCTTTAGAGTCCAACCAAGAACTCT  
ATTGTTAGATTTTCTAATATTACAAAACCTTGTGCCTTTT  
GGTGAAGTTTTTTAACGCCACCAGATTTGCATCTGTTTTAT  
GCTTGGAACAGGAAGAGAATCAGCAACTGTGTTGCTGAT  
TATTTCTGTCTATATAATTCGCACTAATTTCCACTTTTA  
AGTGTATGGAGTGTCTCCTACTAAATTAATGATCTCT  
GCTTTACTAATGTCTATGCAGATTCATTTGTAATTAGAG  
GTGATGAAGTCAGACAAATCGCTCCAGGGCAAACCTGGAA  
AGATTGCTGATTATAATTATAAATTACCAGATGATTTTA  
CAGGCTGCGTTATAGCTTGGAAATTTCTAACAACTTTGAT  
CTAAGGTTGGTGGTAATTATAAATTACTGTATAGATTGT  
TTAGGAAAGTCTAATCTCAAACCTTTTTGAGAGAGATATT  
CAACTGAAATCTATCAGGCCGGTAGCACACCTTGTAATG  
GTGTTGAAGGTTTTAATTGTTACTTTCTTTACAATCAT  
ATGGTTTTCCAACCCTAATGGTGTGGTTACCAACCAT  
ACAGAGTAGTAGTACTTTCTTTTGAACCTTCTACATGCAC  
CAGCAACTGTTTGTGGACCTAAAAAGTCTACTAATTTGG  
TTAAAAACAATGTGTCAATTTCAACTTCAATGGTTTTAA  
CAGGCACAGGTGTTCTTACTGAGTCTAACAAAAAGTTTC  
TGCCTTTCCAACAATTTGGCAGAGACATTGCTGACACTA  
CTGATGCTGTCCGTGATCCACAGACACTTGAGATTCTTG  
ACATTACACCATGTTCTTTTGGTGGTGTCAAGTGTATAA

CACCAGGAACAAATACTTCTAACCAGGTTGCTGTTCTTT  
ATCAGGATGTTAACTGCACAGAAGTCCCTGTTGCTATTC  
ATGCAGATCAACTTACTCCTACTTGGCGTGTTTTATTCTA  
CAGGTTCTAATGTTTTTCAAACACGTGCAGGCTGTTTTAA  
TAGGGGCTGAACATGTCAACAACCTCATATGAGTGTGACA  
TACCCATTGGTGCAGGTATATGCGCTAGTTATCAGACTC  
AGACTAATTCTCCTCGGCGGGCAGTGTAGTGTAGCTAGTC  
AATCCATCATTGCCTACACTATGTCACTTGGTGCAGAAA  
ATTCAGTTGCTTACTCTAATAACTCTATTGCCATACCCA  
CAAATTTTACTATTAGTGTTACCACAGAAAATCTACCAG  
TGTCTATGACCAAGACATCAGTAGATTGTACAATGTACA  
TTTGTGGTGATTCAACTGAATGCAGCAATCTTTTTGTTGC  
AATATGGCAGTTTTTGTACACAATTA AACCGTGCTTTAA  
CTGGAATAGCTGTTGAACAAGACAAAAACACCCAAGAAG  
TTTTTGCACAAGTCAAACAAATTTACAAAACACCACCAA  
TTAAAGATTTTTGGTGGTTTTTAATTTTTTACAAAATATTAC  
CAGATCCATCAAAACCAAGCAAGAGGTCATTTATTGAAG  
ATCTACTTTTTCAACAAAGTGACACTTGCAGATGCTGGCT  
TCATCAAACAATATGGTGATTGCCTTGGTGATATTGCTG  
CTAGAGACCTCATTTGTGACAAAAAGTTTAAACGGCCTTA  
CTGTTTTTGCCACCTTTGCTCACAGATGAAATGATTGCTC  
AATACACTTCTGCACTGTTAGCGGGTACAATCACTTCTG  
GTTGGACCTTTGGTGCAGGTGCTGCATTACAAAATACCAT  
TTGCTATGCAAATGGCTTATAGGTTTTAATGGTATTGGAG  
TTACACAGAATGTTCTCTATGAGAACCAAAAATTGATTG  
CCAACCAATTTAATAGTGCTATTGGCAAAAATCAAGACT  
CACTTTCTTCCACAGCAAGTGCACCTTGGAAAACCTCAAG  
ATGTGGTCAACCAAAATGCACAAGCTTTAAACACGCTTG  
TTAAACAACCTTAGCTCCAATTTTGGTGCAATTTCAAGTG  
TTTTAAATGATATCCTTTTACGTCTTGACAAAGTTGAGG  
CTGAAGTGCAAATTGATAGGTTGATCACAGGCAGACTTC  
AAAGTTTGCAGACATATGTGACTCAACAATTAATTAGAG  
CTGCAGAAATCAGAGCTTCTGCTAATCTTGTGCTGCTACTA  
AAATGTGAGAGTGTGTA CTTGGACAATCAAAAAGAGTTG  
ATTTTTGTGGAAGGGCTATCATCTTATGTCTTCCCTC  
AGTCAGCACCTCATGGTGTAGTCTTCTTGCAATGTGACTT  
ATGTCCCTGCACAAGAAAAGAACTTCAACAAGTGTCTCTC  
CCATTTGTCATGATGGAAAAGCACACACTTTCCTCGTGAAG  
GTGTCTTTGTTTTCAAATGGCACACACTGGTTTTGTAACAC  
AAAGGAATTTTTATGAACCACAAATCATTACTACAGACA  
ACACATTTGTGTCTGGTAACTGTGATGTTGTAATAGGAA  
TTGTCAACAACACAGTTTATGATCCTTTGCAACCTGAAT  
TAGACTCATTCAAGGAGGAGTTAGATAAATATTTTAAGA  
ATCATACATCACCAGATGTTGATTTAGGTGACATCTCTG  
GCATTAATGCTTCAGTTGTAAACATTCAAAAAGAAATTG  
ACCGCTCAATGAGGTTGCCAAGAATTTAAATGAATCTC  
TCATCGATCTCCAAGAACTTGGAAAGTATGAGCAGTATA  
TAAAATGGCCATGGTACATTTGGCTAGGTTTTATAGCTG  
GCTTGATTGCCATAGTAATGGTGACAATTATGCTTTGCT  
GTATGACCAGTTGCTGTAGTTGTCTCAAGGGCTGTTGTT  
CTTGTGGATCCTGCTGCAAATTTGATGAAGACGACTCTG  
AGCCAGTGCTCAAAGGAGTCAAATTACATTACACATAA

## Anexo 2

### Proteínas Espiga para recortar



FUENTE: RCSB PDB, 2020, disponible en <<https://www.rcsb.org/structure/6vxx>>.



# El mítico brazo magnetizado

Miguel García Guerrero

## PRINCIPIOS A REVISAR

Pensamiento crítico, efectos de las vacunas, fricción, viscosidad

## MATERIAL

2 imanes  
2 cucharas  
2 monedas  
2 credenciales de plástico  
100 g de crema corporal  
100 g de talco

## PROCEDIMIENTO

1. Forma dos grupos con los participantes y entrega a cada grupo el material necesario para realizar la actividad (imán, cuchara, moneda, credencial).
2. Descubre uno de tus hombros y pregunta a los participantes si han escuchado hablar de los efectos secundarios de las vacunas para la Covid-19.
3. Con cuidado, coloca la cuchara entre tu hombro y brazo, en posición vertical con el mango apuntando hacia abajo. Se deberá ejercer un poco de presión inicial para ayudar a que se sostenga.
4. Discute con los participantes a qué creen que se deba lo que ven. Pide que ellos repitan la prueba que tú acabas de realizar.

5. Invita a los participantes a que se turnen para probar la misma dinámica con los diferentes objetos disponibles.
6. Realicen un recuento de a cuántas personas se les pegan objetos metálicos al brazo en cada uno de los dos grupos.
7. Discute con los participantes el por qué en algunos casos se pegan los objetos y en otros no. Pregunta si se puede hacer algo para que las personas que no lo lograron puedan sostener las cosas en sus hombros.
8. Sugiere aplicar un poco de crema en los hombros de las personas a las que se les caen las cosas.
9. Finalmente, pide que las personas que lograron sostener los objetos se apliquen talco en los hombros e intenten que se peguen nuevamente.
10. Promueve una discusión sobre el fenómeno que sostiene los objetos en el hombro y también acerca de la forma en que los estudios científicos certifican su confiabilidad (como los de efectividad de las vacunas).

### PREGUNTAS

- ¿Conoces los efectos secundarios que se pueden presentar cuando te ponen una vacuna?
- ¿Será posible que una vacuna lleve un chip que haga que se te peguen cosas al brazo?
- ¿Por qué hay objetos que se les quedan pegados a los brazos de algunas personas?
- ¿Cómo podemos comprobar si esto se relaciona con las vacunas?

### MARCO TEÓRICO

El magnetismo es la propiedad de algunos cuerpos, conocidos como imanes, de atraer objetos hechos de los tres metales ferromagnéticos: hierro, níquel y cobalto. Los imanes se caracterizan por tener un polo norte y un polo sur; cuando se acercan los polos

iguales de dos imanes, se produce una fuerza de repulsión y, por el contrario, los polos iguales se atraen. El campo magnético de estos objetos hace que, a distancias cortas, sean capaces de magnetizar a los materiales ferromagnéticos. Gracias a esta magnetización es que se presenta la fuerza que los atrae al imán.

Todos los objetos a nuestro alrededor están formados por moléculas, las partículas más pequeñas que constituyen a las sustancias compuestas. Las moléculas se unen unas con otras a través de dos fuerzas: la cohesión ocurre cuando se trata de partículas del mismo tipo y la adherencia se presenta cuando se unen las superficies de dos materiales distintos.

Cuando tratamos de deslizar un objeto sobre otro, la adherencia produce la resistencia que se opone al movimiento. La adherencia entre dos materiales depende de sus características a escala molecular, con lo que algunas superficies se podrán unir con más facilidad que otras. Cuando buscamos adherir dos superficies lisas, la presencia de un poco de agua o grasa sirve para facilitar la “unión”; esto se debe a que se quita el aire entre las dos superficies y la presión atmosférica alrededor ayuda a juntarlas. Si la cantidad fuera mayor se produce un efecto de lubricación que facilita un deslizamiento.

La pandemia de Covid-19, desde sus inicios, se vio rodeada por numerosas teorías de la conspiración: desde las que cuestionaban la misma existencia de la enfermedad, hasta las que hablaban de un origen artificial del virus y las que señalaban motivos ocultos detrás de las vacunas que se desarrollaron para enfrentarla. Una de las versiones más socorridas es que la vacuna para el virus SARS-CoV-2 contiene un chip para controlar a las personas.

A partir de estos rumores, después de vacunarse, muchas personas se colocaron objetos de metal como monedas, cucharas o llaves en el punto en que se les aplicó la inyección. La lógica era que el chip tendría propiedades magnéticas, por lo que habría una fuerza de atracción que detendría el cuerpo metálico en el hombro. Pronto en redes sociales, empezaron a proliferar videos de personas con cucharas o monedas pegadas al hombro, lo cual parecía validar la idea del chip y generó muchas dudas en torno a las vacunas.

En principio, la iniciativa de someter el rumor a una prueba fue muy buena, pero es importante complementarla para que los resultados permitan arrojar conclusiones válidas. Por ejemplo, vale la pena preguntarse si antes de vacunarse las mismas personas hicieron el intento de pegarse los cuerpos metálicos al hombro, o bien, si pidieron hacer lo mismo a alguien que no estuviera vacunado; de esta manera sería posible determinar si la vacuna había contribuido a detenerlos. Otra variable que se puede tomar en cuenta es el uso de objetos hechos de plástico, cartón, madera y otros materiales que no sean metálicos; en caso de que también se sostengan se descartaría un fenómeno magnético.

Parte esencial del trabajo científico radica en verificar los resultados que se publican sobre un tema particular. En este sentido, una primera opción sería encontrar ejemplos que cumplan con lo que se quiere comprobar, pero esto no sería garantía de que la situación sea siempre válida. Para lograr una comprobación más confiable se recurre a lo que Karl Popper llamó falsacionismo: buscar casos en los que el resultado vaya en contra de lo predicho, realmente ponerlo a prueba. Una teoría se puede considerar vigente mientras no se encuentren datos que la falseen.

Por esto, para el caso del supuesto chip en el brazo, lo primero era ver si efectivamente se detienen los objetos metálicos. En segunda instancia, se revisa si materiales no ferromagnéticos también se quedan pegados. Como esto último sí ocurre, se descarta que las cosas se detengan por un fenómeno magnético; de manera que podemos buscar una nueva explicación que sea satisfactoria y verificable.

### ABORDAJE SUGERIDO

La pandemia de Covid-19 nos puso a todos en situaciones totalmente nuevas, a las que a veces no sabíamos cómo reaccionar: desde el aislamiento, al uso de cubrebocas y al desarrollo de vacunas en un tiempo récord. Precisamente este último factor generó muchas sospechas, ya que hubo quienes pensaron que había intereses oscuros detrás de las inyecciones creadas para protegernos

del virus SARS-CoV-2. Específicamente, que la vacuna llevaría un chip que serviría para controlarnos.

Una vez que empezó la aplicación de la vacuna, por estas mismas suspicacias, hubo personas que empezaron a ponerse objetos metálicos en el hombro donde los inyectaron. Para su sorpresa, las monedas, llaves y tenedores se sostenían de forma casi vertical. En redes sociales se encontraban numerosos videos demostrando esto, e incluso deteniendo celulares, lo que para muchos parecía la prueba de que en la vacuna les estaban implantando un chip a las personas.

Afortunadamente, con una perspectiva científica, no es difícil verificar si esto es cierto o no. La clave está en hacer pruebas con diferentes condiciones para comprobar si la vacuna es la razón por la que los objetos se quedan pegados al brazo. Por ejemplo, podemos estudiar si pasa lo mismo en una persona que ya recibió la vacuna y otra que no, o incluso comparar los dos hombros de una persona vacunada. También es útil usar objetos que no sean ferromagnéticos, como las credenciales, para verificar si el fenómeno que sostiene las cosas es magnético o tiene algún otro origen.

Una acción interesante es ver cómo lograr que una persona, a la que no se le sostenían las cosas en el hombro, con vacuna o sin ella, se le puedan quedar “pegadas”. Aquí entra en juego la crema como un factor que ayuda a facilitar la adherencia entre dos superficies. Y nos recuerda que, de forma natural, la piel cuenta con glándulas sebáceas que ayudan a mantenerla lubricada. Precisamente, es esta grasa de la piel la que ayuda a detener los objetos en el hombro.

Claro que, para una verificación completa, necesitamos eliminar el efecto de la piel lubricada y ver si con eso las cosas ya no se “pegan”. El talco tiene la función de absorber la grasa y formar una capa sobre la piel que dificulta la adherencia. Cuando ponemos este polvo en el hombro queda claro que el fenómeno que sostiene las cosas en los hombros, vacunados o sin vacuna, no tiene nada que ver con el magnetismo y sí con la grasa de la piel. Lo que pasa es que casi nadie se había molestado en hacer pruebas con esto antes de los rumores de las vacunas.

**REFERENCIAS**

- Newtral (s.f.), “¿Por qué los imanes se quedan en ocasiones pegados al cuerpo? Ni vacunas ni PCR: la clave está en nuestra piel”, disponible en <<https://www.newtral.es/por-que-se-pegan-iman-es-piel/20210617/>>.
- Reuters (s.f.), “CORRECCIÓN-Verificación de hechos: la ‘prueba magnética’ no prueba que las inyecciones de Covid-19 contengan metal o un microchip”, disponible en <<https://www.reuters.com/article/factcheck-coronavirus-vaccine-idUSL2N2N41KA>>.
- USA Today (21 de junio 2021), “Fact check: Covid-19 vaccines aren’t magnetic”, disponible en <<https://www.usatoday.com/story/news/factcheck/2021/06/21/fact-check-covid-19-vaccines-arent-magnetic/7698556002/>>.

*Para jugar con la ciencia en la salud*  
se terminó en noviembre de 2023  
en Juan Pablos Editor, S.A. de C.V.  
2a. Cerrada de Belisario Domínguez 19  
Col. del Carmen, Alcaldía de Coyoacán  
México, 04100, Ciudad de México  
<juanpabloseditor@gmail.com>

1000 ejemplares



