

Explorar fenómenos.

Compartir ideas.

Mapas para el viaje de la ciencia en el aula.

Koch y los bacilos: experimentos que contagian

Por **Silvina Vidal**

Nivel: Primaria 2

Eje temático: Seres vivos

esta es una
Propuesta de

fenóme
NAUTAS

Resumen

Con viñetas históricas analizamos los experimentos que realizó Robert Koch para descubrir que ciertas enfermedades son producidas por algunos microorganismos (bacilos).

¿Por qué esta propuesta?

Es poco frecuente que en el nivel primario los y las estudiantes se asomen a la historia de la ciencia para incursionar en el proceso de producción del conocimiento científico. Por esto, en esta clase te propongo que mediante la lectura de dos viñetas históricas tus estudiantes analicen algunos de los experimentos que realizó Robert Koch para descubrir que ciertas enfermedades —como el carbunco— son producidas por un tipo particular de bacterias (bacilos). No sólo van a analizar sus experimentos sino que buscamos que describan el contexto histórico de esos descubrimientos y su trascendencia para la ciencia.

Objetivos de esta propuesta

Que los y las estudiantes puedan:

- Reconocer que hay algunos microorganismos (bacilos) son la causa de algunas enfermedades.
- Concluir que existen microorganismos patógenos que crecen fuera del cuerpo.
- Interpretar una viñeta histórica de la ciencia, identificando la pregunta de investigación, las hipótesis y las predicciones asociadas.
- Reconocer las condiciones que requiere un experimento para ser válido.
- Analizar e interpretar resultados de una experiencia realizada por otros.

Preparación

1. Imprimir copias de los documentos para estudiantes (individuales o por grupos).
2. Leer con atención las orientaciones complementarias en la “Guía de respuestas y recursos adicionales”, al final de este documento.

Contenidos conceptuales

- Microorganismos perjudiciales para la salud: enfermedad y contagio

Herramientas de pensamiento

- Formulación de preguntas investigables
- Formulación de hipótesis y predicciones
- Diseño experimental

Naturaleza de la ciencia

- Naturaleza de los cuerpos teóricos
- Carácter acumulativo de la ciencia
- Conocimiento provisorio y permanente

Bibliografía

- Borrego, Juan (2018) *La Microbiología en sellos*. Noticia SEM. Sociedad Española de Microbiología. Disponible en: <https://jornades.uab.cat/workshopmrama/sites/jornades.uab.cat/workshopmrama/files/koch.pdf>
- Kruif, P. D. (1998). *Cazadores de microbios*. Editorial Porrúa, SA.

Créditos

Edición: Joselina Casarini. Diagramación: Ailén Sac Himelfarb y Jimena Godoy.
Carga: Paula Muratori Brest. Corrección: Juan Amitrano.

1

Compartimos lo que ya sabemos

- o Conversen entre ustedes: cuando están enfermos, ¿por qué no es recomendable que estén en contacto con otras personas? Cuando un amigo está enfermo, ¿pueden visitarlo? ¿Todas las enfermedades se contagian? ¿Cómo saben cuáles son las enfermedades que pueden contagiarse?

Pautas para docentes

Comenzamos planteando una serie de preguntas que invitan a los y las estudiantes a pensar: “¿Cómo nos contagiamos? ¿Qué nos contagiamos?”. Posiblemente surja la idea del contagio de un virus o una bacteria que causan determinadas enfermedades, como la gripe, y reconozcan que hay otras enfermedades que no se contagian, como puede serlo una enfermedad cardíaca. No es central en este momento hacer referencia en detalle sobre qué y cómo nos contagiamos; simplemente, se trata de poner de manifiesto que hoy tenemos información sobre muchas enfermedades, que sabemos cómo nos podemos contagiar y también cómo podemos tratar esas enfermedades. Es decir, hacer visible que, si bien hoy sabemos que muchas enfermedades son causadas por microorganismos, esto no fue siempre así. Hasta el siglo XIX se sabía que las personas enfermas contagiaban a otras, como si la enfermedad pasara de persona a persona. Sin embargo, no se conocía qué era lo que producía esa enfermedad ni qué era lo que se contagiaba.

2

Leemos una viñeta histórica

- o Lean el texto “Los experimentos de Robert Koch: primeras preguntas”.
- o Conversen entre ustedes: *¿qué quería averiguar Koch? ¿Cuáles eran sus hipótesis? ¿Qué experiencia realizó para ponerlas a prueba? ¿Cuáles fueron los resultados? ¿A qué conclusión llegó?*
- o Completen el cuadro de la hoja de trabajo.

Recursos de esta actividad

- Hoja para estudiantes. “Los experimentos de Robert Koch: primeras preguntas”.

Pautas para docentes

Para comprender cómo se sabe hoy que muchas enfermedades son causadas por microorganismos, proponemos a los y las estudiantes analizar un caso de la historia de la ciencia. El objetivo de esta actividad es que puedan comprender el proceso de producción del conocimiento científico. Luego de la lectura, el intercambio oral tiene que guiar a los y las estudiantes en la diferenciación de las hipótesis puestas en juego y en cómo se vinculan con las predicciones (los resultados esperables de acuerdo con la hipótesis). Una de las hipótesis del experimento de Koch era que los bacilos causaban la enfermedad. El resultado esperado era que, al introducir la “sangre enferma” en el animal sano, este también se enfermase. Al observar la sangre se hallarían bacilos que no estaban presentes antes. La segunda hipótesis puesta en juego era que los bacilos son consecuencia de la enfermedad, es decir, que no debería influir que se inyectase sangre enferma en un animal sano. De igual manera, es necesario destinar un tiempo para diferenciar resultados de conclusiones. Para guiar esta discusión, podemos preguntar: “¿Qué resultados obtuvo Koch en su experimento? ¿Fue suficiente un único experimento para elaborar una conclusión? Teniendo en cuenta esos resultados, ¿a qué conclusión llegó?”. En este caso, el resultado fue que el ratón al cual había inoculado la

“sangre enferma” murió. Luego, en el ratón que estaba sano, Koch halló millones de bacilos. Estos resultados le permitieron concluir que la causa de la enfermedad era el ingreso al organismo de la sangre con esos bastoncitos o bacilos (los bacilos son bacterias con forma alargada o cilíndrica).

Una vez finalizado el intercambio oral, de manera individual completen el cuadro con el análisis del experimento realizado por Koch.

3

Leemos otra viñeta histórica

- Lean el texto: “Los experimentos de Robert Koch: nuevas preguntas”.
- Conversen entre ustedes: *¿qué quería averiguar Robert Koch? ¿Por qué era importante averiguarlo? ¿Cómo fue el experimento que realizó para ello? ¿Qué precauciones tuvo que tomar para asegurarse de que los resultados fueran válidos? ¿Por qué creen que repitió los experimentos más de una vez? ¿Por qué el resultado que obtuvo le permitió afirmar su primera conclusión?*
- Respondan las preguntas propuestas en la hoja del estudiante.

Recursos de esta actividad

- Hoja para estudiantes. “Los experimentos de Robert Koch: nuevas preguntas”.

Pautas para docentes

Al finalizar el primer relato surge un nuevo interrogante: “¿Cómo se desarrollan los bacilos?”. De esta manera se pone en evidencia que, si bien un experimento puede responder una pregunta, también habilita a nuevas preguntas y, por lo tanto, nuevas investigaciones.

En este segundo relato centramos la discusión no sólo en reconocer qué pregunta quería responder Robert Koch, sino en el procedimiento que llevó a cabo. Es necesario detenernos con los y las estudiantes a analizar las condiciones que se mantuvieron constantes a lo largo del experimento: Koch se aseguró de tomar la muestra y aislarla para que no fuera contaminada por ningún otro microorganismo que estuviese en el ambiente. Es decir, lo único que cambió de la muestra inicial fue que incluyó el pequeñísimo pedazo de bazo de un animal enfermo. Podemos hacer referencia al primer experimento, cuando aisló al ratón luego de que fuese inyectado. Koch necesitaba que el único cambio entre el estado inicial del ratón (sano) y el final fuera la inyección de sangre enferma. Otro aspecto por analizar con los y las estudiantes es que el científico realizó cada prueba más de una vez. Podemos preguntar a los alumnos: “¿Qué habría pasado si en alguna de las pruebas el resultado hubiera sido diferente? ¿Cuántas veces será suficiente repetir una prueba para que los resultados permitan llegar a una conclusión?”.

Pensamos sobre lo que aprendimos

- Compartan con el resto de la clase las nuevas preguntas que pensaron.
- Conversen entre todos: *¿de qué manera los experimentos de Koch permitieron comenzar a comprender cómo se producen algunas enfermedades? ¿Qué sabemos hoy sobre las enfermedades que no se conocían antes de que Koch desarrollara los experimentos?*

Pautas para docentes

Para cerrar la clase, damos un tiempo para que los y las estudiantes propongan las nuevas preguntas. Algunas de ellas pueden ser: “¿Cómo llegan los bacilos del animal enfermo al animal sano? ¿Cuánto tiempo podrían sobrevivir los bacilos fuera del organismo? ¿Se desarrollarían en cualquier ambiente?”.

Es necesario dar tiempo para analizar las preguntas y diferenciar aquellas que puedan responderse con un experimento (como, por ejemplo, “¿Cuál es el ambiente en el que mejor se desarrollan los bacilos?”) de preguntas que apunten a definiciones (“¿Qué es un bacilo?”).

Según las características y posibilidades del grupo, podemos, a partir de esas nuevas preguntas, proponer a los y las estudiantes que piensen experimentos para responderlas y que construyamos entre todos un experimento imaginario.

Para cerrar la clase, retomamos las preguntas iniciales. Esperamos que los y las estudiantes puedan reconocer que los conocimientos que hoy tenemos son el resultado de un largo proceso. Los conocimientos científicos no son inmediatos, y requieren ciertos procedimientos que dan validez a los resultados. Las investigaciones de Robert Koch permitieron identificar los bacilos (bacterias) que causan varias enfermedades, entre ellas la tuberculosis, e introdujeron el método experimental.

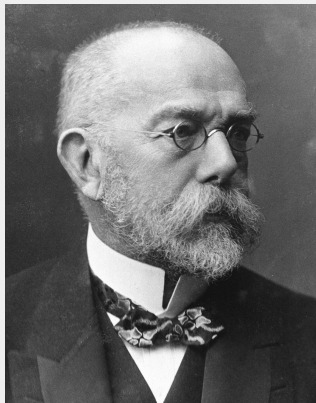
Esperamos que comprendan que cuando hablamos de contagio nos referimos al ingreso de un agente patógeno (un microorganismo) al cuerpo que causa una determinada enfermedad.

Guía de respuestas y recursos adicionales

Los experimentos de Robert Koch: primeras preguntas

Aquí comienza la historia

1. Lean el siguiente caso de la historia de la ciencia: “Los experimentos de Koch”.



Robert Koch fue un importante médico y bacteriólogo alemán del siglo XIX. Estaba muy preocupado porque, aunque intentaba curar a los niños de las enfermedades, los médicos todavía no conocían sus causas, por lo que no podía explicarles a las madres cómo prevenirlas.

En esa época, el carbunco era una enfermedad misteriosa que preocupaba a los campesinos de Europa, ya que atacaba el ganado y lo mataba. Frente a ese problema, Koch decidió dejar de lado las visitas como médico y se dedicó a averiguar cuál era el origen de la enfermedad.

Comenzó observando la sangre del ganado muerto de carbunco y descubrió unas extrañas y pequeñas “cosas” que flotaban, parecidas a bastoncitos. Esta misma observación había sido hecha por colegas en Francia, cuya hipótesis era que esos bacilos o bastoncitos eran la causa de la enfermedad. Sin embargo, no pudieron probarla. ¿Los bacilos eran la causa de la enfermedad o los bacilos

aparecían como consecuencia de ella? Frente a estas preguntas, Koch decidió estudiar los animales sanos.

Buscó un modo seguro para contagiar a ratones sanos: inyectó unas gotas de sangre de una oveja enferma de carbunco en el cuerpo de un ratón sano a través de una astilla de madera y lo dejó aislado en el laboratorio durante todo un día.

A la mañana siguiente, cuando Koch entró a su laboratorio, encontró al ratón boca arriba, con las cuatro patas apuntando al cielo y tieso. Extrajo sangre del ratón y, al observar, encontró tantos bastoncitos en esa muestra de sangre como los que tenía la oveja enferma. De este modo logró contagiar la enfermedad del ganado a un ratón.

Repitió este procedimiento una y otra vez, y en todos los casos obtuvo los mismos resultados. Así Koch llegó a la primera conclusión: si una gota de sangre con unos cuantos cientos de bastoncitos ingresa a un animal sano, en veinticuatro horas los bacilos se convierten en miles de millones y, como consecuencia, el animal se enferma y muere.

Esta conclusión le generó nuevas preguntas. Koch pensó que si los bacilos se reprodujeron en veinticuatro horas, tenían que estar vivos, pero ¿cómo se desarrollarían esos bastoncitos?

Crédito de imagen: Nobel Prize Foundation

2. Conversen entre ustedes: ¿qué quería averiguar Koch? ¿Cuáles eran sus hipótesis? ¿Qué experiencia realizó para poner a prueba esas hipótesis? ¿Cuáles fueron los resultados? ¿A qué conclusión llegó?

3. Completen la siguiente tabla:

Pregunta investigable
¿Los bacilos eran la causa de la enfermedad o aparecían como consecuencia de ella?

Hipótesis	
a) Los bacilos ingresan al organismo sano y causan la enfermedad.	b) Los bacilos aparecen en la sangre como consecuencia de la enfermedad.
¿Qué resultados son esperables si esta hipótesis es correcta? Si la hipótesis a) es cierta, al inyectar la astilla con sangre con bacilos en el cuerpo del animal sano, este se enfermará. En la sangre del animal tendrán que aparecer los bacilos que causaron la enfermedad.	¿Qué resultados son esperables si esta hipótesis es correcta? Si la hipótesis b) es cierta, al inyectar la astilla con la sangre con bacilos en el cuerpo del animal sano, este no se enfermará. En la sangre no habrá presencia de bacilos, ya que no se enfermó.
Resultados Pasadas 24 horas, Koch encontró el ratón muerto y en su sangre halló los mismos bacilos al igual que en la sangre de la oveja enferma, que se habían reproducido en miles de millones.	
Conclusiones Cuando una gota de sangre con bacilos ingresa a un animal sano, en veinticuatro horas estos se convierten en miles de millones, lo que provoca que el animal se enferme y muera.	

Los experimentos de Robert Koch: nuevas preguntas

La historia continúa

1. Lean el texto para conocer cómo continuó la investigación acerca de los bacilos.

Robert Koch quería averiguar cómo se desarrollaban esos bastoncitos. Para eso tenía que encontrar una manera de ver su desarrollo fuera del cuerpo de los animales.

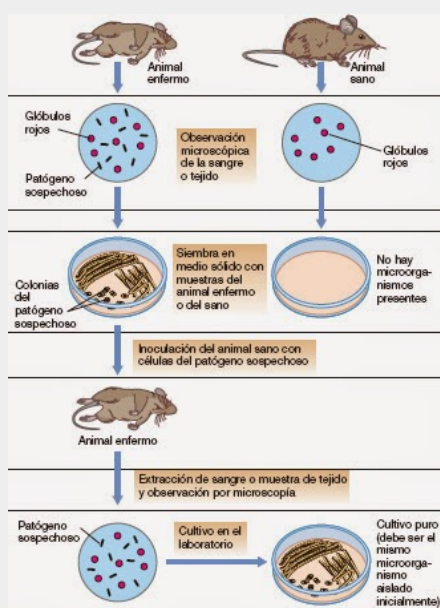
Luego de mucho pensar, tuvo una gran idea: colocó una gota de humor acuoso (un líquido que se encuentra en el interior del ojo) de un animal sano en una lámina de cristal e introdujo un pequeñísimo trozo de bazo extraído de un ratón muerto de carbunco. Sobre esa gota colocó otra lámina de cristal más

gruesa; de este modo se aseguró de que no pudiese ingresar ningún microbio a la muestra.

Esperó unas horas y comenzó a observar que los bastoncitos que provenían del bazo del ratón muerto se multiplicaban. Repitió el experimento durante ocho días y pudo notar con asombro cómo esos bastoncitos se multiplicaban en miles y millones. ¡Había logrado reproducir bacilos sin que estuvieran dentro de un animal! Koch siguió haciéndose preguntas: si inyectara estos bacilos en un animal sano, ¿seguirían multiplicándose? ¿Los bacilos serían realmente la causa del carbunco? Si así fuera, un animal sano debería enfermarse al inyectarle la muestra con los bacilos. Si no se enfermase, entonces se habría precipitado al sacar conclusiones.

Para averiguarlo realizó un nuevo experimento: empapó una astilla en la gota repleta de bacilos cultivados fuera del animal y la introdujo en un ratón sano. Al día siguiente, el ratón estaba muerto.

Así Robert Koch pudo concluir que los bastoncitos o bacilos causan la enfermedad del carbunco.



Crédito de imagen: Brock (2009). *Biología de los microorganismos*. 12ª edición. Pearson.

2. Conversen entre ustedes: ¿Qué quería averiguar Robert Koch? ¿Por qué era importante averiguarlo? ¿Cómo fue el experimento que realizó para ello? ¿Qué precauciones tuvo que tomar para asegurarse de que los resultados fueran válidos? ¿Por qué creen que repitió los experimentos más de una vez? ¿Por qué el resultado que obtuvo le permitió afirmar su primera conclusión?

Robert Koch quería averiguar cómo se desarrollaban los bacilos. Si pudiera conocer cómo se desarrollan, podría comprender cómo la sangre sana se enfermaba en 24 horas.

El experimento constaba de dos partes. Primero, Koch colocó un pequeño pedacito del bazo de un ratón enfermo dentro de una gota de humor acuoso. Aisló la muestra para que no ingresase ningún otro agente que pudiera contaminarla. De este modo se aseguró de que los cambios en la muestra se debieran únicamente al pedacito de bazo del animal enfermo. Observó cómo se multiplicaban los bacilos en la gota de humor acuoso.

Si bien había logrado desarrollar bacilos fuera del organismo, Koch necesitaba saber si esos bacilos causaban la enfermedad. Para analizar la segunda parte del experimento podemos utilizar el dibujo, ya que permite que los estudiantes visualicen la experiencia. Al comparar la muestra de sangre del animal sano y la del enfermo y, luego, observar cómo cambió la sangre del animal sano al inyectar la muestra con bacilos, analizan los resultados: al recibir la muestra con los bacilos, el animal sano se enferma y muere.

De esta manera, el científico puede concluir que la causa de la enfermedad son esos bacilos.

3. Piensen y escriban qué nuevas preguntas se pudo haber formulado Robert Koch a partir de los resultados obtenidos.

Algunas posibles preguntas: ¿cómo llegan los bacilos del animal enfermo al animal sano? ¿Cuánto tiempo pueden sobrevivir los bacilos fuera del organismo? ¿Cuánto tiempo sobreviven los bacilos una vez que el animal muere? ¿Los bacilos se desarrollan en cualquier ambiente?

