

La Célula como unidad funcional

Unidad I

La diversidad biológica ha permitido el desarrollo de los procesos biotecnológicos que encuentran en las diferentes formas celulares la maquinaria necesaria para obtener bioproductos y transformaciones.



Diana María Cárdenas Caro IPB, M Sc.
Departamento de Biología
UFPS



LA CÉLULA COMO UNIDAD FUNCIONAL

DESCUBRIMIENTO DE LAS CÉLULAS

Aunque durante mucho tiempo se sospechó la existencia de criaturas demasiado pequeñas para ser percibidas a simple vista, su descubrimiento estuvo relacionado con la invención del microscopio (Madigan *et al.*, 2006). Aún se debate si la invención del microscopio compuesto de dos lentes fue obra del holandés Zacharias Jansen (1590) o del italiano Galileo Galilei (1609), pero ambos diseños eran versiones inversas del telescopio desarrollado por el alemán Hans Lippershey y podían amplificar una imagen hasta diez veces (Cobo, 2012).

Sin embargo, fue el inglés Robert Hooke (1635-1703) el primero en describir las células en 1665, cuando visualizó con la ayuda del microscopio, pequeños compartimentos similares a poros en una fina lámina del corcho de un roble, a las que denominó células (Freeman, 2009; Medel, 2011), del latín *Cella*, que significa celda, debido a la formación de compartimentos con paredes muy gruesas (Mazzarello, 2000). La aplicación de la microscopía al estudio de los materiales biológicos a lo largo de los 200 años siguientes reveló que todos los organismos observables estaban formados por células. Fue hasta entonces que los científicos empezaron a entender la verdadera importancia de las células (Ochoa y Estevez, 2003).

Poco después de que Hooke publicara sus resultados, Anton van Leeuwenhoek consiguió fabricar microscopios mucho más potentes, algunos capaces de lograr hasta 300 aumentos, con los que pudo estudiar muestras de agua de un estanque y realizó las primeras observaciones de organismos unicelulares (Freeman, 2009).

Anton van Leeuwenhoek (1674) observó en el agua estancada pequeños “animáculos” que ahora se llaman protozoarios. En 1830 Jan Purkinje y Gabriel Valentin, afirmaron que los tejidos animales y vegetales están compuestos por células, el cual como ya se mencionó era un término propuesto por Hooke en 1665, sin embargo, él nunca llegó a imaginar el verdadero significado de aquellas células, solamente había percibido su estructura, su esqueleto (Berón, 2008; Oñate, 2010). No obstante, lo que observó Hooke, eran células muertas, vacías, más tarde en 1831-1833, Robert Brown, descubrió el núcleo en células vegetales (Medel, 2011; Robinson, 2011) y en 1835 Felix Dujardin descubrió el contenido interno de las células a lo Purkinje denominó protoplasma en 1839 (Oñate, 2010).

TEORÍA CELULAR

Todos los conocimientos sobre la célula y su función en la constitución de los seres vivos se empezaron a consolidar en 1838 cuando dos científicos alemanes Matthias Jakob Schleiden (botánico) y Theodor Schwann (zoólogo), concluyeron que todos los organismos están formados por unidades microscópicas llamadas “células” (Flores *et al.*, 2004). El botánico alemán Matthias Jakob Schleiden basado en los hallazgos del núcleo celular de R. Brown, se esforzó en demostrar con sus estudios en células vegetales, que las células se forman a partir de este núcleo y que del plasma viviente al principio, se separa el núcleo que a su alrededor se forman células que van creciendo, hasta que sus paredes se tocan y por una especie de cristalización se produce

el tejido celular (Berón, 2008). Con estas observaciones, Schleiden sugirió “*que cada elemento de la estructura de las plantas estaba compuesto de células o de sus productos*” y que el núcleo era la unidad directora y a partir de éste se originaba la célula (Mazzarello, 2000; Robinson, 2011). Estas observaciones fueron posibles porque las células vegetales tienen una pared celular dura que las hace más visibles.

Por su parte Schwann en 1839 descubrió lo mismo pero en tejidos animales (Flores *et al.*, 2004). En 1839, Schleiden y Schwann concluyeron que “*la célula era la unidad estructural de todos los organismos vivos*” y “*que todos los organismos vivos estaban conformados por una o varias células*”. Estos enunciados conforman la Teoría Celular (Ochoa y Estevez, 2003; Berón, 2008). La teoría celular, es una parte fundamental de la Biología que explica la constitución de la materia viva a base de células y el papel que éstas tienen en la constitución de la vida (Guerrero, 2011).

Finalmente, en 1858, Rudolf Virchow al hacer estudios sobre citogénesis de los procesos cancerosos llega a la siguiente conclusión: “las células surgen de células preexistentes”. La Teoría Celular, tal como se considera hoy, puede resumirse en cuatro proposiciones:

1. Todos los seres vivos están formados por una o más células.
2. La célula es la unidad anatómica y fisiológica de los seres vivos: en las células tienen lugar las reacciones metabólicas del organismo.
3. Las células provienen únicamente de otras células preexistentes.
4. Toda célula contiene el material genético de su o sus progenitores.

La teoría celular fue debatida a lo largo del siglo XIX, pero fue Pasteur el que, con sus experimentos sobre la multiplicación de los microorganismos unicelulares, dio lugar a su aceptación rotunda y definitiva (Guerrero, 2011).

CARACTERÍSTICAS BÁSICAS DE LA CÉLULA

Hoy en día, la célula se define como un compartimento muy organizado rodeado de una estructura delgada y flexible llamada membrana plasmática y que contiene sustancias químicas concentradas en una solución acuosa (Freeman, 2009). Una célula es un organismo autónomo que puede verse como un subuniverso, formado por sistemas que operan al borde del desorden absoluto (Ochoa *et al.*, 2010).

Tal como lo propone la Teoría Celular, las reacciones químicas que sustentan la vida tienen lugar dentro de las células (Freeman, 2009), por tanto, cada célula es capaz de llevar a cabo las siguientes funciones: obtener y asimilar nutrientes, eliminar residuos, sintetizar nuevos materiales para la célula y ser capaz de moverse y reproducirse (Medel, 2011).

Existen dos tipos de células clasificadas con base en su organización y complejidad estructural: la célula procariota (pro, antes y carion, núcleo) y la célula eucariota (eu, verdadero y carion, núcleo) la cual, característica que marca la diferencia entre los dos tipos de células (Guerrero, 2011) (Figuras 1 y 2). Todas las células están rodeadas de una membrana plasmática que las separa y comunica con el exterior. Algunas células como las bacterias, hongos y las células vegetales poseen una pared celular que rodea a la membrana plasmática (Medel, 2011).

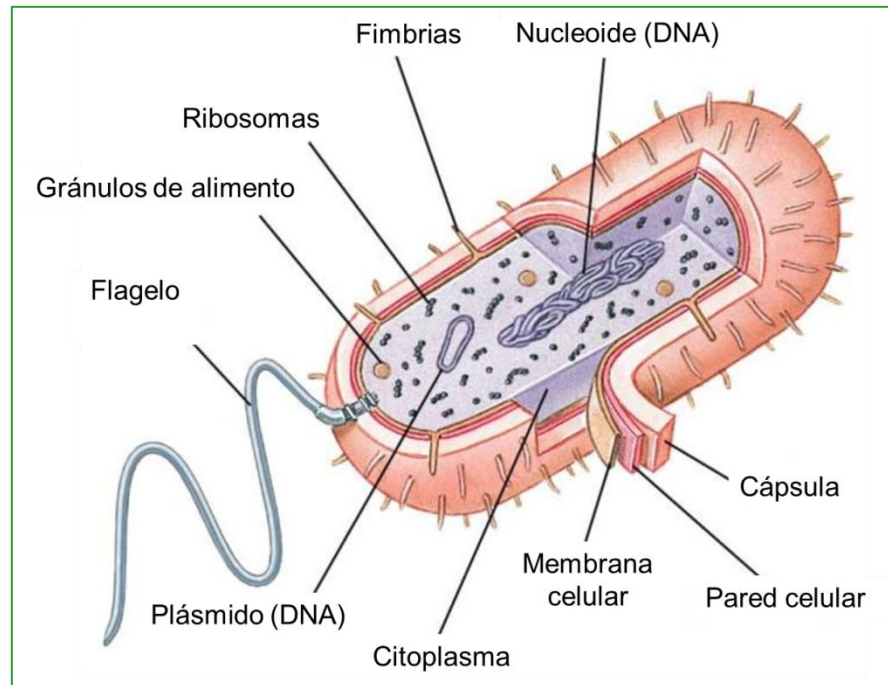


Figura 1. Célula procariota

Fuente: <https://sites.google.com/site/biologiacobaep21/definicion/celula-procariota>

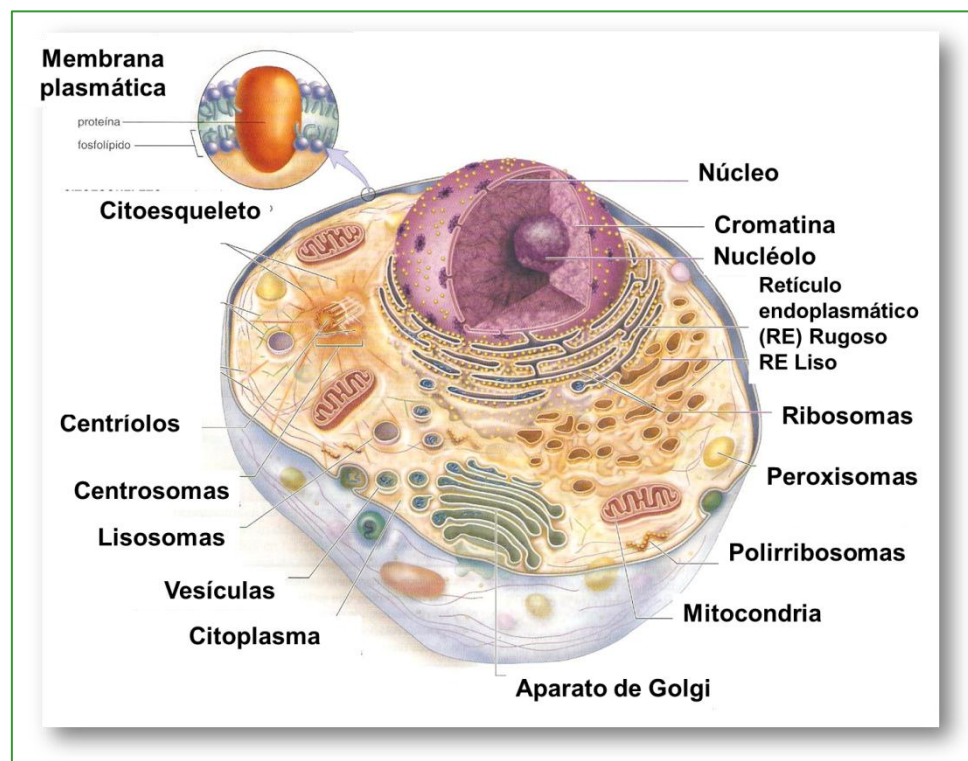


Figura 2. Célula eucariota

Fuente: Mader, 2007

El paso de procariotas a eucariotas significó el gran salto en complejidad de la vida y uno de los más importantes de su evolución. Sin este paso, sin la complejidad que adquirieron las células eucariotas no habrían sido posibles ulteriores pasos como la aparición de los pluricelulares.

LAS CÉLULAS CONSTITUYEN LA MATERIA VIVA

Si las células son la unidad básica de la materia viviente, nada inferior a la célula puede ser considerado un ser vivo. Los virus, por ejemplo, son paquetes compactos de información genética (en forma de ADN o de ARN) revestido, en general por proteínas, pero carecen de la capacidad de reproducirse por sí mismos (Angulo *et al.*, 2012).

En el intento de describir *qué es la vida*, muchos autores han propuesto diversos juicios, aunque finalmente coinciden en afirmar que la definición basada en los procesos podría ser más útil (Ochoa *et al.*, 2010). Así que en el intento de definir qué está vivo, se presentan las siguientes características:

- 1.) Organización estructural
- 2.) Reproducción
- 3.) Metabolismo
- 4.) Autorregulación
- 5.) Movimiento
- 6.) Respuesta a estímulos
- 7.) Adaptación
- 8.) Crecimiento y desarrollo

1.) Organización biológica estructural. Todos los seres vivos están organizados en diferentes niveles los cuales son: el nivel químico, celular y ecológico. Cada nivel es más complejo que el anterior y presenta características superiores.

El **nivel químico** corresponde a los elementos y moléculas que constituyen las células, con las cuales comienza el **nivel celular o biológico** y éste a su vez clasifica el organismo según sea unicelular, pluricelular, así como la organización de estas numerosas células con funciones específicas en tejidos, órganos y sistemas. Finalmente, los organismos interactúan con otros de su misma especie (población), con otras especies (comunidades) y su medio ambiente físico (ecosistema), lo cual define el **nivel ecológico (Figura 3)**.

Los organismos vivos, están constituidos por diferentes macroelementos como Carbono, Hidrógeno, Oxígeno, Nitrógeno, Fósforo y Azufre, los cuales se requieren en mayor cantidad en la constitución de biomoléculas, aunque también se encuentran el Ca, K, Mg, Fe, Zn, Na, considerados oligoelementos que aunque se requieren en menor cuantía, participan activamente en diferentes procesos metabólicos de las células.

Los átomos se encuentran constituidos por partículas subatómicas denominadas protones, neutrones y electrones. Estos últimos, permiten la unión de varios átomos para formar moléculas de diferentes pesos moleculares como el agua (H_2O), la glucosa ($C_6H_{12}O_6$), el almidón ($(C_6H_{12}O_6)_n$), la hemoglobina (cuatro cadenas polipeptídicas), ADN y ARN. La complejidad de la molécula depende del número de átomos de los diferentes elementos que la constituyen, por esto también puede hablarse de un nivel molecular, macromolecular y supramolecular en una célula.

El nivel molecular corresponde moléculas simples monómeros (una sola molécula) y dímeros (dos moléculas unidas), el nivel macromolecular incluye dímeros (más de dos moléculas unidas) y polímeros (n moléculas unidas). El nivel supramolecular incluye varios polímeros, por ejemplo la membrana biológica que limita los organelos celulares y la propia célula. Estas membranas

están constituidas por fosfolípidos, proteínas conjugadas o no, colesterol y otros lípidos conjugados como los glucolípidos, todos clasificados como polímeros. La formación de organelos y su organización dentro de una membrana celular es lo que diferencia el nivel de la materia no viva para constituir un organismo vivo y pasar al nivel biótico. Este nivel por supuesto, representa un mayor grado de complejidad y en el se encuentran todos los organismos vivos.

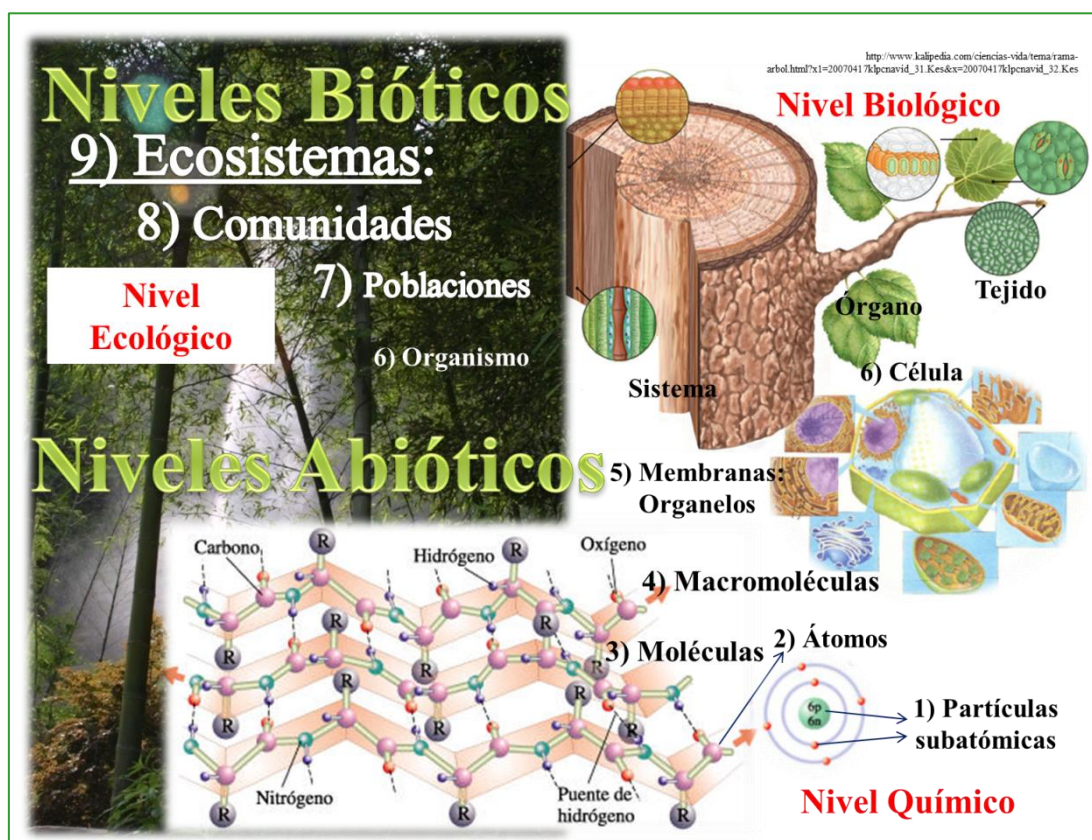


Figura 3. Organización estructural de los seres vivos



Las células son la unidad mínima de la materia viva y determinan la organización de niveles superiores en los organismos vivos. Esto quiere decir, que la complejidad de los organismos vivos está asociada a los niveles de organización celular. En primera medida, es importante reconocer dos tipos de células representantes de la materia viva: la célula procariota y la célula eucariota. Así mismo, estas células pueden conformar un individuo completo considerándose un organismo unicelular (bacterias, protozoos, levaduras y algunas algas), aunque también hay organismos vivos pluricelulares, es decir que están conformados por varias células que cumplen funciones específicas pero no alcanzan el siguiente nivel celular que corresponde a los tejidos, como en el caso de los hongos y algunas algas. Otros organismos son pluricelulares pero al tener un gran número de células especializadas en algunas funciones, forman tejidos, los que a su vez forman órganos y sistemas.

Durante el desarrollo del individuo, las células se multiplican y van organizándose en grupos que se especializan en una función. El conjunto de estas células del mismo origen y la misma función constituyen el nivel de tejidos. Este nivel sólo es alcanzado por organismos pluricelulares eucariotas de los reinos Animalia y Plantae. Este proceso de especialización se denomina también diferenciación celular.

Una célula inicial resultante de la fecundación, genera cientos de diversas clases de células que difieren en contenido, forma, tamaño, color, movilidad y composición de la superficie (Figura 4). Los genes controlan la diversificación celular, para constituir diferentes clases de células, por ejemplo, musculares, dérmicas, óseas, neuronas, glóbulos rojos, glóbulos blancos. Esto no es suficiente para producir un organismo humano. Las células deben organizarse en tejidos, órganos, aparatos o sistemas, que constituirán un nuevo ser vivo (Angulo *et al.*, 2012).



Figura 4. Células embrionarias

Fuente: <http://manujimenezbiotecnologia.blogspot.com/2011/04/celulas-madre.html>

Algunos tejidos vegetales son meristemático, parenquimatoso, colenquimatoso, esclerénquima, xilema, floema, epidermis, peridermo y los tejidos animales fundamentalmente se clasifican en epitelial, conjuntivo (conectivo), muscular, nervioso. Algunos se especializan en transporte de materiales mientras que otros se contraen para permitir al organismo moverse. Otros más, secretan hormonas que regulan los procesos metabólicos.

Los tejidos con funciones similares pueden organizarse en el nivel de órganos, en los cuales entonces, se encontrarán células diferentes morfo y fisiológicamente pero dirigidos hacia el desarrollo de las funciones del órgano que están conformando. Los órganos dependen de otros órganos para satisfacer todo su funcionamiento y por tanto del organismo completo. Por ejemplo las hojas realizan la fotosíntesis y aportan la energía solar convertida en moléculas de azúcar al resto de la planta. Pero las hojas dependen de las raíces para la absorción de agua y nutrientes que será transportado hacia ellas a través del tallo y las ramas.



Entonces, se llega a la constitución de un nivel más complejo: el nivel de sistemas, que es un grupo coordinado de tejidos y órganos. Este nivel también se encuentra en los animales y en las plantas. En las plantas básicamente se han descrito dos sistemas: el sistema caulinar o aéreo y el sistema radical o subterráneo. En los animales existe mayor diversidad de sistemas los cuales funcionan de manera coordinada para mantener la vida. Cada aparato y sistema se encarga de un grupo de actividades específico. Alguno, como los sistemas integumentario y esquelético se especializan en la protección física del cuerpo. El sistema linfático, subsistema del sistema circulatorio defiende al cuerpo contra organismos patógenos específicos.

Estos sistemas o aparatos orgánicos funcionan juntos coordinadamente y dan origen al nivel de organismo. Esto sucede en organismos multicelulares complejos pertenecientes al reino Plantae y Animalia. Entonces, según la clasificación que se había revisado en el nivel celular, se infiere que, algunos organismos como los animales y las plantas están muy bien organizados en los niveles de célula eucariota, tejidos, órganos y sistemas, mientras que las bacterias o procariotas, los protistas y los hongos unicelulares y filamentosos, sólo alcanzan el nivel celular el cual constituye el organismo completo con toda su maquinaria molecular para desarrollar su metabolismo y reproducirse.

Los organismos de la misma especie pueden compartir el mismo espacio en un mismo tiempo, este nivel se denomina población. Así existen poblaciones bacterianas, fúngicas, y de organismos complejos como plantas y animales. Estos organismos interactúan entre sí en procesos como alimentación, supervivencia y reproducción. Sin embargo, no están solos sino que habitan un ambiente físico determinado.

Así que en un mismo espacio, como por ejemplo en una selva africana, estas poblaciones interactúan entre sí y dan lugar al nivel de comunidad. En este nivel pueden encontrarse organismos unicelulares procariotas y eucariotas, así como multicelulares complejos. Todas las comunidades de seres vivos en la Tierra se denominan Biosfera. Sin embargo, los organismos no están solos, también interactúan con factores abióticos como el agua, el suelo, los vientos entre otros.

Esta interacción de los organismos de una comunidad con su ambiente físico alcanza el máximo nivel de organización, denominado ecosistema. De acuerdo a este ambiente físico, existen diversos tipos de ecosistemas. Colombia, por su ubicación tropical cuenta con una amplia diversidad de ecosistemas como los nevados, páramos, bosques tropicales, selvas, llanuras y desiertos.

2) Reproducción. Cada tipo de ser vivo puede reproducirse o formar otro organismo como él mismo (Mader, 2007). Se conocen dos tipos de reproducción, asexual y sexual. En la reproducción asexual siempre participa un solo progenitor, el cual se divide, germina o fragmenta para formar dos o más descendientes (Galindo *et al.*, 2012). Bacterias (procariotas), protistas y otros organismos unicelulares simplemente se dividen en dos. Casi todos los procariotas se reproducen asexualmente por medio de una forma de división celular denominada fisión binaria, que produce copias genéticamente idénticas de la célula original (Audesirk, 2008). Cuando las

levaduras se reproducen, la nueva célula surge inicialmente como un pequeño “brote” o “yema” de la célula madre. Una vez alcanzado un tamaño cercano al de la progenitora, el nuevo microorganismo se desprende y completa su crecimiento (Parra y Wolman, 2007).

En la mayoría de organismos pluricelulares ocurre la reproducción sexual, en la cual, debe existir la fusión de gametos como espermatozoides y óvulos en el caso de los animales, lo cual va seguido de muchas divisiones celulares que da lugar a un individuo que crece y se desarrolla a través de varias etapas hasta volverse un adulto (Mader, 2007).

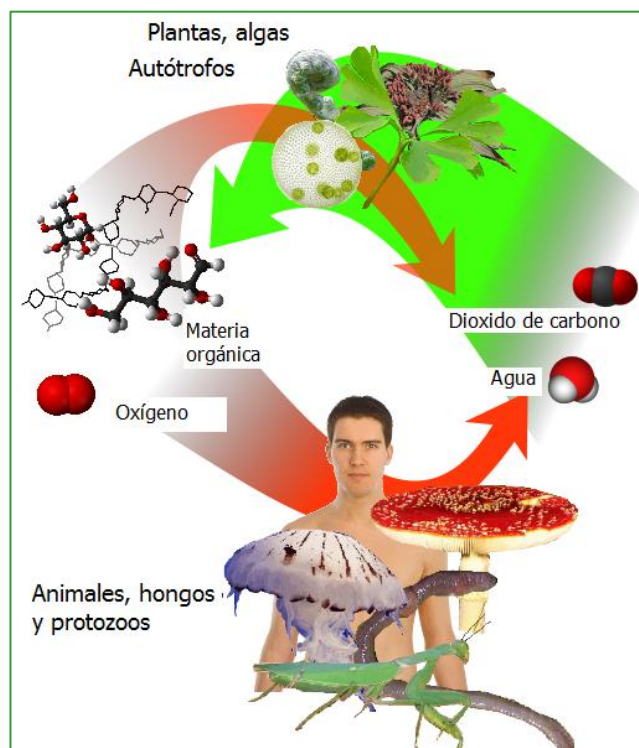
3) Metabolismo. Cuando las células

utilizan moléculas de los nutrimentos para producir sus partes y productos, llevan a cabo una secuencia de reacciones químicas, las cuales ocurren a nivel celular y se denominan **metabolismo** (Mader, 2007). Estas reacciones son coordinadas en el tiempo y en el espacio en forma ordenada y siguiendo las instrucciones del material genético (Galindo *et al.*, 2012). Las estas reacciones incluyen tanto aquéllas de degradación de moléculas (catabolismo) como aquéllas de síntesis de constituyentes celulares (anabolismo) (Figura 5).

Figura 5. Metabolismo en los seres vivos

Fuente:

http://agrega.juntadeandalucia.es/repositorio/08112010/e/es-an_2010110813_9072742/ODE-db77f657-1256-365a-98c7-0489f0330c11/index.html



El **anabolismo** incluye reacciones químicas de construcción, es decir, la unión de moléculas sencillas para elaborar moléculas complejas, a través de la formación de enlaces químicos, de manera que en dichas reacciones se acumula energía proporcionada por la entrega de un grupo de fosfato del ATP (Adenosín Trifosfato) a una proteína, proceso llamado fosforilación (Castañeda *et al.*, 2007; Galindo *et al.*, 2012). Este tipo de reacciones se denominan endergónicas, pues requieren de energía para la constitución de los enlaces químicos entre las moléculas que se están uniendo.

El **catabolismo** incluye las reacciones de desdoblamiento o degradación de moléculas complejas a moléculas simples, que implica ruptura de enlaces y liberación de energía, que será almacenada en las moléculas de ATP (Adenosín Trifosfato) para ser utilizadas en las funciones celulares (Galindo *et al.*, 2012), la cual es la energía útil para las células (Castañeda *et al.*, 2007). Por esta liberación de energía, las reacciones catabólicas se denominan exergónicas.

4) Autorregulación. Todos los organismos vivos, sean unicelulares o pluricelulares tienen su propia homeostasis, la cual consiste en un estado de equilibrio biológico y se mantiene gracias a los sistemas que controlan las condiciones internas y hacen los ajustes necesario y de rutina (Mader, 2007; Guerrero, 2011). Esta es una función que realizan los organismos vivos para que toda la maquinaria biológica funcione de la forma más adecuada posible, independientemente del ambiente en el que se encuentre o de las variaciones que en el medio interno o externo puedan suceder (de la Fuente, 2011). Los organismos tienen retroalimentación compleja y mecanismos de control que no requieren actividad consciente (Mader, 2007). Entre estas regulaciones se encuentran, la termorregulación, la osmorregulación, regulación de la composición iónica, del pH y la concentración de desechos metabólicos.

5) Movimiento. Es una de las características más evidentes de los seres vivos, sin que implique necesariamente locomoción o desplazamiento de un sitio a otro (Bustamante, 2009). Aunque los movimientos de los animales son mucho más notorios (caminan, corren, nadan, saltan, reptan...), las plantas también poseen movimientos, sin significar locomoción, por ejemplo respuesta a la luz, a la oscuridad del suelo, al tacto. También los microorganismos presentan diferentes movimientos en sus microhábitats, que pueden incluir desplazamiento o movimientos celulares para la comunicación o transporte de señales.

6) Adaptación. Las adaptaciones son modificaciones que efectúan los organismos para adecuarse a su estilo de vida (Mader *et al.*, 2007) (Figura 6). Estas adaptaciones pueden ser estructurales, fisiológicas o conductuales, o una combinación de ellas, por ejemplo, el largo cuello de las jirafas es una adaptación para alcanzar las hojas de los árboles, y el grueso pelaje de los osos polares es una adaptación para sobrevivir en las temperaturas congelantes. La adaptación puede incluir cambios inmediatos que dependen de la irritabilidad de las células, o ser el resultado de fenómenos de selección y mutación a largo plazo (Galindo *et al.*, 2012). La composición genética de un individuo es prácticamente la misma durante su ciclo de vida, pero la composición genética de la población de individuos de la misma especie cambia a lo largo de muchas generaciones, es decir, evoluciona (Galindo *et al.*, 2012). Charles Darwin postuló que los organismos se modifican con el tiempo debido a un proceso llamado selección natural, el cual es la fuerza más importante en la evolución (Mader *et al.*, 2007; Galindo *et al.*, 2012).



Figura 6. Adaptaciones de animales y plantas



7) Respuesta a estímulos. Los seres vivos interactúan tanto con el ambiente como con otros seres vivos, incluso los organismos unicelulares responden al medio (Mader *et al.*, 2007). Los seres vivos tienen la capacidad de identificar y responder a los estímulos que reciben en su medio ambiente, ya sea interno y externo (Galindo *et al.*, 2012).

8) Crecimiento y desarrollo. Los organismos en general, atraviesan un ciclo vital en el cual crecen y se desarrollan. Tal característica se da en todo tipo de organismos, incluso en los microscópicos (Galindo *et al.*, 2012). Un embrión se desarrolla en una ballena jorobada o en un lirio púrpura debido a un estereotipo heredado de sus padres. Las instrucciones o estereotipos, para la organización y metabolismo de un organismo se codifican en genes (Mader *et al.*, 2007). Es de notarse que el desarrollo se da junto con el crecimiento, pues no es sólo aumento de

volumen, sino de cambios en las formas de la apariencia corporal o estados mucho más drásticos como la metamorfosis de una mariposa o una rana. En cualquier caso, este proceso involucra la síntesis de macromoléculas específicas, que está a cargo de la información genética (Galindo *et al.*, 2012). Dentro de la gran diversidad de organismos existen distintos ciclos de vida. En algunas especies, los individuos cambian gradualmente desde que nacen hasta que adquieren las características propias del adulto (Parra y Wolman, 2007).

Todas estas características mencionadas, determinan la vida y se observan en un organismo unicelular como bacterias y protozoos hasta en organismos pluricelulares como plantas y animales. Como puede comprenderse, las formas de vida son muy diversas. Esto es a lo que se denomina biodiversidad y consiste en el número total y la abundancia relativa de especies, la variabilidad de sus genes y los diferentes ecosistemas que habitan (Mader, 2007).



REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

En construcción