

CAPITULO II

LOS TIPOS DE MICROORGANISMOS





2.1. Los microorganismos dentro del esquema evolutivo de los seres vivos

2.1.1. Los sistemas de clasificación de Haeckel y Whittaker, Bergeys y Woese

Los criterios o formas de clasificación de los organismos vivos han cambiado a lo largo de la historia, a continuación, se hará un breve paseo por aquellas más importantes:

a. Los dos reinos: vegetal - animal

La historia de la clasificación de los seres vivos comienza con Aristóteles, que los dividió, entre otros criterios, por sus características similares morfológicas reconocidas a simple vista y sus formas de reproducción. Los clasificaba en dos grandes reinos: el reino animal y el reino vegetal.

Lineo y Darwin, mantenían la noción de estos dos grandes reinos: vegetal y animal

A finales del siglo XVIII las algas y los hongos quedaron en el reino Plantae, mientras que los llamados “infusorios” se encuadraron en el reino Animalia

b. El avance tecnológico permite ampliar lo que podía ser considerado y analizado para realizar clasificaciones de lo vivo:

En el siglo XVIII, Linneo adoptó una jerarquía de siete niveles: imperio, reino, clase, orden, género, especie y variedad. También diseñó el denominado sistema binomial, un sistema de nomenclatura que asigna a cada especie un nombre que consta de dos partes: el nombre genérico y un epíteto específico.

En 1813, Augustin-Pyramus de Candolle acuñó la palabra taxonomía para designar el área del conocimiento que establece las reglas



de una clasificación. Las características particulares de los seres vivos condujeron a que las clasificaciones más tempranas tuvieran una estructura definida y jerárquica.

b.1. El tercer reino: los Protistas

- Ernst Haeckel en 1866, seguidor de Darwin, propone un famoso árbol filogenético con tres reinos, que desafiaba la antigua forma de clasificación de lo vivo en animales y plantas, el cual denomina los Protistas, y estaba constituido por formas unicelulares que no podían ser categorizadas en los reinos conocidos hasta ese momento. Los clasifica en:
 - Animalia
 - Plantae
 - Protista: todos los seres vivos sencillos, sean o no fotosintéticos o móviles. Dentro de él consideraba los siguientes grupos:
 - Protozoos
 - Protozoos
 - Algas
 - Hongos
 - Moneras (=bacterias)
- Esta clasificación es puesta en entredicho a mediados del siglo XX, cuando las técnicas de microscopía electrónica y bioquímicas demuestran la gran diferencia de las bacterias respecto del resto de organismos.

b.2. El cuarto reino: Monera

Herbert Copeland en 1938 y en 1956, realiza una reclasificación e introduce un cuarto reino, denominado monera y que consiste en lo que posteriormente se denominara bacterias.

b.3. Dos grandes grupos en base a caracteres morfológicos:

Edouard Chatton, en 1938, descubre que las células pueden ser divididas en dos grandes grupos en base a sus características morfológicas: aquellas que poseen núcleo y organelas internas y aquellas que



no. Propone clasificar a los organismos que contienen el primer tipo de células como eucariotas y aquellos que no, como procariotas.

b.4. El quinto reino y dos sistemas clasificatorios

En 1959, Robert Whittaker propuso un quinto reino, el de los hongos. Así se obtienen dos sistemas clasificatorios:

- a. La dicotomía eucariotas-procariotas o sistema dicotómico no ha desaparecido como sistema de clasificaciones y continúa siendo utilizado ampliamente dentro de la comunidad científica a pesar de los problemas enfrentados, de manera especial dentro de los procariotas y los eucariotas unicelulares.
 - b. El esquema de cinco reinos: animal, vegetal, protista, monera y hongos - que coexistieron durante bastante tiempo a pesar de presentar un cierto grado de incompatibilidad.
 - c. Los años 1960, el surgimiento de la biología molecular y la disciplina denominada evolución molecular
- Surge la biología molecular como una disciplina que explica los procesos biológicos a nivel molecular. Los avances metodológicos y teóricos obtenidos en esta área permitieron contar con nuevos rasgos que podían ser utilizados para clasificar organismos vivos. Es decir, se ampliaron las características a partir de las cuales es posible generar clasificaciones de lo vivo.
 - Cientos de moléculas son secuenciadas año a año, las bases de datos se llenan de secuencias y la tecnología avanza rápidamente teniendo equipamientos cada vez más potentes que permiten conseguir secuencias de genomas completos en menos tiempo.
 - A partir del desarrollo de la tecnología en el área molecular entramos en un 'paradigma molecular' donde se sostiene que todo tipo de información biológica sobre un organismo puede ser obtenida a partir de sus genes.
 - Así se construye la noción de que toda la historia de la vida en este planeta puede ser conocida a partir de la información pre-



servada en los genes de los organismos presentes hoy en día.

- Carl Woese en el 2000 señala “la historia genealógica de un organismo está escrita de una u otra forma en las secuencias de cada uno de sus genes”. y ésta es la base de una nueva disciplina denominada evolución molecular.
- d. En la segunda mitad del siglo XX se dan nuevas novedades en relación a las clasificaciones biológicas:

d.1. Las relaciones filogenéticas o la filogenia

- Hennig, 1950, desarrolla el método denominado cladismo por el cual se asume que es posible establecer las relaciones filogenéticas entre organismos en base a una serie de principios y presupuestos, entre ellos que la naturaleza tiene una estructura jerárquica, la cual puede ser develada a partir del análisis de caracteres derivados, compartidas por un grupo.
- El método exige que los caracteres usados para comparaciones filogenéticas posean novedades evolutivas. Hennig propone un nuevo método de reconstrucción de filogenia basado en caracteres morfológicos.
- El cladismo es un abordaje alternativo que considera a las relaciones filogenéticas como de importancia central en las clasificaciones biológicas.
- Debe asumirse el principio de parsimonia, es decir, será considerada correcta aquella filogenia que explique una determinada diversidad biológica en el menor ‘número de pasos’ evolutivos.
- Los grupos parafiléticos no son considerados naturales para fines de clasificación. Allí, el grupo representado por los individuos A, B, C y D es monofilético - todos tienen un origen común.
- Ya si considerásemos a los individuos A, B, E y F, el grupo es parafilético ya que A y B tienen un origen diferente que E y F). Es decir, no puede considerarse como ‘grupo natural’ aquel que contenga entidades pertenecientes a grupos con orígenes diferentes.
- Se asume que la clasificación resultante refleja detalladamente



y sin ambigüedades la filogenia. La forma de representación de estas filogenias es en la forma de cladogramas.

- Las especies existen entre los puntos de bifurcación. Cada vez que existe una bifurcación dos nuevas especies aparecen y una antigua deja de existir.

d.2. La clasificación bacteriana

- En 1974, el Manual Bergeys (la clasificación bacteriana) considera que la clasificación al máximo nivel del mundo vivo debe reconocer la existencia de dos “Reinos”:
- Procaryotae (material genético no rodeado de membrana nuclear)
- Eucaryotae (núcleo auténtico)

d.3. Nueva categoría taxonómica: el dominio y el Sistema de Clasificación Universal

- En 1990, Carl Woese, a partir de los avances de la biología molecular, propone un nuevo sistema clasificatorio. En él se incluye una nueva categoría taxonómica denominada ‘dominio’ para una representación gráfica de este sistema.

Para resumir, con la incorporación a la taxonomía de los métodos de biología molecular, especialmente la secuenciación de ARN ribosómico y la genómica, hoy se asume lo siguiente:

- Existen dos tipos de organización celular, la procariótica y la eucariótica.
- Dentro de los seres vivos con organización procariótica, existen dos grandes “dominios” o “imperios”: Bacteria (las eubacterias o bacterias “clásicas”) y Archaea (antes llamadas arqueobacterias)
- A su vez, el dominio eucariótico comprende numerosas líneas filogenéticas, muchas de ellas de microorganismos. Los mismos Protozoos es un grupo muy heterogéneo, que comprende líneas filogenéticas diversas y a veces muy separadas en el tiempo



evolutivo.

2.2. Clasificación de los microorganismos

Diversas definiciones que responden a perspectivas diferentes se dan a los microorganismos, determinando así las diversas formas de clasificación:

Los microorganismos son seres de tamaño microscópico dotados de individualidad, con una organización biológica sencilla, bien sea acelular o celular, y en este último caso pudiendo presentarse como unicelulares, cenocíticos, coloniales o pluricelulares, pero sin diferenciación en tejidos u órganos, y que necesitan para su estudio una metodología propia y adecuada a sus pequeñas dimensiones. Bajo esta denominación se engloban tanto microorganismos celulares como las entidades subcelulares.

Tomando esta definición se puede decir que la ciencia Microbiología tiene por objeto concreto el estudio de:

- Entidades acelulares: virus, viroides y priones.
- Seres celulares procariotas: bacterias y arqueas.
- Seres celulares eucariotas: hongos microscópicos, algas microscópicas y protozoos.

Y además de estos grupos, también estudia metazoos como helmintos y artrópodos (arácnidos e insectos).

En este mismo orden de ideas, Pérez F, Martínez y I, Rojas C, Mato expresan:

Los microorganismos son seres vivos microscópicos de tamaños muy diminutos que solo pueden ser apreciados por el Microscopio que permite ampliarlos para poder observar sus características morfológicas,



los Microorganismos pueden ser bacterias, virus, mohos, levaduras, etc. que viven en todo el planeta, son unicelulares, esto les permite tener una estructura biológica y son altamente elementales para la vida (4).

Los microorganismos ha si organizados y estudiados por la Microbiología y se clasifican en cuatro grupos: bacterias, virus, hongos y parásitos.

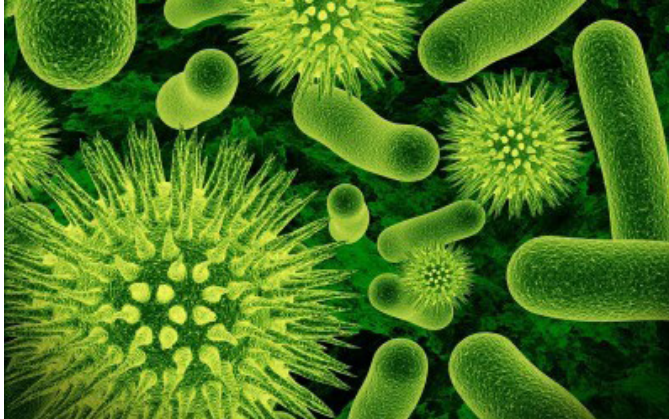
A continuación, se presentan cuadros que resumen de la clasificación de los microorganismos por entidades acelulares y celulares.

Y otras clasificaciones tomando en cuenta ciertas características tales como: la inmunidad, la resistencia, la temperatura y el grado de riesgo que estos organismos representan.



Cuadro 2. Clasificación de los Microorganismos/Entidades Acelulares

ENTIDADES ACELULARES: VIRUS, VIROIDES Y PRIONES	
Definición: las entidades no celulares, a pesar de no poseer ciertos rasgos atribuibles a lo que se entiende por vida, cuentan con individualidad y entidad biológica.	
Virus	
<p>Figura 1. Virus</p> <p>HIV Hepatitis B Ebola Virus</p> <p>Adenovirus Influenza Bacteriophage</p> <p>Freepik. Seis tipos de virus en el fondo blanco vector gratuito [Internet] 2017 [citado el 1 de enero 2020]. Disponible en: https://www.slideshare.net/LXIMENAG/virus-viroides-y-priones-final-60277083</p>	<p>Los virus son partículas infecciosas de muy pequeño tamaño. Su simplicidad les obliga a una replicación intracelular y les hace dependientes de la célula hospedadora. Los virus presentan dos fases una de ellas extracelular y la otra intracelular. En su fase extracelular el virus es una partícula infectiva (denominada virión), metabólicamente inerte, formada por material genético ARN o ADN, rodeado por una cubierta proteica o cápside que lo protege y le sirve como vehículo para su transmisión de una a otra célula hospedadora, en algunos casos está cubierta por una capa de lípidos, proteínas y carbohidratos denominada envuelta.</p>
Viroides	

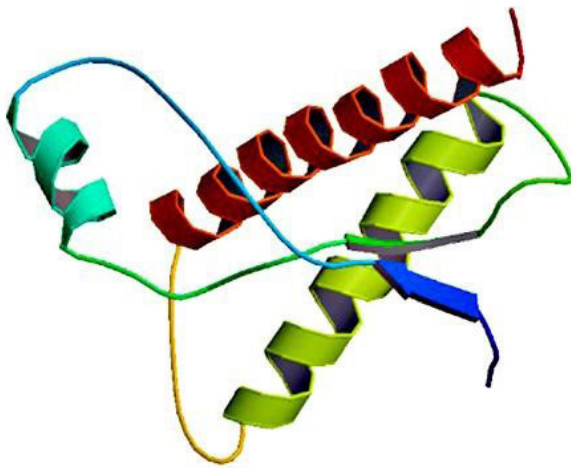
Figura 2. Viroides

Elpensante. Misterios de la vida: Virus, viroides, priones y entidades semejantes [Internet] 2015 [citado el 1 de enero 2020]. Disponible en: elpensante.com/misterios-de-la-vida-virus-viroides-priones-y-entidades-semejantes/

Son un grupo de nuevas entidades infecciosas, subvirásicas, descubiertas en 1967 por T.O. Diener en plantas. Están constituidos exclusivamente por una pequeña molécula circular de ARN de una sola hebra, que adopta una peculiar estructura secundaria alargada debido a un extenso, pero no total, emparejamiento intracatenario de bases por zonas de homología interna. Carecen de capacidad codificadora y muestran cierta semejanza con los intrones autocatalíticos de clase I, por lo que podrían representar secuencias intercaladas que escaparon de sus genes en el transcurso evolutivo. Se desconocen detalles de su modo de multiplicación, aunque algunos se localizan en el nucleoplasma, existiendo pruebas de la implicación de la ARN polimerasa II en su replicación, por un modelo de círculo rodante que genera concatémeros lineares. Esta replicación parece requerir secuencias conservadas hacia la porción central del viroide. Los viroides aislados de plantas originan una gran variedad de malformaciones patológicas. El mecanismo de patogenia no está aclarado, pero se sabe que muchos de ellos se asocian con el nucleolo, donde quizá podrían interferir; sin embargo, no existen indicios de que alteren la expresión génica (una de las hipótesis sugeridas); cada molécula de viroide contiene uno o dos dominios conservados que modulan la virulencia.

En 1986 se descubrió que el agente de la hepatitis delta humana posee un genoma de ARN de tipo viroide, aunque requiere para su transmisión (pero no para su replicación) la colaboración del virus de la hepatitis B, empaquetándose en partículas similares a las de este virus. A diferencia de los viroides vegetales, posee capacidad codificadora de algunas proteínas.

Priones

**Figura 3. Priones**

Lira, C. Priones: características, estructura, funciones, enfermedades [Internet] 2015 [citado el 1 de enero 2020]. Disponible en: <https://www.lifeder.com/priones/>

Los priones, aislados por Stanley Prusiner en 1982, son agentes infecciosos de células animales con especial afinidad por las células del tejido nervioso donde inducen procesos degenerativos, originando encefalopatías espongiformes, tales como la enfermedad de Creutzfeldt-Jacob. En diferentes estudios ha sido posible describir la proteína causante de la enfermedad, pero los esfuerzos por identificar otros componentes, como ácidos nucleicos, no han tenido éxito. La proteína priónica normal está codificada por el genoma del hospedador, esta proteína está muy conservada en los mamíferos, lo que explica que los priones no induzcan la respuesta inmunitaria, y se expresa de manera predominante en el cerebro. La proteína normal (PrP^c) y la isoforma anormal de esta proteína (forma infecciosa, PrP^{sc}) están codificadas por el mismo gen, pero sus estructuras terciarias son diferentes. La PrP^c cambia de conformación a PrP^{sc} y se acumula en el cerebro produciendo la encefalopatía espongiforme.

Fuente: elaboración propia



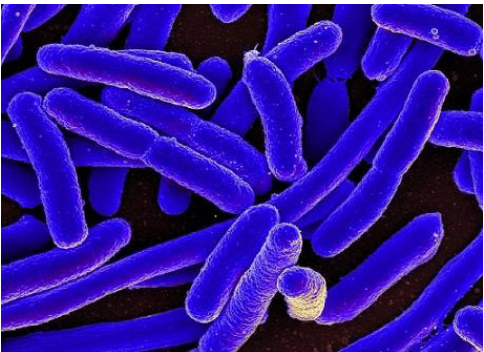

Figura 4. Diferencia Virus, viroides y priones



Gal, X. Virus viroides y priones Final [Internet] 2016[citado el 1 de enero 2020]. Disponible en: <https://www.slideshare.net/LXIMENAG/virus-viroides-y-priones-final-60277083>



Cuadro 3. Clasificación de los Microorganismos/Entidades Celulares

ENTIDADES CELULARES	
Definición: Comprenden todos los procariotas y los microorganismos eucarióticos (los protozoos, los mohos mucosos, los hongos y las algas microscópicas)	
Microorganismos procariotas: bacterias y arqueas	
Figura 5. Bacteria Escherichia coli.  <p>IES Suel - Ciencias Naturales. Enfermedades Infecciosas: Microorganismos [Internet] 2009[citado el 1 de enero 2020]. Disponible en: https://es.slideshare.net/iessuel/enfermedades-infecciosas-microorganismos</p>	Figura 6. Arquea  <p>IES Suel - Ciencias Naturales. Enfermedades Infecciosas: Microorganismos [Internet] 2009[citado el 1 de enero 2020]. Disponible en: https://es.slideshare.net/iessuel/enfermedades-infecciosas-microorganismos</p>



Son entidades biológicas constituidas por células procariotas. Una célula procariota tiene una serie de características que podríamos resumir en:

- Ausencia de compartimentos con distintas funciones, justificada por la ausencia de los orgánulos subcelulares existentes en eucariotas, tales como cloroplastos y aparato de Golgi, con la única excepción del aparato fotosintético de las cianobacterias.
- Diferencias en el aparato de síntesis de proteínas, como son los ribosomas, cuyo coeficiente de sedimentación es 70S, más ligeros que los ribosomas de las células eucarióticas, con un coeficiente de sedimentación de 80S.
- Sencillez en la organización del material genético que no se localiza dentro de un compartimento específico ni presenta la complejidad de la célula eucariótica, constando de un solo cromosoma circular.
- Simplicidad en los mecanismos de replicación y expresión génica, y ausencia de complejidad en la división celular, que ocurre, principalmente, mediante un proceso simple denominado fisión binaria.

Además de estas diferencias de carácter general que constituyen una demarcación clara entre procariotas y eucariotas, existen otras propiedades distintivas que no aparecen en todos los organismos procariotas, como son la presencia de peptidoglicano en sus paredes celulares, la capacidad de fijar nitrógeno atmosférico, la acumulación de poli- β -hidroxibutirato como material de reserva o la estructura de los flagelos, absolutamente distintos a los flagelos y cilios eucarióticos.

Muestran escasa variabilidad morfológica, pero una gran versatilidad metabólica, lo que les permite proliferar en casi cualquier tipo de ambiente. Los procariotas, en conjunto, pueden utilizar casi cualquier compuesto orgánico y una amplia gama de compuestos inorgánicos. Algunos son capaces de llevar a cabo procesos fotosintéticos. Ocupan ambientes extremos en los que las células eucariotas no pueden desarrollarse y llevan a cabo transformaciones químicas exclusivas. Se reproducen asexualmente, la mayoría por fisión binaria y algunos por gemación o fisión múltiple. Ciertos procariotas muestran ciclos de vida más complejos con alternancia de tipos morfológicos distintos. Presentan mecanismos de intercambio genético (conjugación, transducción y transformación) responsables en parte de la variabilidad genética. Un reducido número de procariotas son capaces de producir enfermedades en el hombre, animales y plantas, pero en conjunto son beneficiosos e indispensables en los ciclos de los elementos en la naturaleza.

En un principio, los procariotas se consideraban un grupo único y homogéneo, pero a finales de la década de 1970 Carl R. Woese y George E. Fox pusieron en entredicho la dicotomía eucariota/procariota al mostrar, basándose en análisis comparativos de las secuencias de los ARN ribosómicos 16S, la existencia de un conjunto de organismos con características muy distintas al resto de las formas bacterianas. Este grupo, es reconocido en la actualidad bajo la denominación genérica de arqueas. Por tanto, los microorganismos procariotas están comprendidos en dos dominios filogenéticos: Bacteria y Archaea, que se diferencian en su hábitat, composición química y fisiología, mientras que el tercer dominio, Eukarya, engloba a todos los organismos eucariotas. A nivel celular las arqueas son auténticos procariotas, pero a nivel molecular las similitudes con las bacterias no son superiores a las similitudes con eucariotas. Las arqueas carecen de peptidoglicano en su pared y su membrana está constituida por derivados isoprenoides ramificados unidos al glicerol por enlaces éter, a diferencia del resto de los grupos bacterianos, que tienen ácidos grasos con enlaces éster. Estas y otras diferencias les separan del resto de los procariotas y les asemejan a los eucariotas. Por otra parte, las arqueas muestran una enorme diversidad fenotípica, además muchas habitan en ambientes extremos. Las arqueas incluyen organismos anaerobios estrictos que desprenden metano (metanógenos), que viven en ambientes con elevada salinidad (halófilos), pueden crecer en ambientes muy ácidos (acidófilos) y temperaturas muy elevadas (hipertermófilos). La mayor parte de los procariotas que conocemos en la actualidad se incluyen en el grupo de las bacterias.

Los estudios de filogenia y taxonomía bacterianas basados en la secuencia del ARN ribosómico 16S permitieron, además, establecer las divisiones mayoritarias y subdivisiones dentro de ambos dominios y posteriormente se ha utilizado ampliamente para establecer las relaciones filogenéticas dentro del mundo procariota, causando un profundo impacto en nuestra visión de la evolución y, como consecuencia, en la clasificación e identificación bacteriana. De hecho, las ediciones vigentes de los dos tratados fundamentales de bacteriología, el Bergey's Manual of Systematic Bacteriology y The Prokaryotes, basan su estructuración del mundo procariota en las relaciones filogenéticas establecidas con esta macromolécula.

Diferencias



Diferencias	Arquea	Bacteria
Dominio	Archaea	Bacteria
Enlace de carbono de los lípidos	Éter	Ester
Columna de fosfato de los lípidos	Glicerol-1-fosfato	Glicerol-3-fosfato
Metabolismo	Parecido a las bacterias	Bacteriano
Localización	Extensa, se localizan en ambientes extremos	Extensa
Aparato de transcripción	Parecido a eucariontes	Bacteriano
Núcleo y organelos	Ausente	Ausente
Metanogénesis	Presente	Ausente
Patógenos	No	Si
Subunidad del ARN ribosomal	16S	16S
Pared celular	No contiene peptidoglicano	Contiene peptidoglicano
Esporas	No forman esporas	Algunas bacterias forman esporas
Ejemplos	Halobacterium salinarum	Escherichia coli
Microorganismos eucariotas: hongos y protozoos		



La célula eucariótica representa un estado de organización estructural- funcional más complejo que el procariota, reflejado por la existencia de una membrana nuclear que separa el material genético de un complejo citoplasma con orgánulos donde se compartimentan distintas funciones celulares, como el retículo endoplásmico, el aparato de Golgi, las mitocondrias o los cloroplastos. Otras propiedades distintivas son el genoma nuclear organizado en varios cromosomas y los ribosomas de tipo 80S, los constituyentes de la pared y membranas celulares, los elementos del citoesqueleto o las histonas asociadas al ADN. Los microorganismos eucariotas incluyen los hongos, algunas algas y los protozoos. Los hongos son organismos heterótrofos, unicelulares (levaduras) o multicelulares (hongos filamentosos), carentes de clorofila y dotados de una pared rígida que contiene quitina y/o celulosa. Los multicelulares poseen organización filamentosa (micelio) constituido por hifas, tabicadas o no, normalmente ramificadas, por las que fluye el contenido citoplásmico. La mayor parte de los hongos presentan forma unicelular o forma filamentosa; sin embargo, algunos de ellos pueden adoptar ambas morfologías, se trata de los llamados hongos dimorfos.

Todos son quimioorganotrofos y se nutren por absorción gracias a la secreción de enzimas extracelulares que hidrolizan la materia orgánica polimérica y la transforman en compuestos de bajo peso molecular que posteriormente son absorbidos y metabolizados. Son extraordinariamente homogéneos en sus reacciones metabólicas, pero exhiben una gran diversidad en su morfología y en sus ciclos con reproducción asexual y/o sexual. Son precisamente éstas las características que se emplean en su clasificación.

La mayoría de los hongos viven en el suelo y sobre materia orgánica en descomposición. También hay hongos parásitos de plantas terrestres que pueden ocasionar grandes pérdidas económicas en especies cultivadas. Otros son parásitos de animales, incluido el ser humano. Los hongos son organismos muy importantes tanto desde un punto de vista ecológico como clínico o industrial, y el ser humano ha hecho uso de ellos desde la más remota antigüedad para obtener alimentos o bebidas, y más recientemente para obtener antibióticos, enzimas o como biotransformadores.

Finalmente, los protozoos son un grupo de microorganismos unicelulares no fotosintéticos, generalmente móviles, que se nutren por fagocitosis o por absorción de nutrientes. Están desprovistos de pared celular rígida, lo cual hace que algunos puedan cambiar de forma y así moverse mediante la emisión de pseudópodos. En otros casos, aun conservando su forma característica, poseen cilios o flagelos que hacen posible su locomoción en medio acuoso. Se encuentran en una gran variedad de hábitats terrestres, marinos y de agua dulce. Algunos son parásitos de animales, incluido el ser humano. Se clasifican atendiendo a numerosas características, entre las que destaca el mecanismo de movilidad. Los que muestran movimiento ameboideo se engloban en el grupo Sarcodina, los que usan flagelos en el grupo Mastigophora y los que presentan cilios en algún momento de su ciclo celular pertenecen al grupo Ciliophora. El cuarto grupo, Apicomplexa, está integrado por los esporozoos, que son inmóviles y generalmente parásitos de animales superiores. Algunos protozoos son agentes causales de importantes enfermedades en el hombre, como la malaria, la disentería amebiana y la enfermedad del sueño.

Figura 7. Protozoo

IES Suel - Ciencias Naturales. Enfermedades Infecciosas: Microorganismos [Internet] 2009[citado el 1 de enero 2020]. Disponible en: <https://es.slideshare.net/iessuel/enfermedades-infecciosas-microorganismos>

Figura 8. Hongo**Tipos de microorganismos patógenos****Hongos**

Son seres con células eucariotas, que se reproducen por esporas, y pueden ser unicelulares o pluricelulares.



IES Suel - Ciencias Naturales. Enfermedades Infecciosas: Microorganismos [Internet] 2009[citado el 1 de enero 2020]. Disponible en: <https://es.slideshare.net/iessuel/enfermedades-infecciosas-microorganismos>

Fuente: Elaboración propia

2.3. Otras formas de clasificación

Tomando en consideración ciertas características, tales como: la inmunidad, la resistencia, la temperatura y el grado de riesgo que estos organismos representan:

Cuadro 4. Otras clasificaciones de los microorganismos

1. De acuerdo a su resistencia Se clasifica para los microorganismos de acuerdo a la capacidad que posean para resistir a la actividad de germinicidas y ciertos elementos de desinfección. (5)	
Microorganismos de menor resistencia	Entre las bacterias se encuentran la Salmone-lla, Erisipelotrix, Brucella, Pasteurella, E. Coli; de los virus la peste porcina clásica, diarrea viral bovina, rabia, anemia infecciosa y de los hongos son Trichophyton y Microsporum.
Microorganismos de mayor resistencia	Entre las bacterias se encuentran los Staphylo-coccus, Leptospira y los Streptococcus; de los virus la fiebre aftosa, lengua azul, estomatitis vesicular, diversos adenovirus y de los hongos la Candida
Micobacterias patógenas atípicas	Entre las bacterias se encuentran M. tuberculo-sis, M. bovis, M. avium.



Microorganismos esporulantes	Como el <i>Clostridium haemoliticum</i> , <i>Clostridium chauvoei</i> y <i>Clostridium tetani</i> .
2. Clasificación por respuesta inmunitaria Clasifica a los microorganismos desde un punto de vista inmunológico de acuerdo con el espacio que ocupan dentro de la célula huésped. (6)	
Microorganismos extracelulares	Algunos microorganismos utilizan este medio para proliferar como las bacterias y los hongos, otros lo utilizan para infectar a otras células como es el caso de los virus.
Microorganismos intracelulares	La mayor parte de su vida se encuentra dentro de una célula, dejan la célula huésped para infectar a otra.
3. Clasificación de los microorganismos según grupos de riesgo Esta clasificación mide el grado de riesgo que presentan los microorganismos, y es utilizada en laboratorios para la bioseguridad. (7)	
Grupo de riesgo I	Este grupo incluye microorganismos que no son causantes de enfermedades ni en el personal del laboratorio ni en los animales.
Grupo de riesgo II	Incluyen microorganismos que pueden ser causantes de enfermedades moderadas en el personal de laboratorio y animales, los tratamientos para estas enfermedades suelen ser bastante efectivos. El riesgo comunitario es limitado.
Grupo de riesgo III	Este grupo incluye microorganismos capaces de producir serias enfermedades en humanos y animales, el tratamiento de estas enfermedades es a base de antimicrobianos y antiparasitarios. El riesgo comunitario es limitado.
Grupo de riesgo IV	Incluye microorganismos causantes de enfermedades muy serias en humanos y animales que en algunos casos no tienen tratamiento, el riesgo comunitario es alto.
4. Clasificación de los microorganismos según la temperatura Los microorganismos tienen temperaturas cardinales distintas de acuerdo a esto se clasifican en tres principales grupos: (8)	
4.1. Microorganismos psicrófilos: denominados también criófilas, se dividen en dos clases:	
• Psicrófilas obligados	Con una temperatura que varía de 15 a 18°C. A esta clase pertenece la <i>Flavobacterium</i>



• Psicrófilas facultativas	Tienen una temperatura que varía de los 20 a 30°C, pudiendo llegar a los 35°. Estos microorganismos son causantes de la descomposición de los alimentos guardados en ambientes muy fríos como la heladera.
4.2. Microorganismos mesófilos: Presentan una temperatura que varía de los 35 a 47°C, a este grupo corresponden la mayoría de las eubacterias.	
4.3. Microorganismos termófilos: Su temperatura varía de 50 a 75°C, algunos pueden llegar a los 113°C, denominadas termófilas extremas, este grupo está formado exclusivamente por procariotas	

Fuente: Elaboración propia

A modo de conclusión, se tiene:

Bacterias: Son células procariotas que no presentan núcleo y poseen un solo cromosoma, pueden multiplicarse por bipartición, conjugación, transformación y transducción. Reciben su nombre según su forma, de esta manera si tienen forma alargada y cilíndrica serán denominados como bacilos, si tienen forma redondeada se denominarán cocos, los de aspecto helicoidal serán los espirilos, y los cortos y curvados con forma de coma se denominarán vibrios.

Por su parte las bacterias se subclasifican en Gram (-) y Gram (+); las Gram negativas poseen en su pared celular una sola capa de peptidoglucanos a diferencia de las Gram positivas que presentan varias capas. En cuanto a su nutrición la mayoría de las bacterias son heterótrofas, otras, en menor cantidad, son autótrofas, saprofitas o simbioses. (9)

Virus: Son organismos bastante simples, no pueden nutrirse, relacionarse ni reproducirse por sí solos, lo que casi los convierte en parásitos pues dependen de su actividad intracelular ya sea animal o vegetal para subsistir. Según su forma pueden ser icosaedricos si presentan una forma esférica, helicoidal o cilíndrica si es que son alargados, y los complejos que están formados por dos partes una cabeza y una cola. Los virus pueden ser citopáticos si matan a la célula que infectan, mien-



tras que si solo producen una infección crónica y no matan a la célula huésped se denominan virus no citopático. (6)

Hongos: Son organismos eucariotas unicelulares o pluricelulares, siendo además heterótrofos y en su mayoría saprofitos. Su reproducción es por gemación, esporulación o fragmentación en el medio extracelular y se clasifican en levaduras o en hongos con hifas. (6)

Parásitos: Son eucariotas, se clasifican en protozoos y helmintos. Los protozoos son eucariotas unicelulares y se multiplican en el medio intracelular o extracelular. Los helmintos son eucariotas pluricelulares, se denominan gusanos y su reproducción es sexual. (6)

2.4. Concepto de especie microbiana

Existen diversas definiciones de especie microbiana, no hay acuerdo unánime con respecto a una definición única y aceptable debido a varios motivos tales como: los avances científicos, el cúmulo de investigaciones relativo a los microorganismos y a los cambios mutacionales que dan lugar con rapidez la dificultad de distinguir unas especies de otras basado en un número reducido de caracteres, controlados por géneros independientes, trayendo consigo la evolución de los conceptos en esta materia considerada muy dinámica y cambiante. Sin embargo, en este aparte y de manera sencilla se exponen a algunos aspectos sobre especie, cepa y definiciones:

De manera general, se dan unos conceptos básicos:

Especie es un grupo de poblaciones naturales que se reproducen entre sí y que están aisladas de otros grupos desde el punto de vista de la reproducción.

En taxonomía, se denomina especie (del latín species) a la unidad básica de clasificación biológica. Una especie es un conjunto de orga-



nismos o poblaciones naturales capaces de entrecruzarse y producir descendencia fértil, aunque, en principio, no con miembros de poblaciones pertenecientes a otras especies.

Especie bacteriana es una colección de cepas que comparten numerosas propiedades estables y que difieren de forma significativa de otros grupos de cepas.

Una cepa es una población de microorganismos que desciende de un único organismo o de un aislamiento en cultivo puro

Cada especie se asigna a un género, el siguiente rango de la jerarquía taxonómica.

Un género es un grupo bien definido de una o más especies que está claramente separado de otros géneros.

Roselló-Mora, expone en cuanto al concepto de especie:

...una vez aclarados estos puntos, podemos discutir cual es el tipo de concepto de especie que podemos adoptar en microbiología. Existen básicamente tres conceptos que se consideran, entre los filósofos, como los más adecuados para servir como conceptos universales:

Concepto evolutivo de especie: Es el concepto con más carga teórica, y se basa en la definición de especie como una línea de desarrollo, donde se puede reconocer una trayectoria evolutiva.

Concepto fenético de especie: Es el concepto más pragmático y con menos carga teórica; se concibe la especie como una unidad basada en el grado de semejanza entre los organismos que lo conforman.

Concepto filogenético de especie: Algo cargado de teoría, se basa en el reconocimiento de grupos monofiléticos que se pueden definir por



un número determinado de caracteres, en principio autapomorfos (únicos y exclusivos del taxón).

Continúa el mismo autor expresando en cuanto a la evolución de los conceptos:

La taxonomía, así como los demás ámbitos en la investigación de microorganismos, es una disciplina dinámica. Es posible que, con el tiempo, estos conceptos vayan evolucionando y lo que consideramos ahora válido, se considere en un futuro inadecuado. Estamos entrando en la era genómica. Muchos serán los genomas que se secuencien completamente. Esta información va a suponer importantes cambios en la concepción de las relaciones de par, entesco entre microorganismos, e incluso es posible aventurar un esquema de clasificación puramente basado en las secuencias de sus genomas

Para Stainer y Villanueva (11) una definición de especie microbiana “sería es un grupo de cepas que mostrando entre si un grado elevado de semejanzas fenotípica general, difieren en muchas características de otros grupos de cepas relacionados”.

