



Cuarto Semestre

Microbiología y parasitología en salud pública

Unidad 1

Un nuevo mundo por
descubrir

Programa desarrollado





Un nuevo mundo por descubrir



Fuente: 123rf, (2016).



Índice

Introducción	3
Competencia específica	4
Logros	4
1.1 Clasificación biológica	5
1.2 Microbiología	9
1.2.1 Panorama de agentes biológicos patógenos	11
1.2.2 Transmisión de la enfermedad	14
1.2.3 Técnicas para identificar y estudiar los microorganismos	16
Para saber más	19
Glosario	20
Fuentes de consulta	21



Introducción

Bienvenido a la *Unidad 1. Un nuevo mundo por descubrir*. En esta unidad conocerás cómo se clasifica la biodiversidad de los microorganismos, también aprenderás que existen microorganismos benéficos y patógenos, los tipos de microorganismos patógenos*, las vías de contagio y las técnicas que se utilizan para identificarlos y estudiarlos.

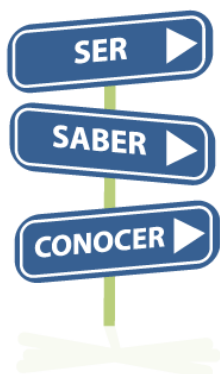
Antes de estudiar la microbiología es necesario que tengas conocimiento sobre la forma en la que se encuentran clasificados todos los organismos vivos en el planeta con la finalidad de que tomes en cuenta que los microorganismos son un conjunto de organismos que pertenecen a diferentes grupos pero que son llamados microorganismos debido a que solo con la ayuda de un microscopio pueden ser observados a detalle. Cada grupo de microorganismos cuentan con características propias de manera que es posible diferenciarlos.

Esta unidad te introducirá a la microbiología dándote un panorama de los grupos de organismos de los cuales estudiarás su taxonomía, morfología, patologías que producen y situación epidemiológica.

A lo largo de la unidad encontrarás algunas palabras acompañadas de un asterisco (*), lo que te indicará que forman parte del glosario de la asignatura, consúltalo al final del documento para que comprendas mejor el contenido de esta unidad y te ayudará a construir un lenguaje técnico propio de la materia.



Competencia específica



Descubrir el mundo de la microbiología y sus principales características para identificar los microorganismos protagonistas de las enfermedades transmitidas por un agente biológico patógeno mediante el estudio de la última clasificación biológica establecida por Woese.

Logros

1

Distingue el dominio de la clasificación de Woese.

2

Diferencia los tipos de microorganismos que son un agente biológico patógeno.

3

Identifica las vías de contagio de los microorganismos que son agentes biológicos patógenos.



1.1 Clasificación biológica

A través del tiempo se han establecido diferentes métodos para clasificar la biodiversidad*, es decir la forma en que se agrupan las diferentes especies de seres vivos conocidos en el planeta. Estos métodos han cambiado conforme han surgido avances tecnológicos que han permitido profundizar en el estudio de las características de los seres vivos; entre las primeras clasificaciones se encuentra de Aristóteles que se basaba en varias características morfológicas para agrupar, ordenar y clasificar los subgrupos de dos grandes grupos: las plantas y animales. Jean-Baptiste de Monet de Lamarck, por su parte, propuso dos subgrupos en el gran grupo de animales: los vertebrados e invertebrados.

El método de clasificación biológica naturalista se basó en localizar estructuras en los animales o vegetales que tuvieran las suficientes características para determinar un taxón* superior o principal y a partir de las variantes de estas desglosar categorías menores. Por lo que la clasificación biológica se fue conformando jerárquicamente de acuerdo a los caracteres de cada organismo creando categorías en una dirección descendente establecidas por Carolus Linnaeus como reino, clase, orden, género y especie (Fig. 1). El sistema de Linnaeus para nombrar a los organismos sigue vigente porque se conforma de dos palabras en latín que corresponden al género y especie a la que corresponde cada organismo dentro de la clasificación biológica.



Figura 1. Organización jerárquica descendente con base en características de taxones principales y sistema de nomenclatura de Linneo para nombrar a los organismos conformados por "Género especie". Recuperada de:
<http://docentes.educacion.navarra.es/metayosa/1bach/1bioclasif3.html>



Cuando en el siglo XIX ingresó la perspectiva evolucionista al estudio de la naturaleza, el interés en clasificar la biodiversidad buscaba que se reflejara la historia genealógica*, es decir que mostrara las líneas de descendencia dadas por los caracteres permanentes. Este sistema “debía ser el resultado de hallar las relaciones de ancestría-descendencia entre las especies, fósiles y vivientes según se evidenciará por sus características compartidas, por sus rasgos heredados, es decir, por el uso del método.” (Iturbe & Lazcano, s.f.)

La visión de la clasificación biológica tenía que reflejar el orden natural y verdadero con el que se había creado el mundo, por lo que uno de los retos era descubrir las relaciones de parentesco evolutivo. Reconstruir la historia de la vida en la Tierra no era una tarea sencilla para anatomistas, evolucionistas y paleontólogos más aún con la aparición del microscopio que dio a conocer organismos nuevos que no se encontraban considerados en la clasificación biológica y rompía con los dos grandes grupos del reino animal y vegetal.

La actualización de la clasificación biológica para incluir a los microorganismos se basó en la célula como unidad morfológica fundamental para reorganizar la clasificación biológica, de esta forma las células se dividieron en célula **procarionte** para las formas de vida que no presentaban una membrana nuclear* en su célula y **eucarionte** para aquellas que sí lo presentaban.

En 1959 Whittaker creó la clasificación más conocida: la de los cinco reinos. En 1980 Lynn Margulis y Karlene Schwartz influyeron su popularización y aceptación en todos los programas educativos de los niveles escolares del mundo. Estos cinco reinos corresponden a:

- Monera (bacterias)
- Protocistas (protistas y algas)
- Fungi (hongos)
- Plantae
- Animalia

Con el desarrollo de técnicas moleculares a inicios del siglo XX que permitieron la secuenciación de proteínas, genes y genomas completos de diversos organismos, Carl Woese estableció la ambiciosa idea de establecer una clasificación biológica basada en el RNA ribosómico (rRNA) de la cual se obtuvo una nueva estructuración del árbol de la vida en la que se distinguían tres ramas o grupos principales: bacteria, arqueobacteria (Archaea) y eucarionte (Eucarya) (Fig.2). A cada una de estas ramas principales se les llamo dominios.

El dominio bacteria y archaea son bacterias (células procariotas: sin membrana nuclear), sin embargo debido a que las bacterias en el dominio archaea presentan una bioquímica diferente (estructura de su membrana celular) se clasificaron en un dominio exclusivo



aunado al hecho de que no son patógenos* y donde habitan, aguas termales, lagos salados o temperaturas de extremo calor o frío, raramente se ha encontrado otro tipo de vida. Los organismos que se encuentran en el dominio Eucarya pueden ser unicelulares* o pluricelulares* pero conformados por células eucariotas (con membrana nuclear), en él se encuentran los protistas*, hongos, plantas y animales.

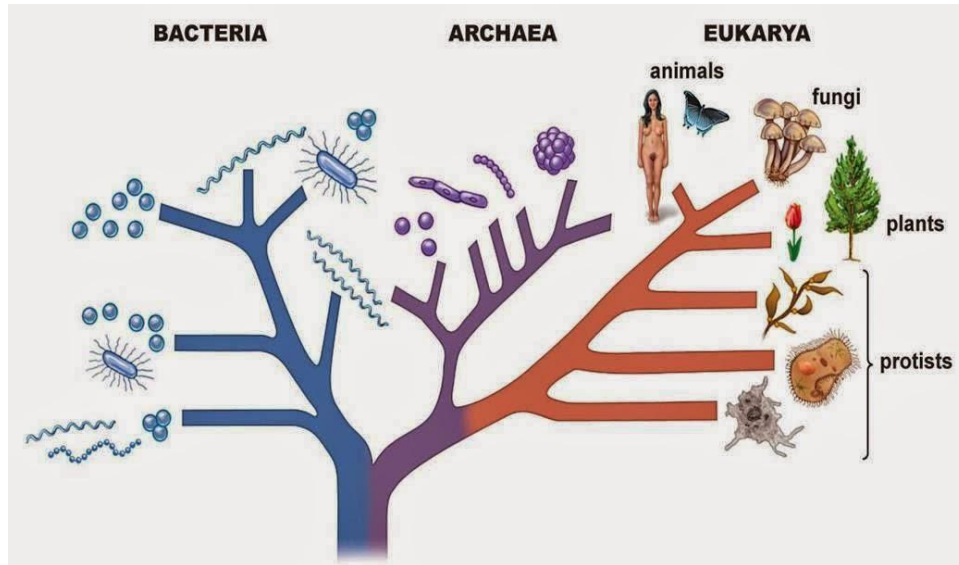


Figura 2. Árbol de la vida según la clasificación biológica de Woese, en el que se representan tres dominios: Bacteria, Archaea y Eucarya. Recuperada de: <http://pladelafont.blogspot.mx/2015/04/el-primer-arbol-filogenetico.html>

La introducción de esta nueva clasificación basada en la biología molecular causó polémica entre los biólogos ya que algunos pertenecían a la corriente basada en características morfológicas para realizar la clasificación biológica del planeta en los cinco reinos. Al respecto, Ulises Iturbe, Investigador de la Universidad del Estado de Hidalgo y Antonio Lazcano, pionero de la clasificación biológica con base en características moleculares perteneciente al laboratorio de microbiología de la UNAM, exteriorizaron:

“El enfoque molecular permite comparar a todas las especies biológicas, ya que todos los seres vivos tienen un componente genotípico, una base hereditaria común compuesta por el mismo tipo de moléculas; situación privilegiada que la comparación morfológica no puede alcanzar más allá del nivel taxonómico de reino, dadas las enormes diferencias anatómicas y fisiológicas de cada uno de estos taxa.

Por fin, con el enfoque molecular, las dificultades inherentes a la búsqueda del método natural habían sido sobrepasadas. La revolución molecular o revolución woesiana, sensu Doolittle y Brown (1994)



consiguió el largo sueño perseguido desde la antigüedad, el de obtener un método general, común, estandarizado e inequívoco de comparación universal que permitiera descubrir el sistema natural de clasificación de la naturaleza viviente, sin la necesidad metodológica de utilizar simultáneamente todas las características existentes para clasificar. Este método renovado permitió clasificar al gran conjunto de la biota total del planeta...

...la secuenciación de más genomas completos asegura que, cada vez más, la propuesta del sistema basado en tres dominios sea aceptado por la comunidad de biólogos en el mundo y por el resto de las personas. Un sistema universal basado en dos tipos morfológicos (clasificación biológica de los cinco reinos) es útil desde el punto de vista didáctico, pero la educación de ahora y del futuro no puede sencillamente desechar todo el avance de la biología molecular y estacionarse indefinidamente en prejuicios y concepciones rebasadas."

Seguramente recuerdas la clasificación biológica de los cinco reinos que te enseñaron en la secundaria y preparatoria, sin embargo ahora ya conoces la nueva clasificación biológica basada en avances moleculares.



1.2 Microbiología

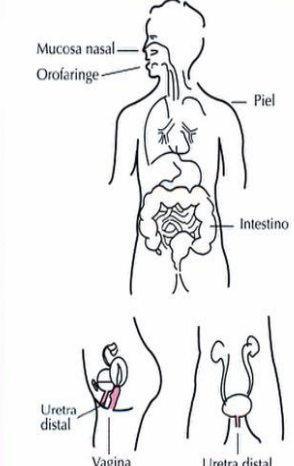
Los microorganismos fueron las primeras formas de vida del planeta y posiblemente serán los últimos sobrevivientes debido a que viven en diversos ambientes, algunos, con condiciones extremas como altas o bajas temperaturas, o ambientes ácidos o salados.

La microbiología es la rama de la biología encargada de estudiar a los microorganismos, es decir estudia a todos los seres vivos que pueden observarse a través de un microscopio. A su vez, la microbiología se divide en subdisciplinas que estudian específicamente cada uno de los tipos de microorganismos como la bacteriología (estudio de las bacterias), virología (estudio de los virus), protozoología (estudio de los protozoarios), micología (estudio de los hongos) y parasitología (estudio de los parásitos).

Los microorganismos que habitan en el mundo cumplen diversas funciones de vital importancia, algunos forman parte del ciclo del nitrógeno posibilitando la vida vegetal, otros forman parte del ciclo del carbono reincorporando la materia orgánica al suelo y algunos otros se utilizan en el ámbito industrial para el proceso de la fermentación y producir bebidas alcohólicas y lácteos, incluso se utilizan para realizar algunos antibióticos.

Entre las subdisciplinas de la microbiología que estudian a los microorganismos de acuerdo a su función se encuentran la microbiología industrial (estudio de la explotación de microorganismos para su uso en procesos industriales), la microbiología ambiental (estudio de la función y diversidad de los microbios en sus entornos naturales), la microbiología sanitaria (estudio de los microorganismos que contaminan los alimentos) y microbiología agrícola (estudio de microorganismos que se encuentran en los cultivos).

Algunos microorganismos son patógenos para el humano, sin embargo no todos lo son ya que juegan un papel importante para la vida del planeta y de los seres humanos. (Romero, s.f.). En el cuerpo habitan más microorganismos de los que te imaginas, al conjunto de ellos se les conoce como microbiotas. Las microbiotas cambian de acuerdo al ambiente en el que se encuentran, es decir según varían según las características de las diferentes áreas de tu cuerpo. Existen microbiotas epiteliales, bucales, digestivas, vaginales, entre otras. (Fig.3)

Piel	
Estafilococos (<i>Staphylococcus epidermidis</i>)	B
Corinebacterias	B
Mucosa nasal	
Estafilococos (<i>Staphylococcus aureus</i>)	B
Orofaringe. Nasofaringe	
Estreptococos grupo viridans	B
Neisserias comensales	B
Fusobacterias (anaerobios)	B
Intestino	
Enterobacterias (<i>Escherichia coli</i>)	B
Enterococos	B
Anaerobios	
Bacteroides	B
Fusobacterias	B
Clostridios	B
Cándida (<i>Candida albicans</i>)	H
Uretra distal	
Estafilococos (<i>Staphylococcus epidermidis</i>)	B
Corinebacterias	B
Vagina	
Lactobacilos	B

Figura 3. Flora normal o microbiota normal que coloniza la piel, la nasofaringe y la orofaringe, el intestino, la vagina y la uretra distal. Se señalan solo algunos grupos o especies microbianas de entre las numerosísimas existentes en estos territorios. B: bacteria; H: hongo.

Recuperada de:
https://books.google.com.mx/books?id=TdsoWPEYaoUC&pg=PA1&source=gbs_toc_r&cad=4#v=onepage&q&f=false

(Prats, 2006).

Los microorganismos benéficos que integran tu microbiota cumplen diferentes funciones. Algunos de estos microorganismos son los siguientes:

Microorganismos	Efectos beneficiosos
L.acidophilus LC1	Equilibrio flora intestinal, efectos en el sistema inmunitario.
L.acidophilus NCFCO1748	Reducción de actividades enzimas procancerígenas y diarrea.
L.acidophilus NCFM	Reducción de actividades enzimas procancerígenas.
L. jonsonii LA1	Inmunoestimulador, tratamiento de gastritis y úlceras.
L. rhamnosus GG	Inmunoestimulador, diarrea, inflamación del intestino.
L. bulgaricus	Inmunoestimulador, absorción de lactosa.
L. casei	Promotor del crecimiento y de la viabilidad de prebióticos.
B. bifidum	Diarrea por rotavirus, equilibrio de la microbiota.
D. thermophilus	Inmunoestimulador, absorción de lactosa.
S. boulardii	Prevención de la diarrea y tratamiento de colitis

Tomado de <http://biologiamedica.blogspot.mx/2010/09/microorganismos-beneficiosos-para-el.html>



A lo largo de la materia conocerás los tipos de microorganismos que actúan como agentes biológicos patógenos para el humano y que forman parte de diferentes grupos de organismos.

1.2.1 Panorama de agentes biológicos patógenos

Los evolucionistas establecieron que la raíz del árbol de la vida del que derivan los tres dominios establecidos por Woese, fue un organismo que contenía la suficiente información genética a partir de la cual se originaron todos los seres vivos de manera progresiva, este ancestro a partir del cual se originó toda la biodiversidad se le llama el último ancestro común universal (*Last Universal Common Ancestor, LUCA*).

Para continuar con la clasificación de los seres vivos que se encuentran en los dominios establecidos en la clasificación biológica por Woese a partir de un ancestro en común universal, es necesario tomar en cuenta las relaciones genealógicas entre los organismos. El área de la biología encargada de clasificar los seres vivos a partir de la historia evolutiva (filogenia*) es la sistemática filogenética utilizando cladogramas. Los cladogramas son diagramas para esquematizar la historia filogenética de las especies detallando los caracteres de cada uno de los agrupamientos taxonómicos (Fig.4).(Morrone, 2000).

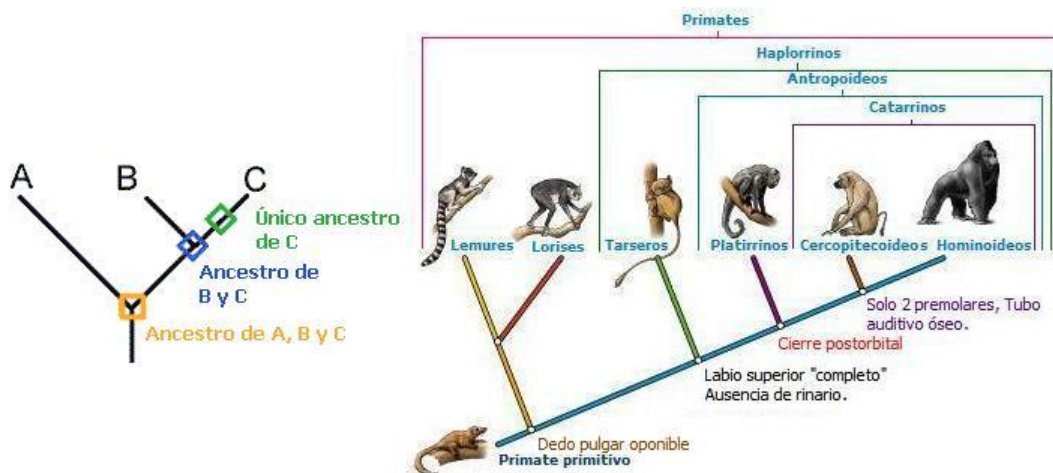


Figura 4. Cladograma de Primates en el que se pueden observar las relaciones filogenéticas entre las especies y los caracteres de cada uno de los grupos taxonómicos.

Recuperada de:

<http://foros.elsiglodetorreón.com.mx/tecnologia/402499-japon-ya-habia-sido-amenazado-por-haarp.html>



Los cladogramas que incluyen todos los descendientes de un ancestro común son monofiléticos, aquellos que incluyen solo algunos de descendientes de un ancestro en común son parafiléticos y aquellos que incluyen descendientes de diferentes ancestros son polifiléticos considerados como agrupaciones artificiales, tal es el caso de los microorganismos porque éstos son llamados como tal porque solo con la ayuda de un microscopio se pueden observar a detalle, sin embargo provienen de diferentes ancestros (Fig.5).

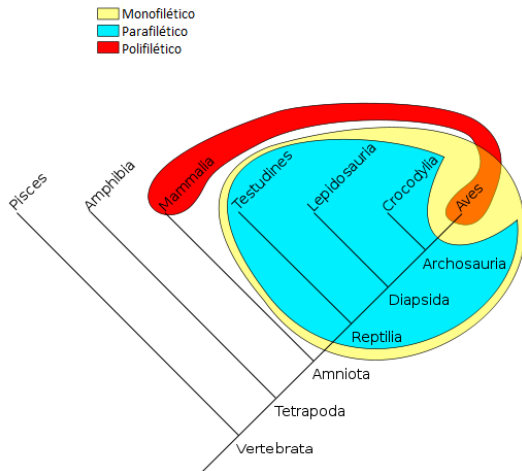


Figura 5. Tipos de grupos diferentes en un cladograma. El grupo polifilético es artificial ya que son organismos que descienden de diferentes ancestros como es el caso de los microorganismos.

Recuperada de:
https://es.wikipedia.org/wiki/Monofil%C3%A9tico#/media/File:Phylogenetic_Groups.svg

Los microorganismos están conformados por diferentes organismos entre los que se encuentran bacterias, protistas, hongos, helmintos, artrópodos y virus (no se consideran organismos, son fragmentos de ADN o ARN) algunos de ellos son patógenos y difieren en sus características básicas para sobrevivir como respirar, alimentarse y reproducirse. (Tabla 1).

Tabla 1. Características celulares y fisiológicas de los microorganismos

	Bacterias	Protistas	Hongos	Helmintos	Artrópodos
Organización celular	Procariota	Eucariota			
	Unicelular	Unicelular	unicelulares y pluricelulares	Pluricelulares	Pluricelulares
Respiración	Anaerobios, aerobios	Aerobios o anaerobios	Aerobios	Anaerobio	Tráqueas o pulmones de libro
Alimentación	Heterótrofos y autótrofos	Heterótrofos, autótrofos	Heterótrofos	Heterótrofos	Heterótrofos
Reproducción	Asexual	Asexual o sexual	Asexual o sexual	Asexual o sexual	Sexual



La organización celular de estos organismos puede ser unicelular (organismos conformados por una sola célula) o pluricelular (organismos conformados por varias células) y procariotas (células sin membrana nuclear) o eucariota (células con membrana nuclear); pueden presentar respiración aerobia (se extrae energía de moléculas orgánicas: glucosa mediante un proceso en el que se oxida el carbono con el oxígeno) o anaerobia (se extrae energía de moléculas orgánicas: glucosa mediante la fermentación de hidratos de carbono); su forma de alimentación puede ser heterótrofa (transformadores de materia orgánica de otros seres vivos en nutrientes) o autótrofa (sintetizadores de sus propios alimentos, no necesitan de otros seres vivos, realizan fotosíntesis). Finalmente, la reproducción puede ser sexual (se utiliza la meiosis para crear un nuevo organismo y son necesarios gametos femeninos y masculinos) o asexual (se utiliza la mitosis para crear un nuevo organismo a partir de una sola célula).



1.2.2 Transmisión de la enfermedad

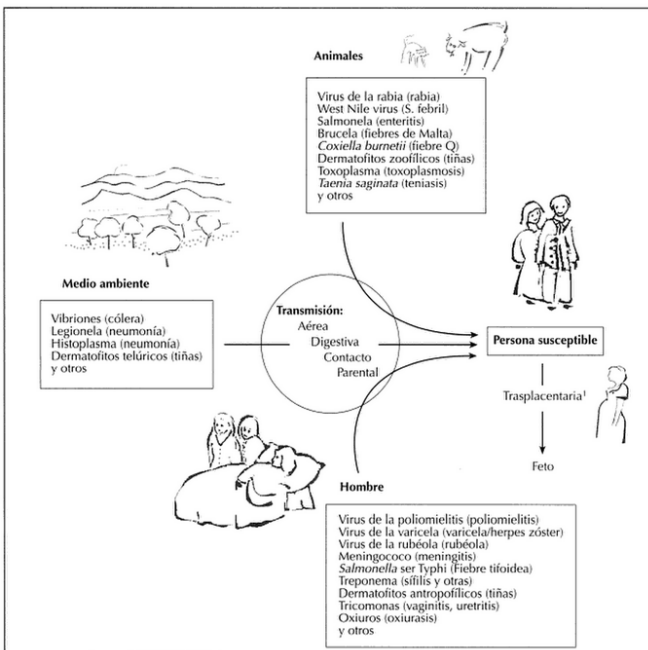


Figura 6. Reservorio y transmisión de microorganismos patógenos. Reservorio: medio ambiente, animales, hombres. Vías de transmisión: aérea, digestiva, contacto y parenteral. Tomada de: (Gordis, 2008).

Las enfermedades son el resultado de la interacción de tres elementos:

- Huésped (la persona)
- Agente (p.ej. microorganismo: bacteria)
- Ambiente (p.ej. el suministro de agua contaminada)

En ciertas enfermedades, principalmente de carácter infeccioso, se involucra la participación de un vector, es decir de un organismo que transmite el patógeno (mosquitos o garrapatas) que produzca la enfermedad.

Las enfermedades son provocadas por factores biológicos, físicos, químicos y en algunos de los casos hasta por estrés, y si el fondo genético, nutricional e inmunitario del individuo se

encuentra susceptible las condiciones son aptas para enfermarlo y convertirlo en huésped de un patógeno (Gordis, 2008).

Los reservorios naturales donde viven y se multiplican los microorganismos pueden estar en el medio ambiente, en otros animales o en el humano mismo y es a partir de él que se transmiten a personas sanas y las enferman ya sea de manera *directa*, es decir de una persona a otra o de manera *indirecta* por medio de un vehículo común como el aire contaminado o por algún vector.

Las vías de contagio pueden ser:

- Aéreas, por medio de lo que se inhala.
- Digestivas, por medio de lo que ingiere.
- Por contacto mediante lo que se toca.
- Por vía parenteral, es decir se transmite por medio de la placenta dentro del útero.

Cuando una persona se encuentra infectada por algún microorganismo patógeno y no se puede detectar en estudios serológicos ni se presenta síntomas de enfermedad pero que puede contagiar a otros, a este individuo se le conoce como portador. Las enfermedades



tienen diferentes etapas de evolución. Durante el *periodo prepatogénico* el individuo se encuentra infectado por algún patógeno pero sin presentar síntomas de la enfermedad, mientras que en el *periodo patogénico* la enfermedad ya es clínicamente visible; este periodo comprende la etapa de latencia, tiempo que transcurre desde la infección hasta que la persona se vuelve infecciosa, y el periodo de incubación, tiempo que transcurre desde la infección hasta la presentación de síntomas (OPS/OMS, 2011).

Es importante tomar en cuenta que cada enfermedad evoluciona diferente en su estado natural, es decir sin intervención médica (historia natural de la enfermedad) y que es necesario conocer las etapas de acontecimientos biológicos que suceden para que se desarrolle una enfermedad ya que con base en ello se podrían identificar las medidas de prevención que deben implementarse para mejorar las condiciones de salud en caso de presentarse enfermedades transmitidas por algún microorganismo (Fig.7).

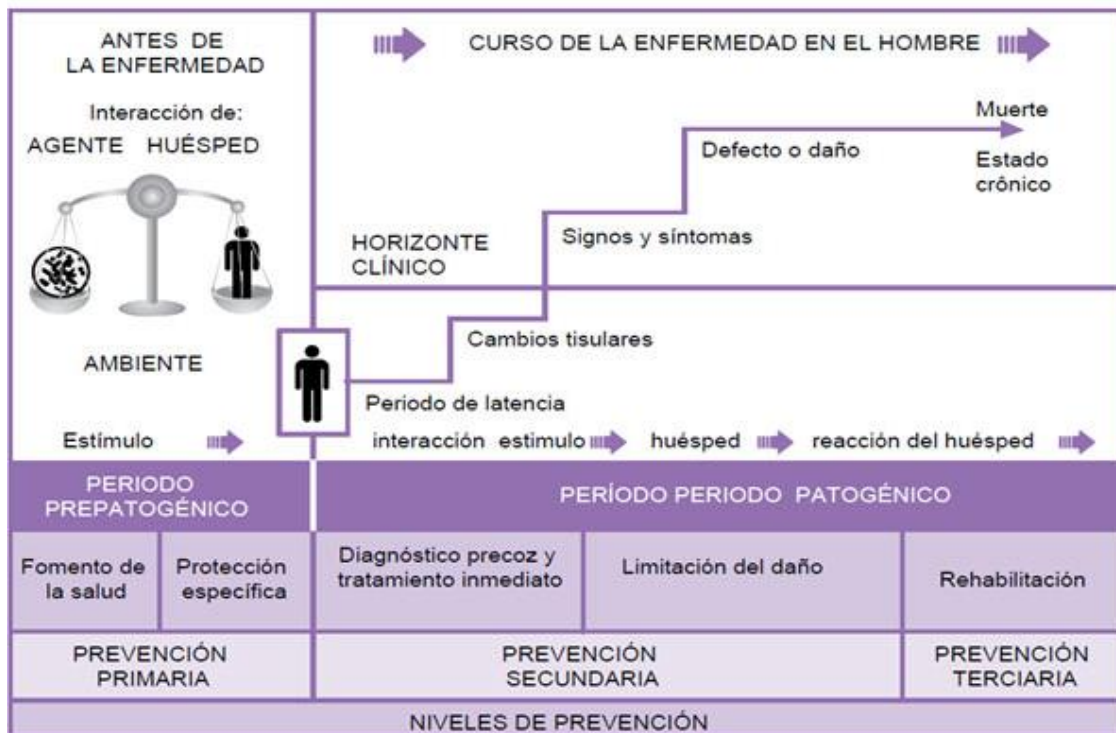


Figura 7. Modelo de historia natural de la enfermedad. Recuperada de: (OPS/OMS, 2011).



1.2.3 Técnicas para identificar y estudiar los microorganismos

Las características de los microorganismos son tan variadas que las técnicas de laboratorio utilizadas para su identificación y estudio son diferentes. En cualquiera de ellas es necesario tomar una muestra del foco de infección donde se encuentra el patógeno, a esta se le denomina *muestra clínica* la cual puede ser de orina, heces, sangre, pus, entre otras. Para identificar el tipo de microorganismo patógeno que está causando alguna enfermedad se pueden utilizar dos métodos: el *directo* tomando una muestra clínica del lugar donde se encuentra la infección o el *indirecto* que identifica el tipo de microorganismo mediante la presencia de anticuerpos en el suero del individuo enfermo. (Prats, 2006).

Entre las técnicas utilizadas en el método directo se encuentra:

1. Observación microscópica.
2. Fijación y tinción: técnica que es utilizada para estudiar tejidos (histología).

✚ En un poco de la muestra clínica se aplica un *fijador* cuya función es penetrar rápidamente en la estructura del microorganismo para detener su metabolismo y los cambios morfológicos. Los fijadores más comunes son el formaldehído, Schaudinn, alcohol policinílico (PVA), merthiolate-yodo-formaldehído (MIF), fenol-alcohol-formaldehído (PAF), Bouin y alcohol-formaldehído ácidoacético (AFA). Después de aplicar el fijador la muestra se observa la muestra en el microscopio.

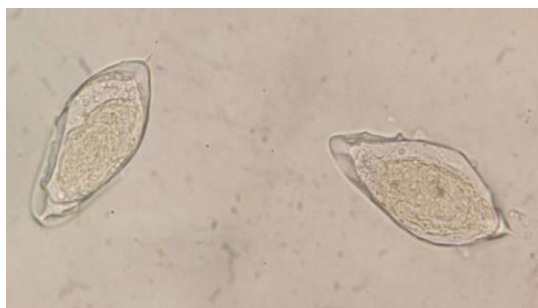


Figura 8. Huevo de *Schistosoma haematobium* (gusanos aplanados parasitarios que producen la enfermedad de esquistosomiasis).

Recuperada de:
<http://parasitologiaenmicro.blogspot.es/categoria/huevos/>

✚ La tinción es una técnica en la que se utilizan colorantes para resaltar estructuras de los microorganismos al observarse en el microscopio óptico. Los colorantes más comunes son lugol, giemsa, amortiguador de fosfato, hematoxilina férrica modificada, negro de clorazol, tricrómica de Gomori-Wheatley, azul de metileno alcalino de Loëffler.

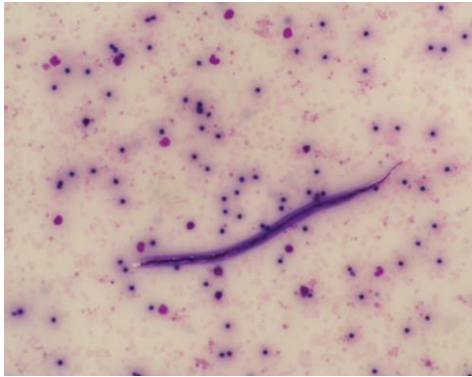


Figura 9. Técnica de tinción, el organismo observado es un parásito identificado como: *Filaria Loa loa*.

Recuperada de:
http://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1137-66272010003300112

3. Cultivo.

- Consiste en transferir microorganismos de una muestra clínica a un ambiente donde sea posible que se multipliquen, es decir cultivándolos en medios artificiales donde sea posible controlar las condiciones del ambiente como el tipo de nutrientes disponibles, el Ph, la concentración de sales, temperatura, aireación y luminosidad.
- Existen medios de cultivo con nutrientes que prefieren ciertas especies de microorganismos, por lo que los microorganismos que se reproduzcan en ese medio ya estará identificado.
- Esta técnica ha permitido facilitar el estudio, caracterización, aplicación y control de los microorganismos.

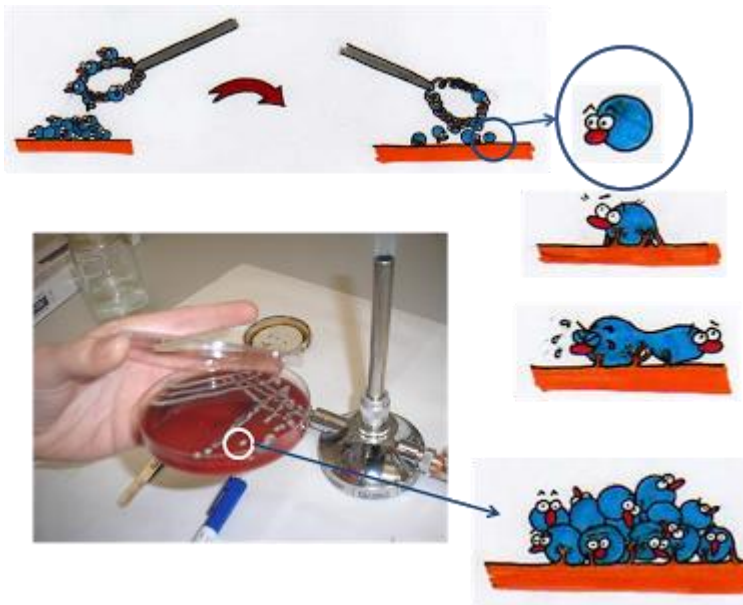


Figura 10. Técnica de cultivo, tomando una muestra del patógeno y colocándola en el medio de cultivo para que este se multiplique y pueda ser identificado.

Recuperada de:
<https://sites.google.com/a/goumh.u mh.es/practicas-de-microbiologia/indice/tecnicas-de-aislamiento>



4. Detección de antígenos.
5. Fragmentación de ADN.
 - 🧬 Técnica de amplificación genética



Para saber más



Microbios en humanos: la vida en nosotros.

Disponible en:

<https://www.youtube.com/watch?v=jlSDRpi0LCY>

Los virus y bacterias más letales del mundo

Disponible en:

<https://www.youtube.com/watch?v=Dt6B3G986D4>



Glosario

Patógeno: Agente biológico que causa una enfermedad.

Epidemiología: Estudio de la distribución de las enfermedades en las poblaciones, así como los factores que la influyen o determinan, para controlar los problemas sanitarios.

Biodiversidad: Variedad de seres vivos que podemos ver a simple vista- como las bacterias- hasta todas las plantas, los hongos, los animales y los ecosistemas. Nosotros también somos parte de la biodiversidad. La palabra biodiversidad se compone de dos partes bios que significa vida y diversidad que significa variedad.

Taxón: Grupo de seres vivos considerado como una unidad de cualquier categoría en una clasificación.

Genealogía: Conjunto de antepasados de una persona o animal.

Núcleo celular: Orgánulo que se encuentra en el centro de las células que contiene el material genético.

Unicelular: Organismo formado por una sola célula.

Pluricelular: Organismos constituidos por dos o más células.

Protista: Organismos unicelulares de células eucariotas (ej. algas y amibas)

Genotipo: Conjunto de genes que existen en el núcleo celular.



Fuentes de consulta



1. Gordis, L. (2008). Epidemiología (tercera). España: Elsevier Saunders.
2. Iturbe, U., y Lazcano, A. (s.f.). El método natural de clasificación y los caracteres de comparación universal. Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo. Recuperado de: <https://www.uaeh.edu.mx/investigacion/productos/4273/2.pdf>
3. Morrone, J. (2000). Sistemática, Biogeografía, Evolución. Los patrones de la biodiversidad en tiempo-espacio. México: Universidad Nacional Autónoma de México. Recuperado de: <http://www.libros.unam.mx/digital/V9/35.pdf>
4. OPS/OMS. (2011). Módulo de Principios de Epidemiología para el Control de Enfermedades (MOPECE) (Segunda). Organización Panamericana de la Salud.
5. Prats, G. (2006). Microbiología clínica. Médica Panamericana.
6. ¿Qué es biodiversidad? - BiodiversidadRiqVivaMichoacan.pdf. (s.f.). Recuperado de: <http://www.biodiversidad.gob.mx/region/EEB/pdf/BiodiversidadRiqVivaMichoacan.pdf>
7. Romero, E. M. (s.f.). Microbios en línea. Recuperado el 26 de octubre de 2016 de: <http://www.biblioweb.tic.unam.mx/libros/microbios/Cap1/>
8. ¿Qué es biodiversidad? - BiodiversidadRiqVivaMichoacan.pdf. (s.f.). Recuperado de: <http://www.biodiversidad.gob.mx/region/EEB/pdf/BiodiversidadRiqVivaMichoacan.pdf>