

# ¿Tiene razón Sheldon Cooper al tener pánico a los gérmenes?

Entre las muchas particularidades de Sheldon Cooper, el protagonista de *The Big Bang Theory*, hay una que en los últimos tiempos ha sido destacada por motivos obvios: la fobia a los gérmenes, que le lleva a ser particularmente cuidadoso en su contacto con otros seres humanos. Esta característica del personaje encaja a la perfección con su preferencia por la soledad, manteniéndose alejado de cualquier contacto social, un entorno en el que a menudo se siente incómodo. Con la llegada de la pandemia de COVID-19, muchos se habrán acordado del personaje. Nos hemos sentido un poco Sheldon Cooper, intentando mantener la distancia social y pasando gran parte de nuestro tiempo libre haciendo actividades en casa. De hecho, el confinamiento es para Sheldon una especie de paraíso: para alguien que evita salir a la calle (en un episodio, Raj le insiste en ir a un bar: «Salgamos al exterior, Sheldon, el exterior es bueno»; y él responde: «Si el exterior es tan bueno, ¿por qué la humanidad ha pasado tantos años

perfeccionando el interior?»). Tener una excusa para poder quedarse en casa es muy bueno. Seguramente, el personaje se sentiría muy feliz recibiendo sus cómics favoritos por correo postal y pasando el día mirando series y películas, o jugando a videojuegos. Pero también podemos imaginar que tendría pánico a la situación y seguramente montaría medidas extremas para no infectarse. De hecho, ya lo hace con algo tan banal como un resfriado. En un episodio en el que Penny vuelve de pasar unos días en Nebraska y descubre que allí había alguien que se había resfriado, Sheldon reacciona alejándose rápidamente de ella y le empieza a hacer preguntas ante la mirada de Leonard. «Relájate, Sheldon», le dice este. «Penny no tiene ningún síntoma, estoy seguro de que no te puede contagiar», asevera. «Oh, por favor», responde Sheldon, «si la gripe solo fuera contagiosa después de la aparición de los síntomas, habría desaparecido hace miles de años». Sheldon pide a Penny que salga del apartamento y, cuando lo hace, se pone a rociar la

sala con un spray desinfectante Lysol.

Puede que en esos momentos los espectadores no estuvieran familiarizados con los desinfectantes. Sin embargo, en el último año hemos hecho un curso acelerado de toallitas, geles y pulverizadores. Nos hemos acostumbrado a usarlos de forma recurrente como método de prevención para evitar el contagio de la COVID-19. Esto hace que sea lógico preguntarse si Sheldon tenía razón. En la serie, se describe la actitud de Sheldon como exagerada, y eso es lo que la hace divertida. De hecho, Leonard le tilda de «germafóbico». ¿Pero es realmente exagerado? ¿Podría ser que simplemente Sheldon estuviera siendo más inteligente que ellos dos? Sheldon tiene el comportamiento de alguien que sabe que vive permanentemente acompañado por microorganismos: formas de vida que son demasiado pequeñas para poder ser vistas sin ayuda de un microscopio. Resulta difícil evaluar cuándo aparecieron los primeros microorganismos, pero las estimaciones actuales indican que las primeras células microbianas aparecieron hace entre 3800 y 4300 millones de años. En aquel tiempo, la atmósfera terrestre no contenía oxígeno, solo nitrógeno y dióxido de carbono, y hace unos 3000 millones de años las cianobacterias empezaron una lenta oxigenación de la atmósfera, que alcanzó el nivel actual de oxígeno hace 600 millones

de años. Entonces aparecieron los primeros eucariontes multicelulares y progresivamente el resto de la vida terrestre: hongos, plantas y animales. Por lo que respecta a los humanos, somos unos recién llegados, pues el *Homo sapiens* surgió hace 0,3 millones de años (si comprimieramos la historia de la vida en un día terrestre, los humanos solo apareceríamos en los últimos 6 segundos).

Podemos afirmar que los microorganismos han creado el resto de la vida terrestre, incluida la nuestra, pues toda la vida actual está formada a partir de las estructuras de los microorganismos. Estos constituyen las piezas originales y aún hoy continúan evolucionando. Se calcula que existen alrededor de un billón ( $10^{12}$ ) de especies distintas de microorganismos, y se las puede encontrar tanto en la atmósfera, a varios kilómetros de altura, como en las mayores profundidades de los océanos o a varios kilómetros bajo tierra. Están en el aire, los alimentos, las plantas, los animales, el suelo, el agua, las superficies y, por supuesto, en nuestro propio cuerpo.

### ¿Por qué Sheldon se preocupa por su digestión?

Los microorganismos están relacionados con la preocupación que Sheldon tiene por el correcto funcionamiento de su aparato digestivo. Seguramente recordáis menciones, esparcidas durante toda la serie, que el personaje hace sobre

la regularidad con que va al baño. Puede parecer que esto no tiene que ver con su miedo a los gérmenes, pero es justo al revés. Aunque podría pensarse que el estado ideal del cuerpo humano sería estar libre de microorganismos foráneos, Sheldon sabe que esto no es así. De hecho, el cuerpo de una persona adulta de unos 70 kg contiene aproximadamente unos 30 billones de células humanas y unos 38 billones de microorganismos pertenecientes a más de 500 especies distintas. En realidad, podemos considerar que el cuerpo humano es un superorganismo (la agrupación de un número ingente de microorganismos). Hay unas 10.000 especies diferentes de microorganismos entre todos los humanos y unas 2000 en cada persona, de las cuales 1000 se encuentran en el intestino, 300 en la boca, 850 en la piel y entre decenas y cientos en el aparato urogenital. En su conjunto constituyen la microbiota humana (bacterias, virus y hongos), que desempeña un papel fundamental en nuestra salud. El conjunto de genes de los microorganismos no humanos presentes en nuestro organismo recibe el nombre de microbioma. La cantidad de genes contenidos en la flora intestinal es 150 veces mayor que la contenida en nuestro genoma, e incluso un 8% del ADN de nuestro genoma deriva de genomas víricos. El desequilibrio del ecosistema microbiótico del cuerpo es la causa

del aumento de las alergias y otras enfermedades de la vida moderna, pero la influencia del microbioma en nuestra salud no se limita a los aspectos meramente físicos. En la última década (desde 2010), los investigadores han reunido evidencia suficiente que permite afirmar que los microorganismos residentes en el intestino influyen en la salud mental y la cognición, y en el origen de trastornos como la ansiedad, la depresión, el insomnio o el Alzheimer, e incluso afectan de manera significativa a la manera en que pensamos, sentimos y actuamos. Se trata de una influencia bidireccional entre la microbiota y el cerebro, que se evidencia en la relación (observada estadísticamente) entre los trastornos gastrointestinales y ciertos problemas neuropsiquiátricos, como el trastorno bipolar o la depresión, o entre la esquizofrenia y la inflamación gastrointestinal. En concreto, los microorganismos que residen en los intestinos causan efectos en el cerebro por diversas vías:

- Los microbios del intestino segregan sustancias que se infiltran en los vasos sanguíneos y alcanzan el cerebro.
- Los microbios provocan que las células neurópodes en el revestimiento del intestino estimulen el nervio vago que conecta directamente con el cerebro.

## ¿Tiene razón Sheldon Cooper al tener pánico a los gérmenes?

- De forma indirecta, los microbios activan las células enteroendocrinas del revestimiento del intestino que envían hormonas por todo el cuerpo.
- De manera aún más indirecta, los microbios influyen los inmunocitos y generan inflamación que puede afectar al cerebro.

Ello ha llevado a acuñar un nuevo concepto, el psicobioma, y abre un amplio campo para la investigación de nuevas terapias. Ya se están llevando a cabo experimentos tanto para tratar problemas mentales mediante psicobióticos como para mejorar la salud intestinal mediante cambios en el comportamiento. Así que la preocupación de Sheldon Cooper por su aparato digestivo está directamente relacionada con su miedo a los microorganismos nocivos.

### ¿A qué virus teme Sheldon?

A diferencia del resto de los microorganismos, los virus no son células, sino que están compuestos de dos partes: un genoma (ácido nucleico) en el que van codificadas las funciones necesarias para la replicación y una capa protectora de proteína denominada cápside. El conjunto se denomina virión y en algunos casos, en especial en los virus que afectan a los animales, está rodeado por una capa de proteínas y lípidos denominada envoltura. El genoma puede ser ADN o ARN,

según el tipo de virus, y suele contener entre 2 y 200 genes en los que están codificadas las instrucciones que les permiten modificar las células hospedadoras.

Las cápsides son de formas y tamaños distintos, según la familia a la que pertenece el virus. La mayoría de los virus son entre 100 y 500 veces más pequeños que las bacterias, aunque se han descubierto virus gigantes que alcanzan tamaños similares a los de algunas células bacterianas. Los virus se adaptan rápidamente a nuevos entornos, adoptando variadas estrategias metabólicas, y algunos de ellos pueden permanecer en un estado durmiente durante millones de años. Intervienen de manera activa en los ciclos de carbono, oxígeno y nitrógeno que producen gran parte de los elementos necesarios para el mantenimiento de la vida en la Tierra.

Se estima que en la Tierra existen del orden de  $10^{31}$  virus, cien millones de veces más que estrellas hay en el universo conocido. Según un artículo publicado en el año 2011 en la revista *Nature Reviews Microbiology*, si pusiéramos en fila todos los virus existentes en la Tierra se extenderían hasta 100 millones de años luz. En cuanto al número de tipos, cambia constantemente, pero las estimaciones oscilan entre 500.000 y más de un millón. De ellos, apenas algo más de 200 infectan a los humanos, ya que cada tipo de virus suele infectar únicamente a una

especie o a pocas de ellas con hábitats cercanos. El cuerpo de una persona saludable está repleto de virus. Del mismo modo que hemos hablado del microbioma humano podemos hablar del viroma humano. Este, como el microbioma, es específico de cada individuo y se mantiene bastante estable durante largos periodos de tiempo.

A diferencia de los microorganismos celulares, los virus no pueden replicarse a menos que el virión haya logrado entrar en una célula hospedadora adecuada, un proceso denominado infección. Para ello, el virión cumple dos funciones: proteger el genoma viral mientras el virus está fuera de la célula hospedadora y pegarse a esta mediante las proteínas de su superficie. Cuando lo consigue, puede replicarse y destruir la célula (infección lítica), o alterar el genoma de esta insertando el genoma del virus (infección lisogénica). Sin embargo, la mayoría de los virus conocidos no son patógenos; simplemente se instalan en las células y allí permanecen inactivos o aprovechan los mecanismos de replicación de estas para reproducirse. Tales virus han desarrollado maneras de evitar ser reconocidos por el sistema inmunitario del hospedador. Incluso partes del genoma viral pueden pasar al del hospedador, generando variaciones genéticas en la especie. De hecho, esta es una vía importante de innovaciones evolutivas.

Aunque el número de tipos de virus existentes ronda el millón, solo algo más de 200 infectan a los humanos. Aquí citaremos únicamente unos pocos de los más significativos. La división principal se hace en función de su ácido nucleico, y así tenemos virus ADN y virus ARN.

A continuación relacionamos unas pocas familias de virus destacados de ambos grupos:

- Virus ADN:
  - Hepadnavirus: causa la hepatitis B en humanos.
  - Herpesvirus: causa el herpes.
  - Papilomavirus: puede causar papilomas o cánceres malignos en humanos.
- Virus ARN:
  - Bunyavirus: causan enfermedades respiratorias agudas en humanos cuando estos han estado en contacto con roedores infectados.
  - Coronavirus: gran familia de virus caracterizados por tener en su superficie unas espículas de glucoproteína en forma de palo de golf que hacen que el virus parezca tener una corona. Afectan generalmente a animales domésticos, murciélagos y pájaros. Son muy contagiosos. Hasta el momento, solo siete de estos virus afectan a los humanos, y de ellos, cuatro tan solo provocan un resfriado común. Sin embargo, los tres restantes tienen consecuencias más graves. El SARS-CoV, identificado en 2002, causa un

síndrome respiratorio agudo grave (SARS). El MERS-CoV, identificado en 2012, causa el síndrome respiratorio de Oriente Medio (MERS). Por su parte, el SARS-CoV-2 es el causante de la COVID-19 (*COronaVirus Disease 2019*) que comenzó en Wuhan, China, a finales de 2019 y rápidamente se ha ido expandiendo por todo el mundo.

- Influenzavirus: son de tres tipos, denominados A, B y C. El tipo A es el que causa las epidemias de gripe. El virus circula alrededor del mundo, por lo que evoluciona de modo continuo.
- Virus de la inmunodeficiencia humana: causa del sida.

El virus influenza es el más temido por Sheldon. O al menos, lo era cuando se emitía la serie. Es muy probable que si la serie se siguiera emitiendo hoy, el coronavirus habría pasado a ser el virus que le provocaría mayores temores.

### ¿Por qué Sheldon vigila su cepillo de dientes?

Muy a pesar de Sheldon, no siempre puede controlar no tener agentes infecciosos cerca. Pocas veces se ha visto a Sheldon más horrorizado que cuando descubrió que Raj había usado su cepillo de dientes. Lo que él no sabe es que Raj no fue el único. Penny también lo utilizó en una ocasión, pero nunca lo reveló. La relación de Sheldon con el cepillo de

dientes fue utilizada posteriormente por los guionistas para mostrar el grado de compromiso de Sheldon en su relación con Amy, a la que en un momento crucial de su relación le propone compartir el mismo vaso para guardar sus respectivos cepillos de dientes. Lo de compartir el cepillo es inconcebible, por supuesto, ni con el amor de su vida ni con nadie. Porque Sheldon sabe que un cepillo de dientes puede ser un foco de agentes infecciosos. Los hay de distintos tipos: bacterias, virus, hongos (la mayor parte son inofensivos para los humanos), protistas (causan enfermedades parasitarias que pueden ser viscerales o de los tejidos internos) y helmintos (unos gusanos diminutos que penetran en los tejidos humanos y provocan enfermedades como la esquistosomiasis y la filariasis). El número y la variedad de agentes infecciosos son enormes, y el cuerpo humano, como el de otros animales, está constantemente expuesto a ser infectado por alguno de ellos. Además, muchos microorganismos, en especial los virus, mutan continuamente para vencer las defensas de sus posibles víctimas. ¿Cómo puede nuestro sistema inmunitario luchar contra una amenaza tan variada y cambiante?

Para responder esta pregunta debemos tener en cuenta que el sistema inmunitario es un sistema dinámico complejo. A diferencia de los sistemas cuyos elementos no interaccionan, en los sistemas

## ¿Tiene razón Sheldon Cooper al tener pánico a los gérmenes?

dinámicos complejos los elementos de un conjunto interactúan entre sí y con el entorno, y en ellos emergen nuevas propiedades que no existían en los componentes originales y que tampoco pueden deducirse linealmente. Entonces, el sistema complejo adquiere una identidad propia. Su complejidad nace de un gran número de componentes individuales muy simples con fuertes interrelaciones y realimentaciones, pero sin que ninguno de ellos actúe como coordinador. La estructura generada presenta diversos niveles de abstracción entre los que se establecen relaciones causales de doble sentido.

Para que un sistema dinámico complejo sea capaz de responder a las condiciones cambiantes de su entorno debe conjugar dos condiciones aparentemente contradictorias: que sus componentes estén lo bastante estructurados como para funcionar como un conjunto, y que al mismo tiempo cada uno de ellos disponga de autonomía suficiente para su actuación. Entre la rigidez y el desorden hay una zona crítica intermedia, conocida como «límite del caos», en la que el sistema adquiere su capacidad de adaptación. En este caso, adaptarse a la mayoría de los ataques externos. El sistema inmunitario tiene dos tipos de defensa: la innata y la adaptativa. La primera está activada sin necesidad de exposición previa a las amenazas. La respuesta generada es

rápida, generalmente en pocas horas, y depende en gran medida de los fagocitos, unas células que matan y digieren a los patógenos. Cuando la defensa innata no es suficiente se activa la defensa adaptativa, que a diferencia de la innata es específica para el tipo de patógeno y es llevada a cabo por los linfocitos.

### **¿El miedo de Sheldon está relacionado solo con la ciencia?**

Los conocimientos científicos son la base del comportamiento del personaje, en esta y en muchas otras cuestiones. Sin embargo, también tiene un papel relevante el imaginario que la ficción ha construido alrededor de los virus, y en especial de las pandemias. Sabemos, por ejemplo, que Sheldon es un espectador habitual de *The Walking Dead* (serie de la que hace un *spoiler* al pobre Leonard, que también la sigue con devoción). Por supuesto, *The Walking Dead* es una serie sobre un virus que no existe, pues lo que hace es convertir a las personas fallecidas en muertos vivientes. Pero es una forma que tiene la ficción de tratar un miedo que sí existe, que es el hecho de que estalle una pandemia de un virus contra el cual la capacidad de adaptación del sistema inmunitario no pueda hacer nada y provoque miles de muertes. La mayoría de las ficciones que abordan este tema hacen énfasis en la reacción que los seres humanos muestran en esta

situación, tanto en series de género, como es *The Walking Dead*, como en series realistas, como la francesa *El Colapso*, que se estrenó apenas un año antes del inicio de la pandemia del coronavirus. Son historias que se fijan en cómo las personas reaccionaríamos ante una situación extrema que pone a prueba los valores de los individuos. En la mayoría de estas ficciones, el ser humano cae en comportamientos egoístas, llegando a cometer actos deleznable con tal de asegurar su supervivencia. Es un contexto en el que alguien como Sheldon no se sentiría en absoluto cómodo, así que este imaginario terrorífico añade una capa más de motivos para tener miedo a los virus. Podemos decir con seguridad que la lucha por la supervivencia no es algo para lo que Sheldon Cooper sienta que está preparado.

Sin embargo, él sabe muy bien que la vida en la Tierra es una lucha constante por la supervivencia. Es esta lucha lo que lleva a la evolución de las especies. A menudo, las especies recurren a alimentarse de otras o a parasitarlas, en ocasiones de maneras tan sofisticadas como en el caso del parásito *Toxoplasma gondii*. Por lo que respecta a los microorganismos, muchos de ellos invaden los cuerpos de otros animales (o plantas), en ocasiones cooperando con ellos, como hacen los que viven en nuestro cuerpo, y en otras causando problemas más o menos graves para el hospedador.

El caso de los coronavirus nos muestra un ejemplo de ello. Todo parece indicar que el causante de la COVID-19 es un virus presente en los murciélagos, unos animales que pueden ser portadores de diversos virus mortales, como el del Ébola, el de la rabia o el SARS-CoV2. A ellos no les afectan, ya que en general los virus solo infectan a determinadas especies. Sin embargo, algunos murciélagos de Norteamérica sufren el llamado «síndrome de la nariz blanca», que les causa millones de muertes (debido al hongo *Pseudogymnoascus destructans*).

El miedo de Sheldon a las pandemias está relacionado con la expansión de la enfermedad. Sin embargo, cabe distinguir, según la denominación de la Organización Mundial de la Salud, tres conceptos distintos: brote, epidemia y pandemia. El primero se utiliza cuando una enfermedad se presenta en mayor número o de forma distinta a lo que es habitual. Por ejemplo, en el Reino Unido se producen cada año alrededor de 1200 casos de meningitis meningocócica, la mayoría de los cuales son esporádicos y no generan nuevas infecciones, pero si en un espacio de tiempo reducido y en una misma ubicación se detectan varios casos, estos serán tratados como un brote. En cambio, una epidemia es la ocurrencia en una comunidad o región de un número de casos de una enfermedad por encima de los que se producen habitualmente.

Aunque la definición es muy parecida a la anterior, el término «brote» suele utilizarse cuando la enfermedad está circunscrita a un área geográfica limitada, y si esta se expande rápidamente a otras zonas entonces hablamos de epidemia. Por último, una pandemia se refiere a una enfermedad que se produce en todo el mundo o sobre un área muy extensa, que atraviesa límites internacionales y afecta un gran número de personas. En cierto modo, la denominación de pandemia se usa para indicar a los gobiernos que es necesaria una acción colectiva mundial, como es el caso que estamos viviendo con la COVID-19.

Por último, un término relacionado con los anteriores es el de endemia, del que Sheldon Cooper solo se debería preocupar si decidiera viajar a algún país con una enfermedad que tenga allí una presencia permanente. Es algo que sabemos que, a causa de su carácter, difícilmente hará, pues lo considerará un riesgo que puede evitar. Su pasión por las culturas del mundo puede expresarla tranquilamente desde el sofá de su apartamento presentando su programa *Fun With Flags*. Decimos que se trata de una endemia, o que una enfermedad es endémica, cuando está presente habitualmente en una parte más o menos constante de la población de una zona geográfica concreta. Así, por ejemplo, la malaria es endémica en diversas áreas del mundo, sobre

todo en África, donde se concentran el 90% de los casos, debidos principalmente a los mosquitos *Anopheles* y las condiciones climáticas.

La humanidad se ha visto afectada por numerosas epidemias y pandemias a lo largo de su existencia, e incluso en ocasiones han cambiado el ritmo de la historia. De ellas, cabe destacar la Peste Negra, que tuvo lugar entre 1346 y 1353, y causó la muerte de entre 50 y 200 millones de personas en Europa, Asia y el Norte de África (entre la cuarta parte y la mitad de la población mundial de aquel tiempo). Fue causada por la peste bubónica, una infección producida por la bacteria *Yersinia pestis* que normalmente se encuentra en animales pequeños y en las pulgas que los parasitan. Actualmente aún se puede encontrar en África, Asia y Sudamérica, y se han registrado casos en otros territorios. La siguiente, por número de fallecidos, fue la mal llamada Gripe Española, iniciada en plena Primera Guerra Mundial y que se extendió entre 1918 y 1919, causando la muerte de entre 20 y 100 millones de personas (entre el 1 y el 5% de la población mundial de entonces). Resulta difícil precisar el número exacto puesto que los países en conflicto ocultaban sus bajas. Como España se mantuvo neutral durante la guerra y sus periódicos informaban libremente de la situación, ello propició que se diera a aquella pandemia el nombre

## ¿Tiene razón Sheldon Cooper al tener pánico a los gérmenes?

de «gripe española». En comparación, la pandemia de COVID-19 ha producido (en el momento de redactar estas líneas, junio de 2021) una mortalidad muy inferior. Las muertes acumuladas hasta el presente en todo el mundo han sido unos 3,9 millones, sobre una población mundial de 7870 millones de personas, es decir, del orden del 0,05%.

### ¿Qué pensaría Sheldon de los antivacunas?

Las vacunas activan la respuesta inmunitaria contra un microbio sin tener que pasar la enfermedad, y de este modo la persona queda protegida para eventuales futuras infecciones. Inicialmente se inyectaba el microbio inactivado, y más tarde solo una proteína de este. Las proteínas son moléculas complejas que están presentes en todos los organismos vivos y llevan a cabo numerosas funciones esenciales para la vida (el término «proteína» fue acuñado por el químico sueco Jöns Jacob Berzelius en 1838, a partir del griego antiguo πρωτεϊος, que significa «primario»).

Las proteínas son específicas de cada especie e incluso de cada órgano del cuerpo. Son moléculas muy grandes formadas por muchos aminoácidos unidos en largas cadenas. Hay unos 20 tipos diferentes de aminoácidos en las proteínas, del más de un centenar que se encuentran en la naturaleza. Las plantas pueden sintetizar todos

los aminoácidos a partir de nutrientes inorgánicos que obtienen del suelo y el anhídrido carbónico del aire mediante el proceso de fotosíntesis. En cambio, los animales deben obtener los nutrientes orgánicos de otras fuentes, ya sea de las plantas (los rumiantes) o de otros animales y sus productos (como la leche y los huevos).

Las células humanas y de otros animales fabrican las proteínas que necesitan siguiendo las instrucciones del genoma humano. Este está codificado en el ADN contenido en el núcleo celular. Para fabricar la proteína, la célula copia la parte del ADN que contiene la «receta» en otra molécula más pequeña, denominada ARN mensajero. En 1989 se vio que este proceso podía emularse envolviendo la molécula de ARN con una capa de lípidos, lo que podía ser utilizado para la obtención de vacunas. Bastaba enviar las instrucciones contenidas en la proteína de un microbio a la célula humana para que esta fabricase la proteína del microbio, que una vez detectada por el sistema inmunitario generaría los anticuerpos protectores.

La idea era buena, pero su puesta en práctica era compleja y costosa. Se realizaron experimentos, estudios y ensayos clínicos, hasta que la pandemia de COVID-19 supuso el empuje necesario para desarrollar la vacuna. En apenas un año, las vacunas de Pfizer/BioNTech y Moderna superaban las pruebas y

eran puestas en el mercado, y pronto siguieron otras, como las de Janssen (Johnson & Johnson), AstraZeneca, Nova Vax, Sputnik V, CanSino, etc. Además, este tipo de vacunas son fácilmente adaptables para otras enfermedades, lo que permite pensar en la fabricación de vacunas de ARN mensajero que protejan a la vez frente a varias enfermedades. No hay ningún riesgo de que el ARN inyectado entre en el núcleo celular, y aunque lo hiciera no podría mezclarse con el ADN humano porque son incompatibles. Las vacunas actuales utilizan información genética, una idea que se empezó a desarrollar hace unos 30 años y que a raíz de la COVID-19 se ha acelerado. La vacuna de la farmacéutica norteamericana Moderna se basa en la tecnología de ARN mensajero que ya se empezó a probar en la década de 1990.

El rápido desarrollo de vacunas para la COVID-19 contrasta con el caso del virus de la inmunodeficiencia humana (VIH) que produce el sida. Desde los primeros casos detectados en los años 1980, el VIH ha causado unos 35 millones de muertes y actualmente hay unos 38 millones de personas que viven con VIH. De ellas, solo dos se han curado definitivamente del virus, uno por un trasplante de médula y otro al que se le implantaron células madre de un donante con una mutación resistente al VIH. Este virus ataca a los linfocitos CD4, un tipo de células fundamentales de nuestro sistema

inmunitario. Se propagan destruyendo de manera progresiva los linfocitos CD4. El afectado no tiene defensas y puede sufrir otras de las llamadas enfermedades oportunistas. La lucha contra el VIH se lleva a cabo con fármacos antirretrovirales, un tratamiento de por vida, ya que el virus permanece latente.

¿Por qué en menos de un año tenemos una vacuna contra la COVID-19 y en casi 40 años (y tras 35 millones de muertes) no se ha conseguido ninguna contra el VIH? El virus de la gripe y el del sida tienen la capacidad de cambiar rápidamente. Sus genomas están hechos de ARN, que es menos estable y por tanto más propenso a mutaciones que el ADN. Ello obliga a cambiar periódicamente la formulación de las vacunas de la gripe, y ha hecho imposible hasta el momento hallar una vacuna para el VIH. En cambio, los coronavirus son más estables genéticamente porque contienen un mecanismo de corrección de los errores producidos por las modificaciones de su código genético.

Teniendo en cuenta las dificultades y el esfuerzo, tanto humano como económico, que hay detrás del desarrollo de una vacuna, no hay duda de que Sheldon no entendería a los antivacunas. Para él se trataría de una posición no racional y menospreciaría a los antivacunas, achacándoles falta de conocimiento. A lo largo de la serie, el personaje se

muestra siempre didáctico y dispuesto a compartir la ciencia con los demás, pero al mismo tiempo es tajante con las pseudociencias y en general con cualquier disciplina que no esté fundamentada en el método científico y que pretenda explicar el mundo basándose en suposiciones, conjeturas o directamente falsedades. Habría sido divertido ver al personaje reaccionando a la propuesta de Donald Trump de tratar la COVID-19 con inyecciones de desinfectante. Al mismo tiempo, no cabe duda de que consideraría a los antivacunas y los que propagan sus ideas como un peligro para la sociedad.

### **¿Tiene razón Sheldon al tener pánico a los gérmenes?**

La Organización Mundial de la Salud, en una publicación de 2018, nos recuerda que en la década de 1970 el desarrollo de nuevas vacunas, antibióticos y otros tratamientos y tecnologías nos indujo a creer que la humanidad había conseguido una victoria sobre los microbios. Pero estos no desaparecieron. Desde entonces se han descubierto más de 1500 nuevos patógenos, un 70% de ellos de origen animal. Pensemos en el Ébola, en 1976, o el VIH, en 1983. Este último ha infectado alrededor de 70 millones de personas en 35 años, y ha matado a unos 35 millones de personas. Y las enfermedades antiguas no nos han abandonado. La peste parece cosa del pasado y, sin embargo, un brote de peste en

Madagascar en 2017 provocó la muerte de 209 personas, de un total de 2417 contagiadas. No solo no desaparecen las enfermedades antiguas, sino que a menudo surgen otras nuevas, como el SARS en 2003, la gripe H1N1 (un nuevo virus) en 2009, el MERS en 2012, el Ébola en África Occidental en 2014, o el virus Zika en 2015. Así que, con estos datos en la mano, es lógico tener al menos una actitud prudente y responsable en relación a los patógenos.

Por supuesto, Sheldon Cooper es un personaje cómico en una serie cómica, y su reacción es exagerada en prácticamente todas las situaciones que se le presentan, ya sea huyendo de cualquiera que tenga un resfriado, vigilando que nadie utilice su cepillo de dientes o, en otras ocasiones, intentando sustituir el contacto humano por otra fórmula «menos peligrosa». En un episodio llegó a construir un pequeño robot con el que podía ir de un lugar a otro y comunicarse desde la seguridad de su habitación. Curiosamente, unos robots muy parecidos fueron utilizados en el año 2020, en plena pandemia, en una ceremonia de graduación de la Universidad de Tokio para que los alumnos pudieran asistir de forma remota. Sin embargo, detrás de este pánico humorístico que presenta el personaje de Sheldon hay una preocupación que es, o debería ser, real. No deberíamos tener miedo de los gérmenes, pero sí conocer las

## ¿Tiene razón Sheldon Cooper al tener pánico a los gérmenes?

precauciones necesarias para prevenir infecciones, especialmente en caso de epidemias y pandemias como la que estamos viviendo.

Al mismo tiempo, la sociedad y cada uno de nosotros deberíamos cambiar nuestras formas de vida, los métodos de producción y las relaciones entre países. Las

importantes desigualdades entre zonas geográficas y las facilidades de desplazamiento hacen que un patógeno que surja en cualquier lugar del mundo pueda expandirse rápidamente por todo el planeta. Las medidas tradicionales ya no son eficaces. Hace poco más de un siglo, la mal denominada Gripe Española mató entre el 1% y el 5% de la

población mundial. En este momento, en algún lugar del mundo podría estar produciéndose una mutación de un supervirus con una capacidad letal mucho mayor que la del SARS-CoV-2. Cuando esto suceda e infecte al primer humano, ¿estaremos preparados para evitar la desaparición de nuestra especie?