

Estudiantes de medicina enseñan microbiología a comunidades rurales a través del aprendizaje colaborativo

Medical Students Teach Microbiology to Rural Communities through Collaborative Learning

David Ortega-Paredes¹; Hegira Ramirez-Padilla² y Esteban Fernandez-Moreira³

¹Universidad Central del Ecuador; ³Universidad de las Américas, Quito, Ecuador

³esteban.fernandez@udla.edu.ec

Recibido 4/04/2019 – Aceptado 17/02/2020.

Resumen

Como parte de su trabajo académico, estudiantes de medicina tienen que realizar 60 horas de participación en un programa de vinculación. El programa de vinculación denominado "Agua saludable" lleva filtros cerámicos a las comunidades que carecen de agua potable, que en el Ecuador son el 25 % de los hogares. Las y los alumnos en grupos de cuatro visitan cuatro hogares, hacen la entrega del filtro, explican su uso, funcionamiento y cuidados. Después explican cuáles son los agentes infecciosos habituales del agua sin tratar: parásitos protozoarios, bacterias y virus. Para ello se les proporcionarán modelos de célula eucariota, bacteria, virus bacteriano (fago T4) y virus eucariota (virus de la gripe H1N3) para explicar las diferencias de escala entre los patógenos, la distinta capacidad infecciosa y el modo de acción de los antibióticos.

Palabras clave: Modelos 3D; Microbiología; Filtros cerámicos; Higiene; Alumnos medicina

Abstract

As part of their academic work, medical students must complete 60 hours of participation in a bonding program. The linking program "Healthy Water" brings ceramic filters to communities that lack drinking water, which in Ecuador is 25% of households. Students in groups of four visit four homes, deliver the filter, explain its use, operation and care. Then explain what the usual infectious agents of untreated water are: protozoan parasites, bacteria and viruses. For this, models of eukaryotic cell, bacterium, bacterial virus (phage T4) and eukaryotic virus (H1N3 influenza virus) will be provided. With these models, the students will deal with topics such as the differences in scale between the pathogens, the different infectious capacity and the mode of action of the antibiotics.

Keywords: 3D models; Microbiology; Ceramic Filters; Hygiene; Medical Students

Llevar filtros cerámicos para potabilizar agua a las comunidades y enseñar higiene

Como Microbiólogos y docentes de medicina, al desarrollar este proyecto, teníamos dos objetivos. El primero era el de poder **concienciar efectivamente a las comunidades sin agua potable de los beneficios de la potabilización** y por qué era beneficioso para ellas y principalmente para sus habitantes hacer un esfuerzo para potabilizarla. Después de varias visitas a las comunidades, nos dimos cuenta de que éramos percibidos como “gringos” con una constitución débil, que hacía que el agua que bebían nos sentase mal. Por ese motivo, consideraban que les estábamos convenciendo de que potabilizasen el agua. A los miembros de la comunidad su agua no les sentaba mal; era la que habían bebido toda su vida y allí ninguno se había muerto. De nada servía que les mostrásemos las colonias bacterianas que crecían en sólo 100 ml de agua de boca de sus comunidades.

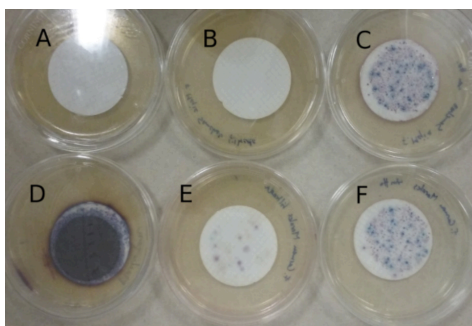


Figura 1. Análisis de agua. El agua de muestra (100 ml) se filtra a través de filtros de nitrocelulosa (filtros blancos de la imagen) de poro 0.45 μm . Estos filtros se colocan encima de placas de agar ChromoCult, lo que permite que las bacterias que están en los filtros crezcan para formar colonias. El medio de cultivo empleado permite distinguir bacterias medioambientales, de color amarillo y las fecales, de color azul. Se analizó agua de vertientes de la parroquia de Nanegal que es utilizada como agua de boca por las familias locales (C y F), así como del río Machángara, un río muy contaminado (D) o agua potable de Quito (A). El agua de la vertiente C se filtró a través de los filtros cerámicos y se observa que no hay bacterias en ella (B). Un resultado tan bueno como la muestra A procedente del agua potable de Quito. El filtro E muestra agua que fue filtrada por nuestros filtros cerámicos. Se observan algunas bacterias no fecales. Esto es debido a que las condiciones higiénicas en las que se encontraba el filtro, en una cocina con animales, y con el agua estancada durante días.

Solo logramos interés cuando les explicamos una anécdota real. Como por ejemplo, que los habitantes de Holanda, hoy en día habitantes de Europa, que tienen mayor talla, a principios del siglo XIX eran los más bajitos. Las causas eran la mala calidad del agua que bebían y una dieta poco variada. Hay que recordar que la mayoría del país está por debajo del nivel del mar y sus acuíferos son muy superficiales, razón por la cual se contaminan fácilmente con las heces de la ganadería. La otra causa era la dieta basada en la papa y el maíz. Precisamente, son estos problemas que se encuentran en las comunidades indígenas del Ecuador. El mensaje que caló en nuestras visitas a las comunidades fue que el agua potable era principalmente beneficiosa para el crecimiento de las niñas y los niños y para su rendimiento académico.

Nuestro segundo objetivo era el de **permitirle a estudiantes disfrutar de la oportunidad de ser transmisores de conocimientos**. Para ello nos hemos inspirado en la Teoría Sociocultural de Vygotsky (1978), en la que el papel de las y los compañeros más avanzados no es la de resolver los problemas del estudiantado sino de proporcionarle los recursos para resolverlos. Para que esta pedagogía funcione, es necesario que cada par o docente conozca realmente qué sabe y qué no sabe la persona a la que le está enseñando. Gracias a esta experiencia educativa nuestras y nuestros alumnos aprenden sobre la influencia del entorno sociocultural y les capacita para comunicarse con personas de distinto bagaje educativo, cultural y étnico.



Video1. Visitamos la comunidad de Tixán, en la provincia de Chimborazo, Ecuador, para repartir filtros de cerámica y recolectar datos. Al acabar el trabajo, estudiantes de Medicina estuvieron jugando con las niñas y los niños de la comunidad. Por la noche, estudiantes se sentaron enfrente de una hoguera y les explicaban palabras en inglés, y las niñas y los niños hacían lo mismo con el kichwa. Una alumna preguntó a un niño "¿Qué quieres ser de mayor?" el niño se demoró un rato y respondió "Persona".

Ecuador es crisol de nacionalidades indígenas

Las y los alumnos de Medicina en el Ecuador aprenden de profesores que no reflejan la diversidad étnica del país. La inmensa mayoría de las y los profesores que han tenido durante su formación académica, en la escuela, el colegio y la universidad pertenece al 77.4% de población mestiza, educada en valores y cultura occidentales. En el país existen, además de mestizos, trece nacionalidades indígenas: Chachi (Esmeraldas), Tsáchila (Santo Domingo), Awa (Carhi y Esmeraldas), Epera (Esmeraldas), Cofan (Sucumbíos), Siona-Secoya (Sucumbíos), Quichuas amazónicos (Sucumbíos, Pastaza), Waorani (Sucumbíos), Zápara (Pastaza), Shuar (Zamora Chinchipe), Achuar (Morona Santiago, Pastaza y Zamora Chinchipe), Shiwiar (Amazonia) y Quichuas andinos y la presencia de pueblos afrodescendientes y montubios. Además, la existencia de entre 20 y 25 pueblos con identidades diferenciadas conforme sus tradiciones culturales, realidades geográficas y reivindicaciones sociales (Ministerio Coordinador de Patrimonio Natural y Cultural, 2008). Es decir, un 22.6% de personas con un idioma y una forma de ver el mundo diferente que exigen que el alumnado ecuatoriano, además de prescribir y diagnosticar, sea capaz de hacerse entender con personas de diferente cultura.

Conocer al estudiantado y retarle a que haga sus propios descubrimientos

Según la Teoría Sociocultural de Vygotsky, el papel de las y los compañeros más avanzados **no es la de resolver los problemas del estudiante sino de proporcionarles los recursos para resolverlos** (Vygotsky, 1978). Son varios los seguidores de la Teoría

Sociocultural de Vygotsky que han elaborado la analogía de los **'andamios'** para hacer referencia a este modo de aprendizaje. El andamiaje es un apoyo temporal para que pueda hacer la tarea sin ayuda externa (Wood, Bruner y Ross, 1976). Para que este aprendizaje funcione, cada docente tiene que saber cuál es la zona de desarrollo proximal (ZPD) del estudiante ¿Qué significa este concepto? bien, la ZPD es la frontera entre lo que sabe hacer y lo que podría hacer con un poquito de ayuda.

Para que esta pedagogía funcione **es necesario que un compañero, una compañera o docente conozca realmente qué sabe y qué no sabe la persona a la que le está enseñando**. Por eso, en el caso de personas que no se conocen, es importante recabar esa información antes de enseñar algo. **La situación que se presente al estudiantado debe de ser retadora**, que la tarea esté un poco por encima de su capacidad. El maestro o la maestra debe adoptar el papel de facilitador, no proveedor de contenido. Como sabe más o menos cómo va su estudiante para resolver el problema, ya tiene todos los elementos necesarios para que lo haga. De esa manera, cuanto menos interviene, mejor. Está ahí para apoyar, pero a medida que el alumnado progresa va adquiriendo autonomía.

Los filtros cerámicos para potabilizar agua un ejemplo de barrera a los microorganismos

Los filtros cerámicos para potabilizar agua fueron desarrollados en la década de los 40 del S. XX por el científico guatemalteco Fernando Mazariegos, como una solución barata para potabilizar agua en comunidades aisladas, sin acceso a sistemas de potabilización comunitarias. Posteriormente, Ron Rivera (2004) creó la organización no gubernamental "Potters for peace". Su objetivo fue la de popularizar el uso de estos filtros cerámicos y de su uso en campamentos de refugiados y desplazados por catástrofes medioambientales (Rivera, Shulunger y Holtslag, 2004).



Figura 2. Filtros repartidos por la Universidad de Las Américas de Quito en Tixán. Fuente: El País, autora Esteffany Bravo.

Los filtros constan de dos cuerpos. El filtro cerámico propiamente dicho se encuentra encastrado habitualmente en un recipiente plástico. El agua que se ha de filtrar se coloca en el interior del filtro de barro. Por gravedad, el agua va atravesando el filtro y se acumula en el recipiente exterior de plástico ya purificada. Hoy en día existen 47 fábricas en todo el mundo que producen este tipo de filtros cerámicos.



Figura 3. Distribución de las 47 fábricas de filtros cerámicos en el mundo. Fuente "Potters for peace".

Para una persona urbana, el uso de estos filtros puede parecer engorroso y poco útil. Esto se debe a que damos por hecho que el agua de boca que consumimos está purificada y tratada. Sin embargo, en viviendas aisladas, alejadas de núcleos urbanos, este tipo de purificación no es viable. El agua es obtenida de quebradas, pozos con los acuíferos contaminados por la presencia de ganado y vertientes. En muchos de estos hogares el agua se hierve como un método de descontaminación. Obviamente, purificar el agua por filtrado es mucho más cómodo y fácil. En algunos hogares en los que hemos repartido previamente filtros cerámicos, nos han informado que primero hervía el agua y posteriormente la filtraban. Algo completamente innecesario. Estos datos ejemplifican lo importante que es la educación en conceptos básicos de higiene y de microbiología.

El reparto de filtros cerámicos es una excelente oportunidad para recordar al alumnado y a las personas beneficiarias de los filtros que éstos están producidos en el Ecuador, que se trata de una tecnología abierta y que con el esfuerzo de filtrar el agua garantizamos que nuestros hijos e hijas estén libres de parásitos y dejen de estar expuestos a diarreas.



Video 2. Filtros cerámicos Horeb para purificar agua utilizados en este proyecto y producidos en Pifo, Ecuador.

Modelos en 3D para explicar cómo son los agentes que nos enferman

El valor del empleo de modelos 3D como apoyo para explicar conceptos biológicos depende de la fidelidad y cuán intuitivos sean. Siguiendo esta premisa, se integraron varias cualidades en los modelos, las cuales van a ayudar a estudiantes a explicar las diferencias de tamaño entre un protozoo parásito (célula eucariote), una bacteria y un virus. El filtro cerámico funciona como un cernidor, una red. Si el poro del filtro es lo suficientemente pequeño, el microorganismo no atravesará el filtro y el agua que lo atravesase estará libre de ese parásito. Es importante recordar que el agua filtrada no hace falta hervirla o clorarla. El filtrado es suficiente si queremos eliminar bacterias y parásitos. Los cuatro modelos vienen en un estuche para su mejor transporte. Hay que tener en cuenta que las y los alumnos tienen que transportar cada uno un filtro cerámico y las casas en las que se reparten los filtros suelen estar bien alejadas unas de otras.

El tamaño del poro importa cuando de filtros se trata

Para que estudiantes puedan ejemplificar la diferencia de tamaño entre microorganismos, hemos creado cuatro modelos. Una esfera de 1 cm de diámetro que corresponde con la escala de un virus que ataca sólo a bacterias, el bacteriófago, o fago, como lo llamaremos de aquí en adelante. Un virus de la gripe de 6 cm de diámetro, una bacteria de 12 x 35 cm y una célula humana del epitelio de 30 x 60 cm.

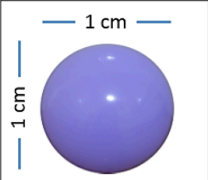
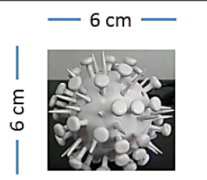
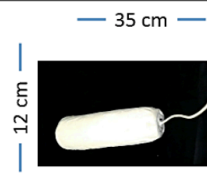
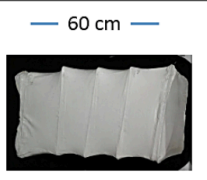
	Fago T4	H1N3	<i>Escherichia coli</i>	Célula epitelial
Modelo				
Tamaño real	-0.02 μm	-0.1 μm	-1 μm	-10 μm

Figura 4. Tamaño de los modelos. El problema de la escala se resolvió empleando modelos que incrementan su tamaño. El tamaño del fago T4 se lo representa con una esfera plástica 6 veces menor al virus de la gripe. El virus de la gripe realizado mediante impresión 3D y modelamiento clásico en resina epoxi es 6 veces más pequeño que una bacteria tipo *Escherichia coli*. La bacteria está realizada en goma mediante moldes y consta de un flagelo. La superficie de la bacteria lleva una malla que representa el peptidoglicano. Esta malla le permite tener presión interna, como los balones y es una de las diferencias entre las bacterias y las células eucariotas. Ellas están confeccionadas con un esqueleto plegable de metal que representa el esqueleto celular o

citoesqueleto, presente en las células eucariotas y ausente en las bacterias. Mientras que célula bacteriana está a presión, la membrana que recubre el armazón de la célula epitelial no lo está. Esta es también una diferencia entre ambos tipos de células. La célula epitelial se puede plegar para que todo quepa en un pequeño estuche.

No todos los microorganismos nos enferman

Mientras que las personas mayores tienden a pensar que todos los microbios son patógenos, la gente joven, sin embargo, está más familiarizada con que no todos los microorganismos son perjudiciales. La publicidad ha llegado muy lejos y siempre hay quien pregunta por las bacterias *Lactobacillus casei* que se encuentran ya en los yogures que consumimos. El estuche con los cuatro modelos sirve para explicar por qué no todos los microorganismos nos enferman. El estuche tiene dos modelos del virus que ataca a bacterias: bacteriófago T4, un virus que afecta a los humanos como es el de la gripe.

El modelo de virus bacteriófago T4

El modelo del bacteriófago T4 fue desarrollado para facilitar la explicación del modo en el cual el fago infecta a una bacteria. Este mecanismo es muy similar a una inyección de ADN viral dentro del citoplasma bacteriano. Durante este proceso, el bacteriófago se une a la superficie de la bacteria empleando fibras proteicas largas. A continuación, la placa base cambia de conformación y la vaina de la cola se contrae, finalmente el tubo de cola perfora la membrana externa de la célula y el ADN contenido en la cabeza del fago (cápside) es inyectado a través del tubo de la cola en la bacteria (Figura 5). Con el fin de graficar este concepto, se desarrollaron dos modelos de bacteriófago, uno en el que se reconocen con facilidad sus principales partes y tiene una posición de reconocimiento celular, y otro que muestra la posición que adopta el momento de inyectar el ADN en la célula procariota. Ambos modelos fueron pensados para emplearse en conjunto con el modelo de bacteria de forma dinámica.

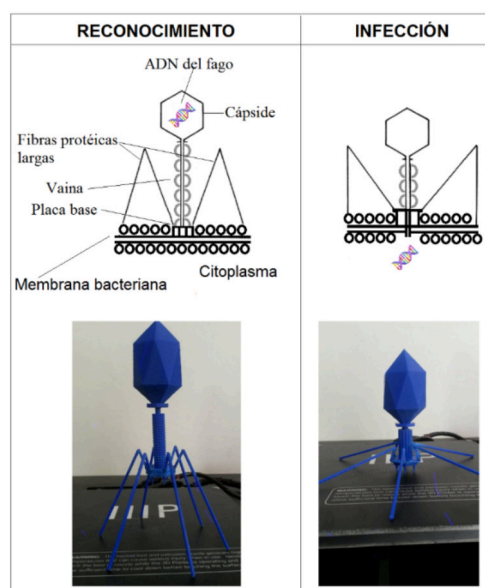


Figura 5. Modelos 3D del bacteriófago T4. Los fagos fueron generados por impresión 3D a partir de modelos de uso público (<https://www.thingiverse.com/thing:1159501>). En la fotografía de la izquierda se muestra un

modelo del virus en el momento en que se posa sobre la superficie de la bacteria. Cuando se produce este anclaje, la vaina se contrae y el ADN es "inyectado" al interior de la bacteria. Modificado de: www.microinmuno.qb.fcen.uba.ar/SeminarioBacteriofagos.htm

Este virus bacteriófago T4 funciona así porque la bacteria es una célula que está a presión, como los balones de futbol o los neumáticos. Estudiantes de Medicina, ahora divulgadores, tendrán que provocar que las personas que lo escuchan lleguen a percibir que este virus es muy parecido a una bomba de hinchar balones o neumáticos de bicicleta. En realidad, es como un híbrido entre bomba de bicicleta y mosquito. Las patas sirven para situarse encima de la bacteria. Tiene un tubo que cuando se contrae hace que se inyecte el ADN del virus en el interior de la bacteria. En la base del tubo se pueden apreciar unas agujas con las que el virus atraviesa la membrana de la bacteria. Los virus de bacterias son realmente muy diferentes a los virus humanos como, por ejemplo, el de la gripe, porque tienen que inyectarse en una célula que está a presión. Por ese motivo nunca infectan a las células humanas. Los bacteriófagos T4 en sus patitas tienen receptores para unirse solo a bacterias. Si se encuentran con una célula humana ni siquiera hacen el esfuerzo de inyectarse porque no les sirve para multiplicarse.

El modelo del virus de la gripe

El virus de la gripe H1N3 (tomado como modelo de virus que infectan eucariotas) presenta un modo de infección que involucra el reconocimiento de estructuras específicas en la célula epitelial (ácido siálico) y la entrada de toda la partícula viral, mediante una invaginación de la membrana celular (endocitosis). Luego de su replicación y ensamblaje en la célula infectada, las nuevas partículas virales son liberadas. En este proceso juegan un papel esencial los antígenos hemaglutinina (H) y neuraminidasa (N) que permiten su clasificación en subtipos (HxNy). La Hemaglutinina es indispensable para el reconocimiento de la célula y su infección al detectar residuos de ácido siálico en la membrana celular, mientras que neuraminidasa se requiere para la liberación de la progenie viral al cortar los residuos de ácido siálico del glicano de la superficie celular. El modelo permite reconocer las principales estructuras (Figura 6) y en combinación con el modelo de célula eucariota facilita la comprensión del proceso infeccioso, así como las diferencias con la forma de infección de un bacteriófago.

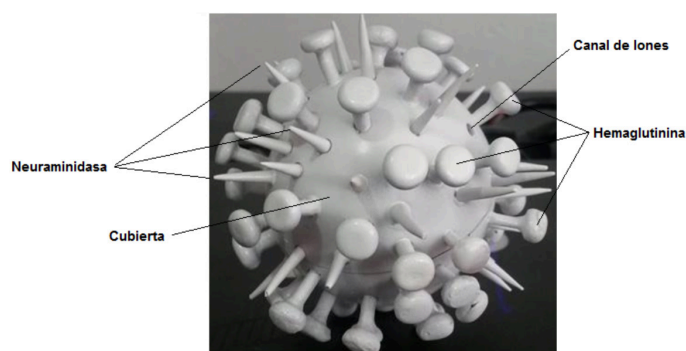


Figura 6. Modelo 3D del virus de la gripe se realizó en impresión 3D y modelamiento clásico en resina epoxi. De 6 cm de diámetro tiene en su superficie las dos moléculas que utiliza para entrar y salir de las células humanas, la hemaglutinina que tiene forma de seta y la neuraminidasa, con forma de aguja.

Con este modelo se puede jugar con el de célula eucariota. El modelo de célula eucariota tiene un armazón cubierto de látex flexible. En la superficie de la licra se puede poner manualmente un receptor para la hemaglutinina. La idea es mostrar el proceso de unión del virus humano de la gripe como una llave que se une a una cerradura. Cuando la llave entra en la cerradura la célula humana, invagina el virus. Dentro de la célula, el virus fabricará numerosas copias de sí mismo y mediante la neuraminidasa saldrá de la célula para infectar otras células.

¿Por qué si tenemos gripe no se contagian nuestros perros o nuestros gatos?

La analogía de la llave cerradura permitirá que estudiantes de Medicina puedan provocar en sus oyentes la pregunta "¿Por qué un virus de cerdo no infecta a los humanos?". La respuesta es porque el virus de cerdo no tiene llave para entrar en las células humanas. Los virus humanos tienen llaves para las células humanas y los virus animales para los animales que normalmente infecten. Si una persona tiene gripe infectará a otras personas de gripe, pero no infectará ni a los perros ni a los gatos de la casa.

¿Cómo se origina un supervirus?

Un supervirus es un error que ocurre muy raramente, pero cuando ocurre, origina un virus que causa más problemas de lo normal. ¿Qué pasaría si por casualidad entran dos virus, uno de pollo y un humano al mismo tiempo en una célula humana? Bien, como los virus cuando entran en la célula eucariota pierden su cubierta y el ADN se dedica a hacer copias de sí mismo, si dos virus, uno humano y otro de pollo, o de cerdo, por casualidad se encuentran en una célula humana, estos pueden cambiar trozos de genes. Es como si hubiese una fiesta en una casa y al salir de la fiesta llevases el abrigo de otro y en ese abrigo estuviesen las llaves de su coche, o de su casa. Si fueses un ladrón sería para tí muy fácil entrar y cometer un robo. Así ocurre cuando dos virus distintos se encuentran dentro de una célula humana: el virus, por ejemplo, de pollo puede salir con la hemaglutinina humana. Ahora el virus del pollo puede entrar en las células humanas. Esto es lo que se llama un supervirus como el de la gripe aviar. Como es un virus que no está acostumbrado a las células humanas, causa destrozos. En vez de respetar a las células como hace el virus de la gripe humana, que nos causa molestias, pero no nos mata, este supervirus se comporta como un elefante en una cacharrería y puede causar muertes en las personas. Las autoridades sanitarias cuando detectan que esto ocurre, sacrifican todos los pollos de la región para evitar que contagie a las personas. Esto, que es tan escalofriante, ocurre raramente porque, normalmente los virus de los animales no entran en nuestras células. Cuando ocurre suele suceder en sitios donde las personas viven hacinadas y tienen a los animales domésticos viviendo en su misma casa.

¿Por qué los antibióticos matan a las bacterias pero no a los virus?

Con el estuche de modelos de microbiología, se puede lograr que cada oyente encuentre la respuesta a esta pregunta. La secuencia para lograr esto es la siguiente: la bacteria está a presión, como un balón. La célula eucariota, como son las células humanas, no. La bacteria está rodeada de una malla, precisamente para que no explote. La célula eucariota no necesita de esta malla porque no está a presión. Si nosotros tenemos un producto químico que rompe la malla de la bacteria ¿Explotará la bacteria? La respuesta es sí. De hecho, cuando se da la respuesta afirmativa, el alumnado de Medicina muestra el video 3 que ya tiene cargado en el celular para que la persona que le está escuchando vea que su intuición tiene una demostración científica. ¿Y qué pasa con la célula eucariota? ¿Nos matará el antibiótico? Bien, cada persona sabe que los antibióticos no nos matan. Ahora ¿sabemos por qué? porque nuestras células no tienen presión interna y tampoco tienen malla que las recubre. ¿Mata el cloro a las bacterias? Si por supuesto, si esto es así entonces ¿Por qué no bebemos cloro cuando tenemos una faringitis o una neumonía? La respuesta es siempre obvia: "porque nos mataría". Aquí es donde radica la potencia de los antibióticos, que atacan a estructuras que están presentes en las bacterias y ausentes en nuestras células.

El modelo inflable de bacteria

El modelo de bacteria representa una *Escherichia coli* e incluye la posibilidad de inflarse para dar la impresión al tacto de la presión que soporta una bacteria y la función de la pared celular, que en el modelo se muestra como una malla que rodea toda la superficie y representa la pared celular de peptidoglicano, que es una estructura que solo se encuentra en las bacterias. Las células eucariotas no tienen esta malla de peptidoglicano. Esto le permite a la bacteria estar inflada como una pelota y así evita tener un esqueleto que le mantenga la forma. Esta red le permite a la célula soportar la presión que existe dentro, la cual puede superar las 25 atmósferas, que es la presión del agua a 250 metros de profundidad.

La penicilina, uno de los antibióticos más conocidos, lo que hace es debilitar y romper la malla de peptidoglicano cuando las bacterias están creciendo. Como esta idea es compleja el estudiantado de Medicina llevan en sus celulares el siguiente video:



Video 3. Video de bacterias *Escherichia coli* creciendo bajo el microscopio. Se aprecia claramente cómo las bacterias en presencia del antibiótico (izquierda) explotan, lo cual es resultado de la acción inhibitoria de la síntesis de la pared celular que ejerce la penicilina, junto con la alta presión que soporta la bacteria. Las bacterias de la imagen de la derecha en ausencia de la penicilina, crecen y se dividen sin ningún problema.

El modelo cuenta con una malla desechable que lo cubre, de esta manera el alumnado de Medicina señala a la malla como la responsable de que la presión de la bacteria no la haga estallar. Después de ver el video, cada oyente sí tiene claro que las bacterias pueden explotar porque las ha visto en un video de microscopía. Cada estudiante puede rasgar la malla simulando el efecto de la penicilina y explicar que eso es lo que origina que la bacteria explote. (Figura 7).

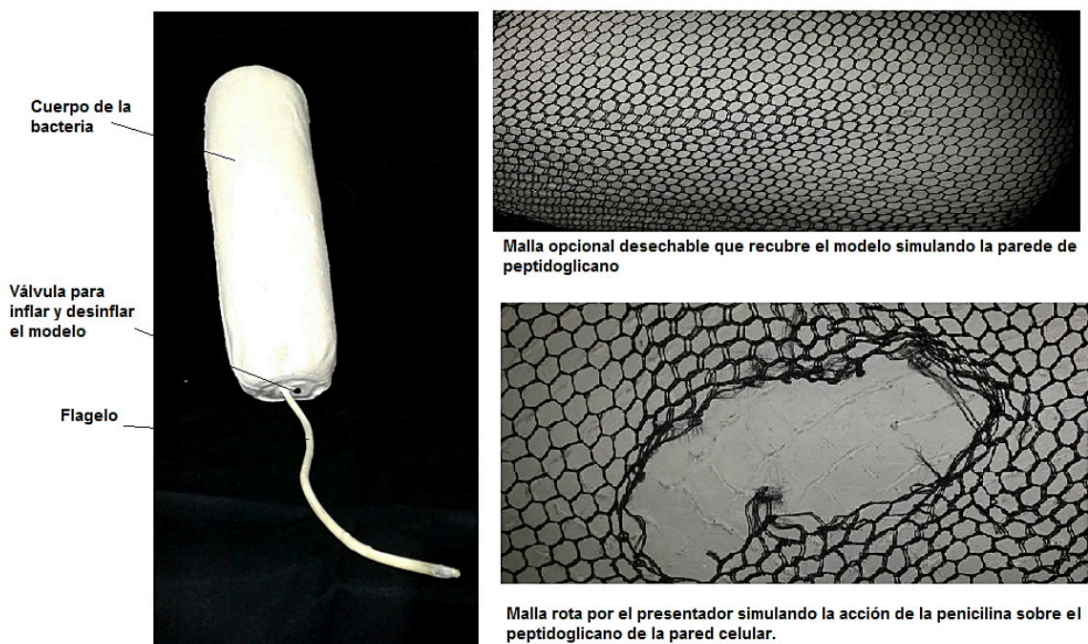


Figura 7. Modelo 3D del *Escherichia coli*. La bacteria está confeccionada en goma utilizando moldes. El modelo tiene una válvula para su hinchado ya que las bacterias tienen una elevada presión interna. En un extremo se puede observar un flagelo, una especie de cola que la bacteria utiliza para desplazarse.

El modelo de la célula eucariota

Hay dos modelos, el de la célula epitelial en alambre plegable y una membrana de látex flexible. El que sea flexible y deformable es importante porque las células eucariotas tienen una membrana de esas características. No tienen presión interna como las bacterias, por ese motivo necesitan tener un esqueleto. El esqueleto de la célula en el modelo es un armazón metálico. El modelo de macrófago está realizado en madera y tela de mosquitero. El esqueleto de madera representa los microtúbulos. Se ha dotado al modelo de una abertura para ejemplificar la endocitosis, es decir, cómo la célula invagina parte de su membrana para “engullir” partículas externas, como pueden ser los virus. Los modelos se acompañan de un receptor de membrana, es decir, un componente de la membrana de la célula eucariota realizado con impresora 3D y modelamiento clásico en resina epoxi. Este es el receptor que utiliza el virus de la gripe como cerradura para obligar a la célula eucariota a engullirlo.



Figura 8. Modelos 3D de célula eucariota. A la izquierda modelo de macrófago. Representa la mitad de un macrófago realizado en madera y tela de mosquitero. El esqueleto de madera representa el esqueleto de microtúbulos. A la derecha modelo 3D de célula eucariota epitelial. Alcanza las dimensiones de 30 x 60 cm se puede plegar para su transporte. Tiene una abertura lateral para simular el proceso de invaginación, es decir, el proceso en el que la célula engulle estructuras externas como por ejemplo un virus.

¿Por qué los antibióticos ahora a veces no funcionan?

Nuestro alumnado se ha encontrado con personas, normalmente líderes comunitarios, que les han hecho esta pregunta. Es necesario darles una explicación que les permita llegar a la conclusión correcta: las bacterias no se vuelven resistentes o que existen compañías farmacéuticas malísimas que crean bacterias resistentes a los antibióticos en los laboratorios. Somos las personas, las que con su mal uso hemos seleccionado bacterias resistentes. Por ese motivo, no debemos exigir al médico y médica que nos recete antibióticos si no es necesario, ni ir a la farmacia a comprarlos sin receta médica. Ya hemos explicado que los antibióticos matan bacterias y no matan las células humanas o los virus humanos que se reproducen en ellas. Por este motivo, no es necesario tomar antibióticos cuando tenemos una gripe producida por virus. ¿Por qué? Pues porque ni el virus, ni la célula humana tienen esa malla que sólo tienen las bacterias. El antibiótico destruye esa malla en las bacterias y estas explotan, pero si una enfermedad está provocada por un virus, el antibiótico nada puede hacer.

Muchos y muchas alumnas de Medicina incluso no tienen interiorizado cómo opera la selección natural. Por ese motivo, utilizamos la selección que hemos hecho los humanos con los perros para explicarla. Todos los perros del mundo proceden de los lobos. Las preguntas que tienen que hacer estudiantes de Medicina a los que los escuchan es: ¿Cómo se ha pasado de un lobo a un chiguagua o a un mastín? ¿Qué pasa cuando pare una perra? ¿Son todos los cachorros iguales? ¿Se les deja vivir a todos? Normalmente se matan a todos los cachorros de la camada y se selecciona a uno. Si seleccionamos durante mucho tiempo a los cachorros más enclenques acabaremos teniendo chiguaguas, si seleccionamos a los más fuertes acabaremos teniendo una raza de mastines. Con el abuso de los antibióticos

hemos ido matando poco a poco a las bacterias que eran sensibles a ellos y hemos dejado que crecieran aquellas que eran distintas y tenían mallas diferentes. Por ese motivo, ahora los antibióticos ya no las pueden matar, por lo que debemos usarlos con prudencia y siempre con prescripción médica.

Agradecimientos

Este proyecto ha sido financiado por el Programa de Vinculación con la Comunidad de la Universidad de las Américas, Quito, Ecuador.

Bibliografía

Ministerio Coordinador de Patrimonio Natural y Cultural (2008). *Informe de Labores 2007-2008*. Editorial SobocGrafic. Quito: Ecuador, 115 p.

Rivera, R. (2004). *El filtrón, filtro cerámico para agua potable*. IDEASS: Nicaragua.

Rivera, R.; Shulunger, F. y Holtslag, H. (2004). *El Filtrón: filtro cerámico para potabilizar agua*. Potters for Peace. Managua: Nicaragua.

Vygotsky, L.S. (1978). *Mind in Society: The Development of Higher Psychological Processes*. Eds. M. Cole, V. John-Steiner, S. Scribner, and E. Souberman. Cambridge, MA: Harvard University Press.

Wood, D.; Bruner, J.S. y Ross, G. (1976). The role of tutoring in problem solving. *Journal of Child Psychology and Psychiatry*, 17: 89-100.