

# enseñando la ciencia

programa de cinefórum  
científico \* 2018 \*

material de apoyo docente

**MTBVAC:**  
viaje a la inmunidad



Universidad  
Zaragoza



Zaragoza  
AYUNTAMIENTO

# Índice

Sinopsis.....	03
Introducción.....	04
Información básica .....	05
Vocabulario .....	09
Sopa de letras .....	10
Ejercicios .....	11
Crucigrama.....	12
Cuestiones .....	14
Ficha técnica del documental .....	15
Bibliografía recomendada .....	15

## Sinopsis

**Un grupo de científicos de la Universidad de Zaragoza ha desarrollado una nueva vacuna contra la tuberculosis conocida como MTBVAC.** La vacuna ya ha superado los primeros ensayos en humanos y, gracias a estos investigadores, el final de la tuberculosis, que todavía se cobra la vida de casi 1,6 millones de personas cada año, puede estar más cerca. La vacunación desde edades muy tempranas, como la de este niño de Djibuti, es fundamental para prevenir la tuberculosis y otras enfermedades infecciosas.



# MTBVAC

# Introducción

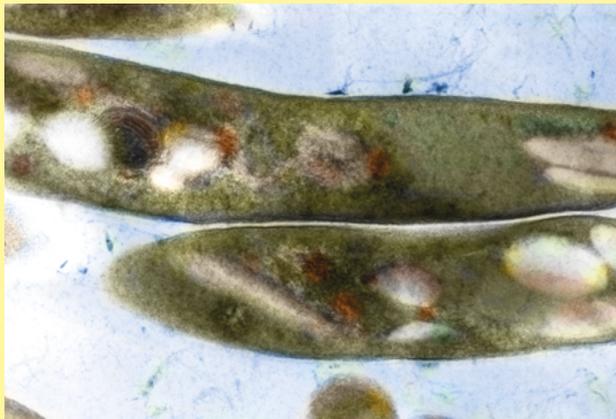
## Introducción

¿Sabes que mientras lees esto, morirán 4 personas a causa de la tuberculosis? Roy, un inmigrante africano que cree estar enfermo de tuberculosis, visita al grupo de investigación de Genética de Micobacterias de la Facultad de Medicina, que dirige el catedrático Carlos Martín, donde le explicarán que la vacuna tradicional (BCG) es casi centenaria y no ha resultado del todo eficaz. Por ello, este grupo de científicos ha desarrollado una nueva vacuna llamada MTBVAC. Roy descubre que ésta nueva vacuna ha superado los primeros ensayos en humanos y gracias a estos científicos el final de la tuberculosis, que todavía se cobra la vida de casi un millón y medio de personas cada año, puede estar más cerca.

En la Universidad de Zaragoza, el equipo de Carlos Martín lleva trabajando más de 15 años en el diseño de una nueva vacuna que pueda reemplazar a BCG. Los científicos han identificado genes de *Mycobacterium tuberculosis*, la bacteria que causa la enfermedad, responsables en buena medida de la virulencia de esta bacteria. Este equipo ha eliminado dos de estos genes mediante técnicas de ingeniería genética, resultando en una bacteria incapaz de provocar la infección pero con excelentes propiedades como vacuna.

La vacuna llamada MTBVAC, ha sido patentada en varios países y ya se ha probado en humanos (fase clínica I). Actualmente se produce en viales clínicos por la empresa Biofabri. El documental ha sido elaborado por investigadores del Laboratorio de Micobacterias: Jesús Gonzalo Asensio, Esther Broset Blasco y Carlos Lampreave Carrillo.

*Mycobacterium tuberculosis*, bacteria causante de la tuberculosis  
Fotografía: Imagen de color falso, fuente CDC, dominio público.



# Información básica

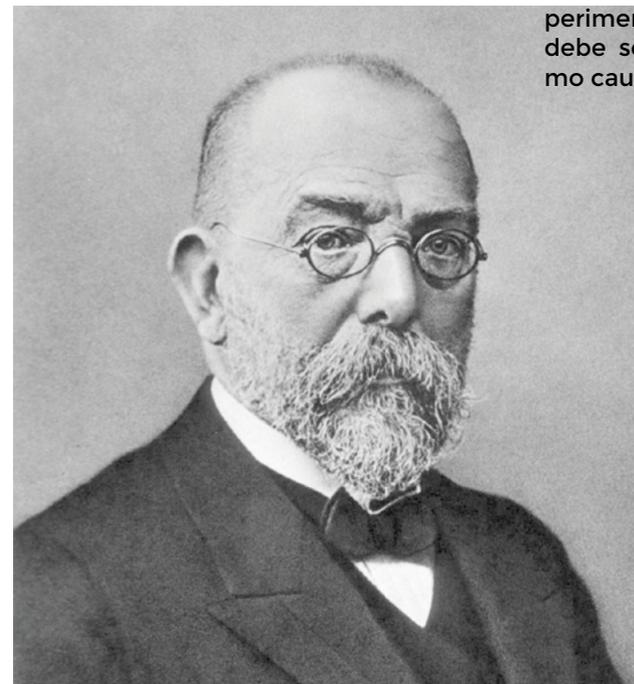
## Koch y las enfermedades infecciosas

La tuberculosis es una enfermedad infecciosa causada por una bacteria, *Mycobacterium tuberculosis*, denominada también bacilo de Koch, su descubridor

El médico y microbiólogo alemán Heinrich Hermann Robert Koch (1843-1910) es considerado el fundador de la bacteriología moderna. Koch identificó los agentes causales específicos de diversas enfermedades infecciosas como la tuberculosis, el cólera y el ántrax, y propuso el protocolo experimental para la investigación de este tipo de enfermedades en animales y humanos.

## Los postulados de Koch

- El microorganismo se debe encontrar en abundancia en todos los organismos que padecen la enfermedad, pero no debe estar presente en organismos sanos.
- El microorganismo debe aislarse de un organismo enfermo y cultivarse en un cultivo puro.
- El microorganismo cultivado debe causar enfermedad cuando se introduce en un organismo sano.
- El microorganismo debe volver a aislarse del organismo huésped experimental inoculado y enfermo, y debe ser idéntico al microorganismo causal original.



Hermann Robert Koch (1843-1910)



Observa la imagen de este investigador e infiere a qué nivel de bioseguridad puede encuadrarse el laboratorio en el que trabaja (Fotografía de dominio público).

## Los niveles de bioseguridad

El nivel de bioseguridad (Biosafety Level, BSL) de un laboratorio indica las condiciones bajo las cuales los agentes biológicos pueden manipularse comúnmente de forma segura en ese laboratorio.

Existen cuatro niveles de bioseguridad en función de los equipos de seguridad e instalaciones del laboratorio y de las prácticas y técnicas que se realizan en él con los agentes infecciosos:

> Nivel de Bioseguridad 1 (BSL-1): nivel básico que permite prácticas microbiológicas estándar sin ninguna barrera primaria o secundaria especialmente recomendada. Un laboratorio de Nivel de Bioseguridad 1 es adecuado para la educación secundaria o universitaria, en las que se trabaja con microorganismos que no causan enfermedad en humanos adultos sanos.

> Nivel de Bioseguridad 2 (BSL-2): nivel básico 2 en el que se deben utilizar barreras

primarias adecuadas (protección facial, batas y guantes) y contar con barreras secundarias (cabinas de flujo laminar e instalaciones de descontaminación de desechos) para minimizar la contaminación potencial del medio ambiente. Un laboratorio de Nivel de Bioseguridad 2 está restringido al diagnóstico clínico o la investigación donde se manipula con un amplio espectro de agentes de riesgo moderado asociados con enfermedades humanas de gravedad variada.

> Nivel de Bioseguridad 3 (BSL-3): nivel de contención en el que todas las manipulaciones de laboratorio se deben llevar a cabo en cabinas de seguridad biológica (CSB) u otros equipos cerrados. Las barreras primarias son más estrictas que en el caso del BSL2 (máscaras contra salpicaduras, protección facial, batas y guantes). Las barreras secundarias para este nivel incluyen el acceso controlado al laboratorio y un gradiente de presión negativa que crea un flujo de aire dirigido al interior de la instalación que minimizan la liberación de aerosoles infecciosos desde el laboratorio al exterior. Un laboratorio de Nivel de Bioseguridad 3 se emplea en actividades clínicas, de producción, investigación, o diagnóstico, donde se trabaja con agentes potencialmente transmisibles por vía respiratoria, y/o que pueden provocar una infección

> Nivel de Bioseguridad 4 (BSL-4): nivel de contención máxima mediante un edificio separado o una zona totalmente aislada con sistemas de gestión de desechos y requisitos de ventilación especializados y complejos para prevenir la liberación de agentes viables al medio ambiente. El personal de laboratorio se aísla de los materiales infecciosos trabajando en un CSB Clase III o con un traje de cuerpo entero, con provisión de aire y presión positiva. La cámara de entrada tiene cierre hermético, y la salida es con ducha y eliminación especial de residuos. Los laboratorios de Nivel de Bioseguridad 4 se emplean para agentes muy peligrosos o tóxicos que producen enfermedades letales, que pueden transmitirse a través de aerosoles y para las cuales no existen vacunas o terapias.

## La tuberculosis

La tuberculosis (TB) es una infección bacteriana causada por el germen *Mycobacterium tuberculosis*. Esta bacteria daña principalmente los pulmones, aunque puede atacar otros órganos. La tuberculosis se transmite de persona a persona a través del aire cuando un enfermo tose, estornuda o habla expulsa bacilos tuberculosos al aire. Basta con que una persona sana inhale unos pocos bacilos para resultar infectada.

La Organización Mundial de la Salud (OMS) estima que una tercera parte de la población mundial tiene tuberculosis latente. Se trata de personas infectadas que aún no han enfermado ni pueden transmitir la infección, y que tienen un riesgo de un 10% de enfermarse de tuberculosis a lo largo de la vida. No obstante, las personas con TB latente pueden tomar medicamentos para no desarrollar TB activa.



Cuando los médicos e investigadores deben tratar con patógenos muy infecciosos sobre el terreno, los niveles de protección también deben ser máximos (Fotografía: U.S. Centers for Disease Control and Prevention (CDC), dominio público).

Los síntomas más frecuentes de la tuberculosis pulmonar son tos persistente que dura varias semanas, escupir sangre o mucosidad al toser, fiebre, escalofríos o sudores nocturnos, pérdida de peso, debilidad y fatiga general. Si no se trata adecuadamente la tuberculosis puede ser mortal.



Cepa de *Mycobacterium tuberculosis* resistente a los antibióticos (Fotografía de color falso: James Archer, U.S. Centers for Disease Control and Prevention (CDC), 2013, dominio público)

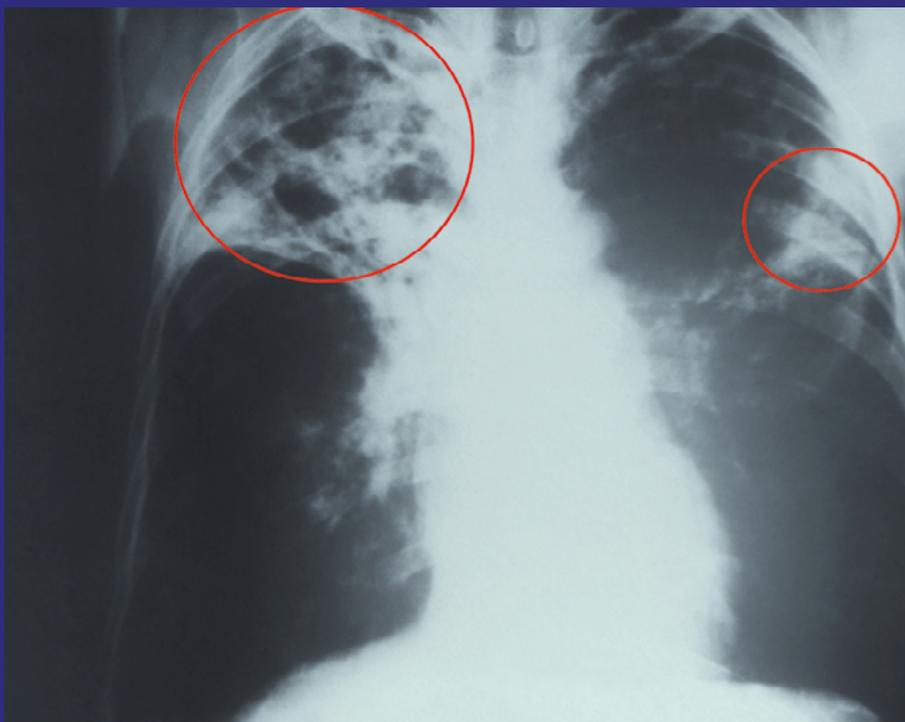
# información básica

Por lo general la tuberculosis puede curarse con un largo tratamiento con diversos medicamentos (se administra al enfermo durante seis meses una combinación estándar de cuatro medicamentos antimicrobianos). Por ello la vacunación es fundamental tanto para prevenir la enfermedad como para que ésta se extienda entre la población humana.

La vacuna contra la tuberculosis que se emplea en la actualidad es el Bacilo de Calmette y Guérin, más conocida por sus siglas BCG y que hace honor a sus descubridores. Su origen data de 1925 y se puede considerar como la primera vacuna del siglo XX. Esta vacuna se prepara a partir de extracto atenuado de *Mycobacterium bovis*, que es el bacilo causante de tuberculosis bovina pero que también puede

infectar y causar tuberculosis en humanos. Mediante su cultivo y manipulación en el laboratorio el bacilo utilizado en la vacuna BCG ha perdido su virulencia, pero conserva su poder para entrenar el sistema inmunológico de las personas vacunadas de manera que les protege del contagio de la tuberculosis humana.

Radiografía de los pulmones de un paciente afectado por tuberculosis. Los círculos rojos marcan el tejido pulmonar afectado por la enfermedad (Fuente: U.S. Centers for Disease Control and Prevention (CDC), dominio público.



# Vocabulario

## Vocabulario

**Ántrax:** También conocida como carbunco. Enfermedad infecciosa y contagiosa, producida por una bacteria del suelo (*Bacillus anthracis*), que padecen los animales homeotermos, en especial el ganado bovino y ovino, y que puede ser transmitida al ser humano.

**Bacilo:** Cualquier bacteria con forma de barra o vara.

**Bacteria:** Organismo microscópico unicelular, carente de núcleo, que se multiplica por división celular sencilla.

**Bioseguridad:** Parte de la biología que estudia el uso seguro de los recursos biológicos y genéticos.

**Cepa:** Conjunto de organismos de la misma especie, colonia o cultivo, que tienen las mismas propiedades.

**Cólera:** Enfermedad infecciosa bacteriana, aguda y muy grave, que produce vómitos y diarrea y que se transmite a través de las aguas contaminadas por deposiciones.

**Infección:** Invasión y multiplicación de agentes patógenos en los tejidos de un organismo.

**Inocular:** Introducir virus o bacterias en un organismo vivo o en medios de cultivo de laboratorio mediante los métodos adecuados.

**Radiografía:** Técnica exploratoria que consiste en someter un cuerpo o un objeto a la acción de los rayos X para obtener una imagen sobre una placa fotográfica.

**Síntoma:** Alteración del organismo que pone de manifiesto la existencia de una enfermedad y sirve para determinar su naturaleza.

**Tuberculosis:** Enfermedad infecciosa, provocada por un bacilo, que se transmite a través del aire y que se caracteriza por la formación de tubérculos o nódulos en los tejidos infectados; puede afectar a diferentes órganos del cuerpo, en especial a los pulmones, produciendo tos seca, fiebre, expectoraciones sanguinolentas y pérdida de peso.

**Vacuna:** Sustancia compuesta por una suspensión de microorganismos atenuados, muertos o porciones de un microorganismo que se introduce en el organismo para prevenir y tratar determinadas enfermedades infecciosas, estimulando el sistema inmunológico para conseguir una inmunización contra estas enfermedades.

# Ejercicios

## 01 Sopa de letras



Palabras a buscar en la sopa de letras:

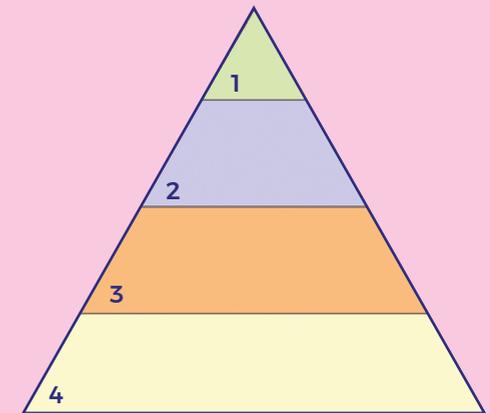
- |              |           |
|--------------|-----------|
| CEPA         | INOCULAR  |
| SÍNTOMA      | VACUNA    |
| BACTERIA     | CÓLERA    |
| BIOSEGURIDAD | BACILO    |
| ÁNTRAX       | INFECCIÓN |

## 02 Ejercicios para realizar en clase

La siguiente fotografía de James Gathany (U.S. Centers for Disease Control and Prevention (CDC), 2009, dominio público) muestra un estornudo y el penacho cónico de gotas de saliva al ser expulsadas por la boca. Sin embargo, a pesar de que la imagen ilustra efectivamente el motivo por el que uno debe taparse la boca al toser o estornudar para proteger a otros de la exposición a gérmenes, no todas las formas de taparse la boca son efectivas. Debatid en clase, cómo se debería estornudar o toser para minimizar el peligro de contagio. ¿A qué conclusión habéis llegado?



En la siguiente pirámide (en la base están los microbios menos peligrosos y en ápice los más mortíferos y contagiosos) indica los niveles de bioseguridad y qué medidas de protección han de tomarse en cada uno de estos niveles:



Respuestas

1 \_\_\_\_\_

2 \_\_\_\_\_

3 \_\_\_\_\_

4 \_\_\_\_\_

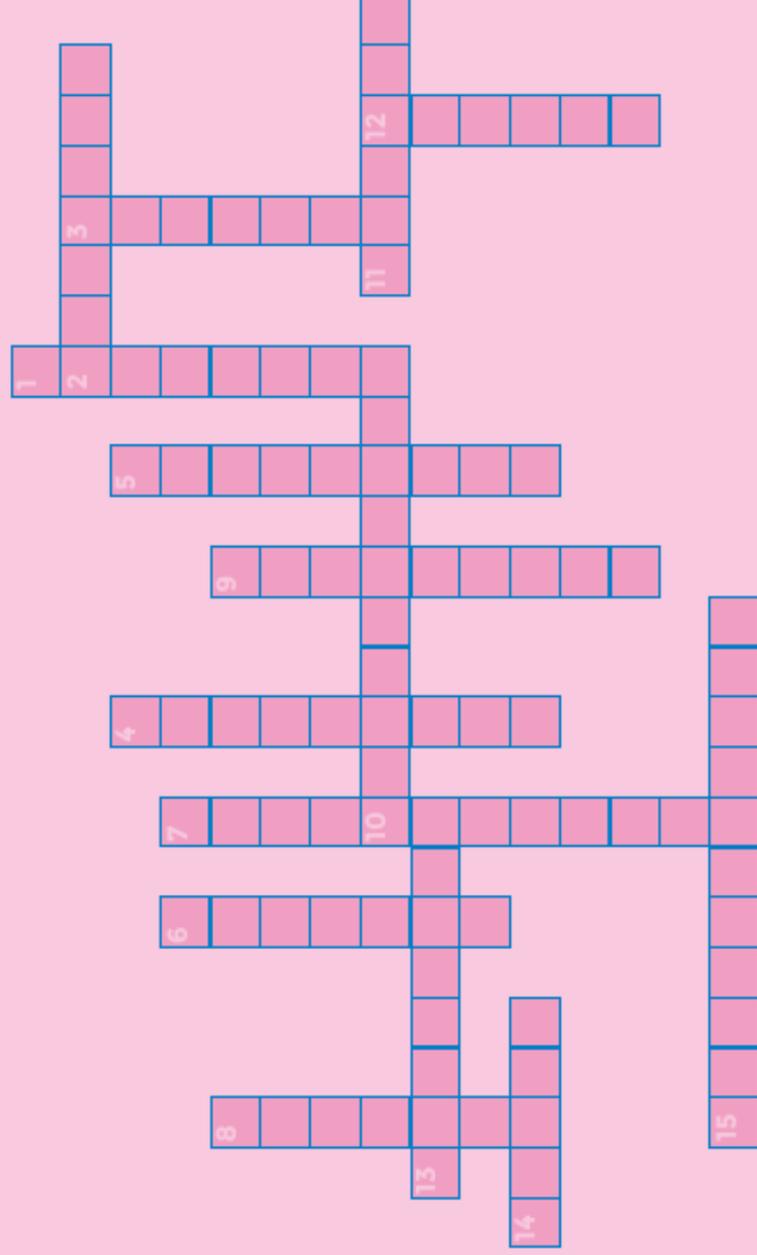
\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

# 03

## Crucigrama



### Horizontales

2. Invasión y multiplicación de agentes patógenos en los tejidos de un organismo.
3. Cualquier bacteria con forma de barra o vara.
5. Enfermedad infecciosa, provocada por un bacilo, que se transmite a través del aire y que se caracteriza por la formación de tubérculos o nódulos en los tejidos infectados; puede afectar a diferentes órganos del cuerpo, en especial a los pulmones, produciendo tos seca, fiebre, expectoraciones sanguinolentas y pérdida de peso.

8. Enfermedad infecciosa y contagiosa, producida por una bacteria del suelo (*Bacillus anthracis*), que padecen los animales homeotermos, en especial el ganado bovino y ovino, y que puede ser transmitida al ser humano

10. Conjunto de organismos de la misma especie, colonia o cultivo, que tienen las mismas propiedades.

11. Introducir en el organismo por medios artificiales el virus o la bacteria de una enfermedad contagiosa.

### Verticales

1. Parte de la biología que estudia el uso seguro de los recursos biológicos y genéticos.

4. Enfermedad infecciosa bacteriana, aguda y muy grave, que produce vómitos y diarrea y que se transmite a través de las aguas contaminadas por deposiciones.

6. Organismo microscópico unicelular, carente de núcleo, que se multiplica por división celular sencilla.

7. Alteración del organismo que pone de manifiesto la existencia de una enfermedad y sirve para determinar su naturaleza

9. Sustancia compuesta por una suspensión de microorganismos atenuados, muertos o porciones de un microorganismo que se introduce en el organismo para prevenir y tratar determinadas enfermedades infecciosas, estimulando el sistema inmunológico para conseguir una inmunización contra estas enfermedades.



Este documental se realizó en el Taller de guion y producción de documental científico organizado por la Unidad de Cultura Científica de la Universidad de Zaragoza, con financiación de la Fundación Española de Ciencia y Tecnología (FECYT)

[ucc.unizar.es](http://ucc.unizar.es)

en colaboración con Jesús Gonzalo Asensio



Universidad  
Zaragoza



Zaragoza  
AYUNTAMIENTO