# A ciencia cierta...

# SARS-CoV-2

## ¿Cómo surge, cómo lo registramos y cómo lo predecimos?

FACULTAD DE QUÍMICA • UNAM

# Y tú, ¿qué es lo que piensas?

A finales del año 2019, en la localidad de Wuhan, China, un grupo de personas fueron diagnosticadas con un síndrome respiratorio agudo grave (SARS) de origen desconocido. A principios de 2020, el gobierno chino comunicó que la causa de dicha enfermedad era un nuevo virus de la familia de los coronavirus. Este agente infeccioso se extendió rápidamente por todo el mundo, hasta que el 11 de marzo, la Organización Mundial de la Salud (OMS) declaró emergencia sanitaria con carácter de pandemia. Ante esta situación, la comunidad científica enfocó sus esfuerzos a estudiar este nuevo virus para proponer medidas de contención, así como de mitigación y, al mismo tiempo, diseñar una vacuna o tratamiento con el que se pudiera enfrentar este problema de salud pública.

En México, al inicio de la pandemia, se tomaron acciones para tratar de contener la propagación del virus; las autoridades de salud decidieron, con el apoyo de los expertos, seguir modelos epidemiológicos con la finalidad de estudiar el comportamiento de la pandemia y, a la vez, brindar información veraz a la población para contrarrestar las noticias falsas que rápidamente se difundieron en redes sociales y diversos medios masivos de comunicación respecto al origen, propagación y demás particularidades de este virus.

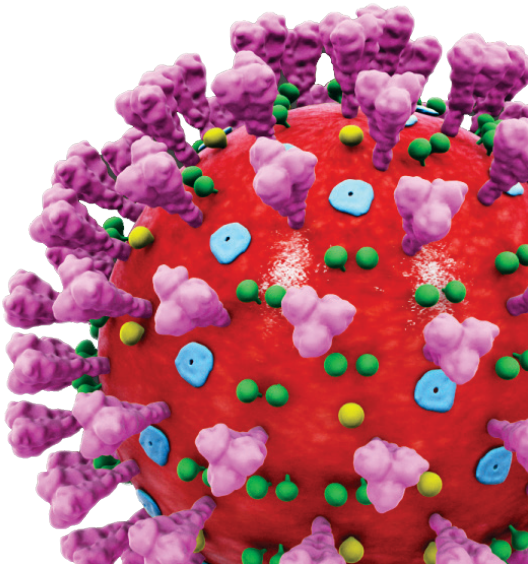
## ¿Qué sabes sobre el tema?

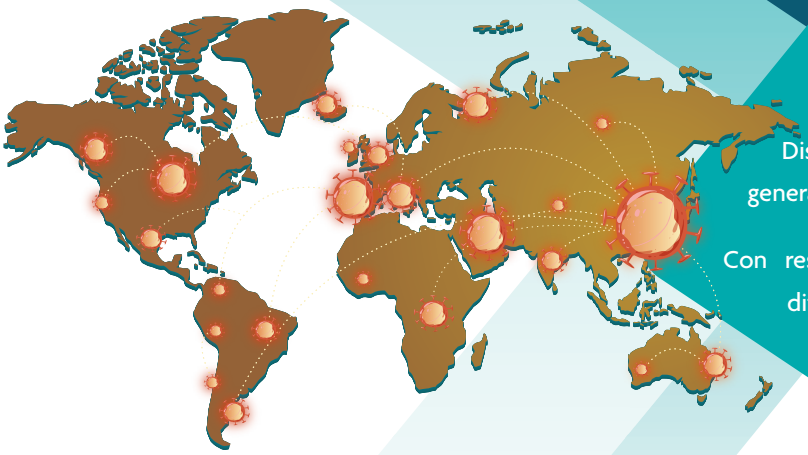
A continuación, encontrarás una lista de afirmaciones relacionadas con el coronavirus SARS-CoV-2. Indica si las consideras verdaderas (V) o falsas (F):

- ☐ El sistema de monitoreo epidemiológico Centinela se basa en aplicar pruebas diagnósticas a la población, para conocer el número de personas contagiadas.
- ☐ Los modelos matemáticos predicen, en promedio, el número de personas que pueden ser contagiadas por una persona infectada.
- ☐ Para modelar el comportamiento de la pandemia, la población se clasifica en tres grupos: susceptibles, infectados y recuperados.
- ☐ El comportamiento de una pandemia causada por un virus puede explicarse mediante representaciones gráficas.
- ☐ El material genético del nuevo coronavirus es exclusivamente ácido desoxirribonucleico (ADN).
- ☐ SARS-CoV-2 es la enfermedad causante de la pandemia que inició en 2020.
- ☐ Una explicación sobre el origen de este agente infeccioso es la zoonosis.
- ☐ Los modelos científicos representan la realidad, no tienen limitaciones.
- ☐ El nombre del nuevo coronavirus es COVID-19.

¿Piensas que cuentas con información suficiente sobre este tema?

Compara tus respuestas con las de tus compañeros.





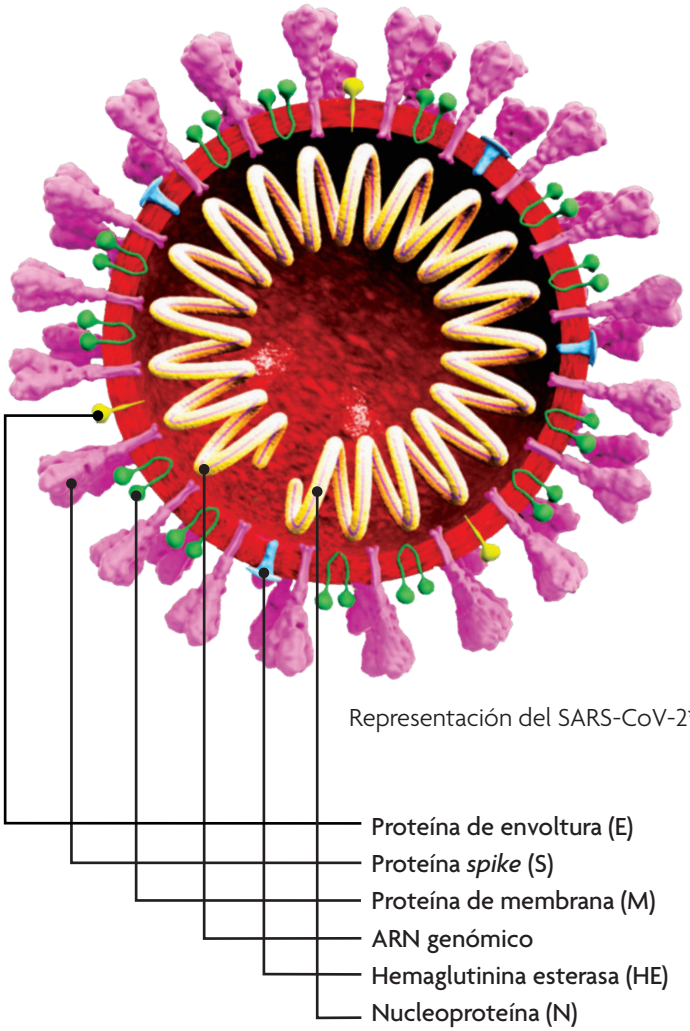
El año 2020 será recordado por la pandemia originada por el virus SARS-CoV-2 (síndrome agudo respiratorio severo por coronavirus 2) que provoca la enfermedad COVID-19 (Coronavirus Disease-2019) y por el gran desarrollo científico que comenzó a generarse para enfrentar dicha situación.

Con respecto a este último punto, gracias a la interacción de las diferentes áreas del conocimiento como la Química, la Bioquímica, las Matemáticas y las ciencias computacionales, entre otras, se ha podido tener evidencia científica sobre la naturaleza de este virus. Se sabe que pertenece a la familia de los coronavirus, su nombre se debe a que, al observarlo al microscopio electrónico, se resaltan unos picos alrededor de su estructura que dan la apariencia del halo de la corona solar.

# Un poco de información

El SARS-CoV-2 está integrado por una cápsula inerte con el material genético que, en este caso, está formado sólo por ácido ribonucleico (ARN); también tiene proteínas y una capa lipídica. Por otra parte, con respecto a la enfermedad que ocasiona, se ha podido monitorear y predecir su comportamiento en la población humana, lo cual ha llevado a establecer medidas para prevenir el contagio.

A este respecto, cada país, con apoyo de sus expertos, puso en marcha su propia metodología para tratar de contener o, al menos, mitigar los contagios. Por ejemplo, al inicio de la pandemia, Suecia e Inglaterra apostaron por la "inmunidad colectiva" y no atendieron las recomendaciones de la Organización Mundial de la Salud (OMS) para contener el virus, como por ejemplo, el distanciamiento social; semanas más tarde identificaron que su modelo no era el adecuado dado el aumento de contagios y decesos entre su población. En nuestro país, se utilizó el sistema de monitoreo epidemiológico Centinela y modelos epidemiológicos fundamentados en el sistema SIR (susceptibles, infectados y recuperados), que condujeron a la toma de decisiones y predicciones para enfrentar la pandemia. En resumen, para afrontar esta situación sanitaria se ha recorrido un proceso que va desde conocer la naturaleza del agente viral, en este caso el SARS-CoV-2, y modelar el comportamiento de la diseminación de la enfermedad entre la población (COVID-19), entre otros aspectos más.

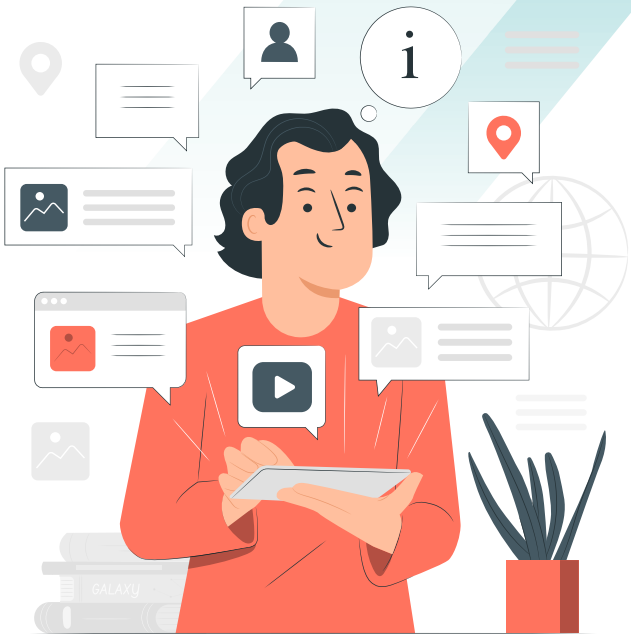



Representación del SARS-CoV-2*

* Tomado de: Cevallo, M. Fármacos y vacunas contra el coronavirus. *¿Cómo ves? Revista de Divulgación de la Ciencia*. UNAM. Año 22, Núm. 262.

# En medio de tanta información...

## ¿cómo encontrar lo que buscamos?

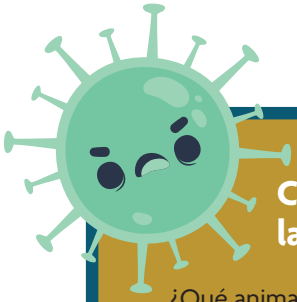


Ante la inmensa cantidad de información que se publica respecto al SARS-CoV-2, es necesario desarrollar nuestra habilidad lectora, para poder identificar con rapidez la información que nos es útil.

Existen varias técnicas de lectura veloz y, en esta actividad, te proponemos usar dos de ellas: la primera, *Skimming*, es útil para buscar rápidamente la idea general del documento al leer los primeros y últimos párrafos, que es donde se encuentra el objetivo y la conclusión del texto, respectivamente. La otra, *Scanning* o lectura de exploración, es útil para ubicar con rapidez la información que se busca; es lo que hacemos cuando buscamos un teléfono en la agenda.

Para que tengas una visión de la naturaleza y origen del virus, usa las técnicas de *Skimming* y *Scanning* para leer el artículo que se encuentra en el siguiente enlace:

**http://www.comoves.unam.mx/numeros/articulo/256/nuevo-coronavirus-la-epidemia**



### Con base en dicha lectura, responde las siguientes preguntas:

¿Qué animal se considera como reservorio del SARS-CoV-2?

¿Qué otros virus han ocasionado pandemias en este siglo?

Explica ¿por qué ocurre la zoonosis?

¿Por qué el virus SARS-CoV-2 se considera zoonótico?

¿Cuál es la importancia de conocer la secuencia genómica del SARS-CoV-2?

¿Qué proteína del SARS-CoV-2 es la responsable de su capacidad infecciosa?

¿Cómo se llama el Instituto encargado de enfrentar esta pandemia en México?

¿Cuál es el fundamento de las medidas de prevención tales como el lavado de manos y el distanciamiento social?

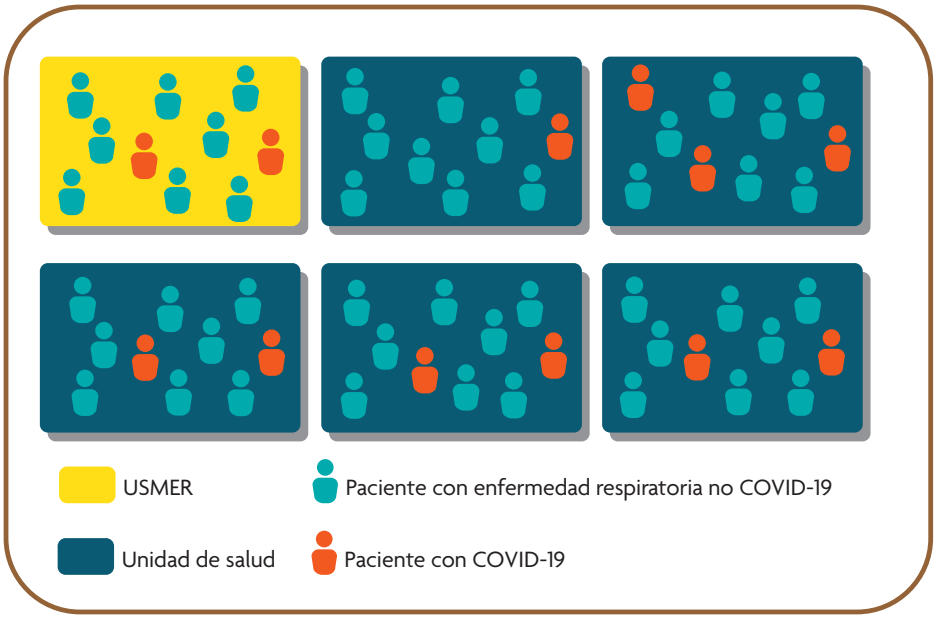
Las respuestas a las preguntas anteriores te darán una visión respecto a la naturaleza y origen del virus.

# La estadística.
## Herramienta fundamental de la epidemiología

Ahora bien, con respecto al monitoreo del comportamiento de la diseminación de la enfermedad, es importante destacar el uso de los sistemas epidemiológicos, cuyo fundamento es el muestreo estadístico. Por ejemplo, México enfrentó el inicio de la pandemia con alrededor de 26 mil unidades de salud entre públicas y privadas, de las cuales 475 son unidades de salud monitoras de enfermedades respiratorias (USMER), que es donde se detectan los casos de COVID-19 mediante pruebas clínicas. Con base en la información de las USMER, se estima el número de pacientes infectados en todas las demás unidades de salud del país. Todo esto resulta fundamental para la toma de decisiones.

## Échale números

Te proponemos hacer el siguiente ejercicio sobre la estimación de pacientes totales utilizando sólo una unidad de muestreo (USMER). Analiza el modelo siguiente y responde las preguntas.




Ejemplo para estimar pacientes con COVID-19 a partir de USMER.

¿Cuál es el porcentaje de casos positivos en la USMER?

¿Cuántas personas en total tendrían COVID-19?

¿Cuántas de ellas son una estimación?

¿Cuántas se detectaron en la USMER?

## El FM, un factor importante

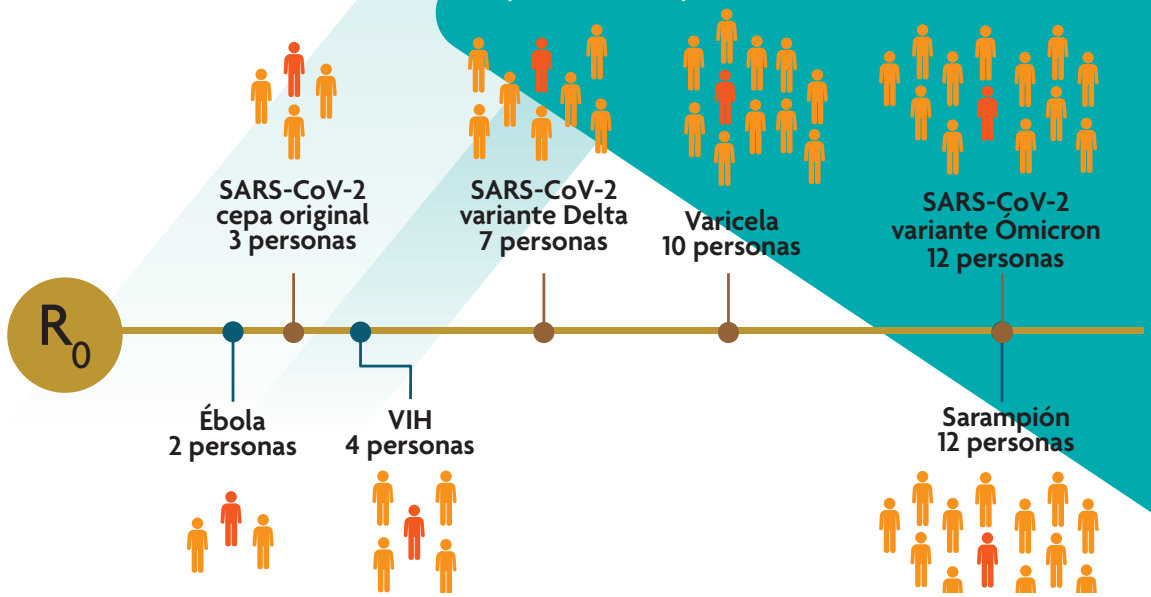
El factor multiplicador (FM) es una predicción de cuántas personas podrían tener COVID-19 por cada paciente infectado. Se calcula dividiendo los casos estimados del COVID-19 entre los casos confirmados en la USMER.

¿Cuál es el FM del ejemplo anterior?

El ejercicio que acabas de hacer es un buen ejemplo de cómo se realiza el monitoreo epidemiológico, ya que conociendo el FM y los casos confirmados de la USMER, se estima el número total de casos en la población. Hay que destacar que este ejercicio es ideal, en la realidad se debe considerar la heterogeneidad de las unidades USMER, el número de pacientes que ahí se atienden y la densidad poblacional, entre otros factores. Sin embargo, el factor multiplicador es un acercamiento a la capacidad de contagio del agente infeccioso, en un momento determinado.

# El $R_0$, otro factor importante

El número reproductivo básico ($R_0$) es un parámetro que indica qué tan infeccioso es el agente que provoca la enfermedad. **El $R_0$ es siempre mayor a uno** y cuanto más grande sea, más infeccioso es el agente. Esta variable **se determina dividiendo la población susceptible entre los infectados.**




## Calcula e interpreta el $R_0$

Los datos que se indican en el siguiente cuadro corresponden a una población muestra, con un determinado contexto político (políticas públicas), social, económico y durante el pico máximo de las diferentes enfermedades. Calcula el $R_0$ para cada caso y con base en los valores que obtengas, responde las preguntas.

**Ejercicio de $R_0$ para diversos agentes patógenos**

| Agente infeccioso o enfermedad | Transmisión | Susceptible | Infectados | $R_0$ |
|---|---|---|---|---|
| Sarampión | Aérea | 2000 | 111 | |
| Viruela | Contacto social | 2000 | 286 | |
| Paperas | Gotitas en el aire | 2000 | 400 | |
| SARS-CoV | Gotitas en el aire | 2000 | 665 | |
| Ébola | Contacto con fluidos y secreciones corporales | 2000 | 1333 | |
| SARS-CoV-2 | Gotitas en el aire | 2000 | 600 | |
| VIH | Contacto sexual | 2000 | 550 | |

Datos adaptados de Molero, J. (2020). COVID-19 SARS-CoV-2. Sociedad Española de Medicina de Familia y Comunitaria. https://www.semfyc.es/wp-content/uploads/2020/03/covid-19-semFYC-presentacion-actualizada_200325.pdf

**a)** En 1520 se registró en la Nueva España la primera epidemia de viruela y se sabe que murió la mitad de la población indígena. Con base en esto, ¿cómo esperarías que fuera el $R_0$ para la viruela en esa época?

**b)** ¿En qué aspectos se parece la epidemia de viruela de 1520 con el inicio de la epidemia causada por el SARS-CoV-2?, ¿en cuáles no se parece?

**c)** ¿Qué decisiones de las que tomó el gobierno el primer año y medio de la pandemia fueron efectivas para disminuir la diseminación de la enfermedad en México?, ¿cuáles no?, ¿qué hubieras propuesto tú y por qué?

¿Cuáles son los agentes más y menos infecciosos respecto al SARS-CoV-2?

Construye una explicación de por qué el SARS-CoV-2 llevó al mundo a una situación de pandemia

¿Consideras que el $R_0$ es un dato fijo o variable en función del contexto? ¿Por qué?

# La epidemiología en acción

Los modelos proporcionan a los epidemiólogos un comportamiento probable de la enfermedad estudiada, pero no representan la realidad y mucho menos la verdad absoluta. Esto es una ejemplo del trabajo científico y de la ciencia.

El modelo Centinela que usó México para predecir el avance de la enfermedad es, según la guía operativa de la Organización Panamericana de la Salud (OPS), un sistema eficaz para recopilar datos confiables y poder entender el fenómeno.

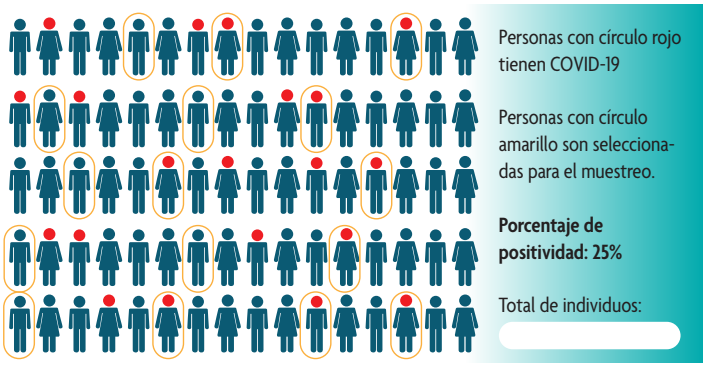
Todos los modelos presentan limitaciones. El Centinela, por ejemplo, contempla el registro de todos los pacientes, en este caso con COVID-19, ya sean con síntomas leves, moderados, graves y críticos. Pero al inicio de la pandemia, para evitar la saturación de los hospitales, sólo se recibieron pacientes graves y críticos, dejando "fuera" los casos moderados, leves y asintomáticos. Lo anterior ocasionó datos poco precisos sobre la letalidad y se generó el fenómeno del sub registro.

## ▶Modelos y predicciones

Reúnete con dos compañeros e investiga el significado de los siguientes conceptos:

• **Tasa de letalidad** • **Porcentaje de positividad** • **Sub registro**

Ahora imagina que se tienen en total 40 pacientes infectados; uno murió, seis están graves, 32 presentan síntomas leves y uno es asintomático. De éstos, siete ingresan a una USMER y se registran como un deceso y seis graves.




**Muestreo aleatorio simple para una determinada población.**

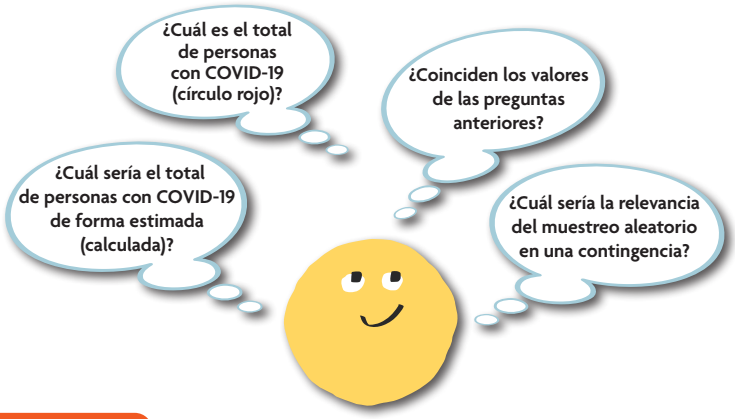
**a)** Realiza un dibujo para representar la situación descrita.

**b)** ¿Cuál sería la tasa de letalidad si se consideran sólo los pacientes ingresados en USMER?

**c)** ¿Cuál sería la tasa de letalidad si se considera el total de pacientes?

**d)** Trabaja con otro compañero, comparen sus resultados y discutan.

En el problema se conoce el total de los pacientes infectados; sin embargo, en la realidad no se sabe cuántos infectados hay. En nuestro país, muchos enfermos con sintomatología leve no fueron registrados por las autoridades y menos aún los asintomáticos. No obstante, para predecir y tener un estimado de los infectados totales más cercano a la realidad, los científicos realizan muestreos de la población aleatoriamente y, con base en ello, hacen predicciones y toman decisiones. En la siguiente figura te presentamos un ejemplo. Responde las preguntas que se plantean después.




Lo anterior se complementa con los modelos epidemiológicos, los cuales son modelos matemáticos que se utilizan para describir el avance de una epidemia considerando variables que ayudan a describir el comportamiento del fenómeno. Un modelo básico es el de compartimentos susceptibles (S), infectados (I) y recuperados (R). Para entender este modelo, construye una gráfica con la información del siguiente cuadro.

| Días | Susceptibles | Infectados | Recuperados |
|---|---|---|---|
| 0 | 500 | 0 | 0 |
| 5 | 480 | 10 | 7 |
| 10 | 450 | 50 | 20 |
| 15 | 200 | 200 | 60 |
| 20 | 60 | 250 | 150 |
| 25 | 40 | 200 | 250 |
| 30 | 35 | 140 | 350 |
| 35 | 29 | 100 | 400 |
| 40 | 22 | 50 | 450 |
| 45 | 17 | 30 | 460 |
| 50 | 12 | 15 | 480 |
| 55 | 4 | 5 | 490 |
| 60 | 2 | 3 | 493 |

Datos para construir una curva del modelo epidemilógico SIR

Compara tu gráfica con la de otro compañero y lleguen a acuerdos para responder las siguientes preguntas:

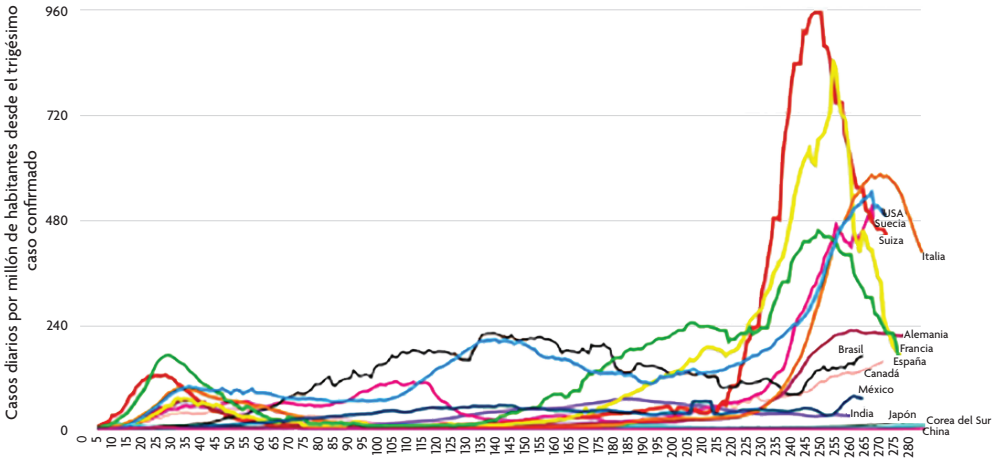
1. ¿A qué se debe el comportamiento de los infectados?
2. ¿Por qué la línea de los susceptibles tiene una pendiente con tendencia negativa?
3. ¿Por qué la línea de los recuperados tiene una pendiente positiva?

Ante las críticas que el gobierno de México recibió por las decisiones tomadas para enfrentar la pandemia durante el primer año y medio, se decidió contratar a un grupo de expertos en modelos epidemiológicos y médicos, así como a periodistas. La metodología seguida en México para enfrentar la pandemia ha tenido una duración mayor que en otros países. Si bien una parte de la población está de acuerdo con ella, hubo sectores que opinan que no fue el mejor camino. Hagan uso de los resultados obtenidos en las actividades anteriores y de la información de la siguiente gráfica, para que en equipos de cuatro integrantes realicen las siguientes actividades:

# ¿Y qué con las políticas públicas?

**1.** Con base en la información del fascículo, construyan argumentos sobre si fue adecuado o no el proceder de las autoridades sanitarias mexicanas ante la pandemia. En ambos casos deben defender su postura con evidencias científicas.

**2.** Si hubieran podido dar alguna recomendación al secretario de Salud durante el primer año de la pandemia, ¿cuál sería?, ¿qué beneficios y consecuencias se tendrían con la recomendación planteada?




Tendencias de casos nuevos por día por millón de habitantes en diferentes países hasta el 1 de diciembre de 2020.

Recuperado de https://ourworldindata.org/coronavirus. Extraído por Israel Gómez Sánchez.

## Y después de todo esto...

¿Cómo han cambiado tus ideas respecto al comportamiento de la pandemia?

¿Qué acciones propones para informar mejor al público respecto al tema?

### Para saber más


- Cevallos, M. (2021). Fármacos y vacunas contra el nuevo coronavirus. *¿Cómo ves?* Año 22. Núm. 262. http://www.comoves.unam.mx/numeros/articulo/262/farmacos-y-vacunas-contra-el-nuevo-coronavirus
- Colín-Castelán, D. (2020). Principios del sistema Centinela, COVID-19 en México. *Ciencia a Distancia*. https://www.youtube.com/watch?v=p2Ysf9_s0Tk
- Domínguez-Dueñas, L., Amador-Bedolla, C. (2020). El origen de COVID-19: lo que se sabe, lo que se supone y sobre las teorías de complot. *Educación Química*. Vol. 31, Núm. 2. http://dx.doi.org/10.22201/fq.18708404e.2020.2.75461



**ASESOR GENERAL:** Vicente Talanquer
**RESPONSABLE ACADÉMICA:** Glinda Irazoque
**COORDINADORES:** Alan Javier Pérez, Nadia Teresa Méndez
**AUTORES:** Alan Javier Pérez, Nadia Teresa Méndez, Alejandra López, Glinda Irazoque, Rufino Trinidad.
**COORDINACIÓN DE COMUNICACIÓN, FQ**
**DISEÑO EDITORIAL:** Sonia Barragán
**CORRECCIÓN DE ESTILO:** Brenda Álvarez

Proyecto apoyado por **DGAPA-UNAM**, a través del programa **PAPIME PE213618.**
Publicación autorizada por el Comité Editorial de la Facultad de Química.

ISBN de la colección: 978-607-30-5303-7 • ISBN del volumen: 978-607-30-6088-2

9786073060882

www.librosoa.unam.mx